



As Inovações Tecnológicas Podem Mudar a Natureza da Crise Ambiental?

Elimar Pinheiro do Nascimento ¹
Cíntia Alvim Lage ²

RESUMO

Todas as sociedades vivenciam, em seu imaginário, um grande medo, que muda com o tempo. Em meados do século passado o grande medo era a guerra atômica. Atualmente, é a crise ambiental. O mundo encontra-se na iminência de mudar seu grande medo, graças a velocidade das inovações tecnológicas, com máquinas inteligentes, que modificam nossa forma de produzir, consumir e viver. Aqui se desenha a seguinte hipótese: se as previsões quanto à maioria das inovações tecnológicas se concretizarem nas próximas duas ou três décadas, o nosso imaginário conhecerá um deslocamento, com o fim da ameaça da crise ambiental e o surgimento da ameaça decorrente de um mundo sem trabalho, mas com abundância de bens produzidos por máquinas. O medo do aquecimento global poderá ser substituído, assim, pelo medo do fim da igualdade, com a criação da dissemelhança entre os humanos produtivos e a “classe dos inúteis”. O esgarçamento do princípio da igualdade traria consigo ameaça de disrupção nas bases da sociedade moderna. Não se trata de nenhuma profecia, mas uma simples hipótese de futuro.

Palavras-Chave: Inovações Tecnológicas; Crise Ambiental; Desenvolvimento Sustentável.

¹ Doutorado em Sociologia pela Université René Descartes, Paris V, França. Professor na Universidade de Brasília, UnB, Brasil; e na Universidade Federal da Amazônia, UFAM, Brasil. elimarcds@gmail.com

² Mestrado em andamento em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília, UnB, Brasil. cintia.alvim92@gmail.com

Toda sociedade humana se desenvolveu sob o manto de uma ameaça, um grande medo. Entre nossos primeiros ancestrais, o medo era causado pelas forças da natureza, das quais não tinham a mínima compreensão. As tempestades, os trovões, os raios, as secas eram sempre ameaças que chegavam sem se saber bem as origens. Em seguida, veio o receio dos sentimentos de seres poderosos e desconhecidos, capazes de fazerem o bem ou mal, como os deuses gregos ou romanos. Os medos da morte, da peste, das guerras, dos monstros marítimos se sucederam. No século XX apareceu o medo da guerra atômica, após a explosão das bombas em Hiroshima e Nagasaki. Esse medo se desfez, parcialmente, com a queda da URSS, mas, foi substituído, gradativamente, por outro: o medo da crise ambiental, expressa, sobretudo, no aquecimento global e nas mudanças climáticas. Estará, este medo, em vias de ser modificado, substituído por outro? Aparentemente sim, e esta possível transição é o objeto de reflexão deste artigo.

Os grandes eventos mundiais em torno da problemática do desenvolvimento e da proteção ambiental, reunindo as Nações de todo o planeta, desde os anos 1970 (Conferência de Estocolmo, 1972), passando pelos anos 1990 (Rio 92) e, mais recentemente, a nova Conferência das Nações Unidas em 2012 (Rio + 20), debruçaram-se sobre esse desafio: como manter o crescimento econômico sem comprometer o futuro da humanidade com a degradação ambiental consequente? Desafio que tem sido perdido, pois, a concentração de gases de efeito estufa só tem crescido (WMO 2017). Ripple et al. (2017) mostram como dos nove indicadores normalmente utilizados para mensurar a saúde ambiental do globo apenas um – a emissão de gases depletors da camada de ozônio – teve melhoras nos últimos 25 anos.

Com o reconhecimento da crise ambiental nasceram várias vertentes políticas, buscando alternativas que podem ser classificadas em um gradiente de sustentabilidade muito fraca até a sustentabilidade muito forte (Almeida 2018). Contudo, podem também ser lidas de outra forma. Como um campo, segundo Bourdieu: “Um campo é um jogo que se joga segundo as regularidades que estão nas regras, mas onde também se pode jogar para transformar as regras” (Bourdieu 2012). O campo da sustentabilidade é habitado por três vertentes que propõem soluções distintas à crise ambiental (Nascimento 2012): a da inovação tecnológica ou desenvolvimentismo tecnológico – DT (Solow 1988; Solow 2000); a do desenvolvimento sustentável – DS (Brundtland 1987), e, finalmente, a vertente que nasce na década de 1990, que pode ser sintetizada pela expressão decrescimento – DC (Latouche 2006; Kallis 2011). Fazendo uma comparação com a concepção anterior, a primeira vertente (DT) pode ser classificada como sustentabilidade muito fraca, o DS como sustentabilidade fraca ou forte e o DC como sustentabilidade forte ou muito forte.

A vertente dominante, sem dúvida, é a do Desenvolvimento Sustentável (DS) que está no centro dos debates das Conferências Mundiais, Rio 92 e Rio + 20. Prega a possibilidade de convivência do crescimento econômico e da proteção ambiental por meio de acordos governamentais globais que viabilizem medidas de economia de recursos naturais e energia no processo produtivo, e que veio a se denominar no início deste século de Economia Verde (Almeida 2018; Almeida 2012). O Desenvolvimentismo Tecnológico (DT) tem suas raízes nos trabalhos do prêmio Nobel de economia de 1987, Robert Solow (2000), e defende a ideia de que a coexistência entre crescimento e proteção ambiental se faz normalmente por meio das inovações tecnológicas adotadas pelo mercado, e pela substitubilidade do capital natural. Finalmente, o Decrescimento (DC) tem suas raízes nos trabalhos de Georgescu-Roegen (1971; 2012), que datam dos anos 1970, mas que ganharam notoriedade nos anos 1990, com os trabalhos de Latouche (2006; 2009) e Martinez-Alier (2010; 2012). Esta vertente defende que é necessário reduzir o crescimento econômico, o consumo de recursos naturais e de energia de forma global, sem o qual a economia entrará em colapso antes do fim deste século.

O único traço em comum entre o DC e o DS é o reconhecimento de que é necessário reduzir os impactos da dinâmica econômica sobre o meio ambiente. O DC, porém, sugere o abandono do crescimento econômico para alcançar um novo equilíbrio, pois decrescendo em alguns lugares e setores, e crescendo em outros, é possível obter um balanço ambiental menor do que o vigente (Nascimento & Colares 2009). O DS, sem abdicar do crescimento econômico, tenta realizar o “milagre” de mudar a maneira de crescer para que seus impactos sejam menores. A redução de impacto é partilhada pelo DT, que diverge do *modus faciendi* do DS. Este propõe o controle dos impactos por meio de normas estatais que direcionem o mercado, os produtores e os consumidores. No DT a crença repousa sobre o mercado e as inovações tecnológicas, pois ele sustenta que normas estatais e mudanças comportamentais do consumidor jogam um papel secundário.

Os ambientalistas em geral renegam completamente o DT afirmando que é uma aposta muito arriscada, e que não haverá tempo para mudar o padrão técnico produtivo de forma radical antes de um colapso (Huesemann & Huesemann 2011; Gilding 2011). Contudo, a velocidade das inovações tecnológicas nos últimos 25 anos tem fortalecido esta última vertente (DT), porém de forma pouco discutida entre os ambientalistas. Isso ocorre em parte por causa da desconfiança destes em relação à tecnologia e, em parte, pelo desconhecimento do que se passa no mundo das inovações tecnológicas. Para o DC, as chances de gestão da crise ambiental por meio de inovações tecnológicas são praticamente nulas. Aliás, é quase um tabu entre os seus teóricos falar sobre inovações tecnológicas e seus impactos na redução de danos.

No entanto, pode-se perguntar: e se o DT tiver razão? Há possibilidade real das inovações tecnológicas mudarem de forma radical nossa maneira de produzir? O que acontecerá se as inovações tecnológicas em gestação se disseminarem no mercado, mudando nossas expectativas e temores atuais? Ou se elas produzirem uma inflexão considerável na dinâmica econômica e no tratamento dos graves problemas ambientais que vivenciamos atualmente? Questões que nos lembram a disputa analisada por Rossi (1999), no nascedouro da modernidade, entre os que acreditam em um progresso linear e os que o imaginam como um ciclo, com fluxos e refluxos; entre os que esperam do futuro feitos extraordinários e os que temem distopias ou catástrofes. Aliás, nos filmes recentes de ficção científica têm, significativamente, predominado as distopias, como as de Orwell (2009), presentes, por exemplo, na série de ficção científica *Black Mirror*. Ou em ensaios como o de Ford (2016) ou de Harari (2018), o qual afirma de maneira categórica que a ficção científica:

...está preocupada demais com uma possível guerra entre robôs e humanos, quando na realidade devemos temer um conflito entre uma pequena elite de super-humanos com poderes ampliados por algoritmos e uma vasta subclasse de *Homo Sapiens* sem nenhum poder (p.305).

Sem qualquer concordância com as teses do DT, os autores julgam que é importante verificar suas possibilidades. Por isso, o propósito deste artigo é examinar, de forma preliminar, a consistência da hipótese implícita nas perguntas formuladas no parágrafo anterior. Para tanto escolheram três setores, mas há vários outros, em que as inovações tecnológicas estão provocando mudanças capazes de transformar o processo produtivo e o estilo de vida de grandes contingentes urbanos. Por isso, ademais desta introdução e da conclusão, o artigo está dividido em cinco pequenas partes, duas de reflexão sobre as mudanças tecnológicas (velocidade, logo a seguir, e disrupção, antes da conclusão) e três referentes às mudanças que estão ocorrendo nos campos dos recursos hídricos, da alimentação e da energia. Cada campo é abordado de forma sintética, preliminar. Por isso, muitas informações relevantes foram desconsideradas (Lopez-Portillo Romano 2018).

A VELOCIDADE DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS: A NOVIDADE NA TRANSIÇÃO DOS SÉCULOS XX AO XXI

Duas marcas de nosso tempo são, a velocidade das transformações tecnológicas, como cita Salmon (2002), e a diversidade e profundidade de seus impactos (Harari 2016). Para alguns, como Kurzweil (2005), as transformações em curso irão modificar radicalmente, não apenas nossas vidas, mas nós mesmos. O mesmo defende Schwab (2016) com sua tese sobre a quarta revolução industrial, marcada pela velocidade, amplitude, profundidade e impacto sistêmico das inovações tecnológicas em curso (p. 13).

Sem entrar no terreno pantanoso das previsões de máquinas superiores aos humanos, pois constituída de um algoritmo mais aperfeiçoado, não resta dúvida de que as transformações em curso tendem a afetar de maneira marcante nosso modo de produzir e de viver. Normalmente, ilustra-se isso com a citação de instrumentos recentes que mudaram nossas vidas, como o *laptop*, o celular, a Internet e a impressora 3D. O Fórum Econômico Mundial publicou em 2015 prognósticos de 800 executivos do mundo inteiro (FEM 2015), que incluem o processo de desindustrialização até a substituição do trabalho humano não repetitivo. A robotização das fábricas, a redução da classe operária, o aumento da produtividade e da presença dos serviços no processo produtivo (gestão, desenvolvimento, marketing) estão modificando, não apenas o processo produtivo propriamente dito, como os seus atores centrais e algumas das nossas instituições. Máquinas substituem atividades da medicina, da contabilidade, do direito, entre outros. E, também, estão impactando espaços impensáveis anteriormente como o da cognição, dos novos materiais, dos transportes etc. As mudanças não ocorrem apenas nas ferramentas da produção, mas também na forma da organização, na disposição dos agentes produtivos e no seu papel na sociedade. Uma farta literatura sociológica aborda, de maneiras distintas, estas transformações de maneira global (Beck 2001; Castells 1998; Bauman 2001) ou com foco nos seus aspectos tecnológicos (Kurzweil 2005; Frank et al. 2017).

Equipamentos e processos novos surgem a cada dia, pois existem no mundo milhares de laboratórios, em milhares de organizações, com milhões de pesquisadores que trabalham em um amplíssimo conjunto de inovações, de forma integrada em redes de pesquisa: roupas que produzem energia, plantas que produzem insulinas humanas, veículos elétricos sem condutores, fusão nuclear a frio, redes neurais, *adaptive cruise control*, máquinas inteligentes etc. A produção industrial está sofrendo mudanças incríveis com o uso da impressora 3D, da robotização, da automação e da inteligência artificial (Thrun 2002). É um volume incontável de iniciativas que se propagam de maneira exponencial.

Evidentemente que o futuro das inovações tecnológicas não é único. Múltiplas alternativas se desenham. É possível que a globalização, que criou redes de pesquisa em todo o mundo, se mantenha, se consolide e se expanda; mas é possível, também, que ocorra o inverso, como resultado do crescimento do nacionalismo, do fundamentalismo político conservador e xenófobo. Vide Trump nos EUA e o crescimento dos movimentos nacionalistas na Europa. Afinal, o avanço tecnológico depende, também, de um contexto social favorável para o seu desenvolvimento. Se vencer a alternativa da expansão das inovações tecnológicas em um mundo globalizado, sem nenhuma dúvida que o mundo será tecnologicamente diferente dentro de 25 a 30 anos. E com ele as nossas vidas e nossas organizações políticas e sociais. Mas, pode ser que as reações xenófobas reduzam ou anulem temporariamente o processo de globalização, e as inovações tecnológicas sofram um arrefecimento.

Apresentam-se a seguir, a título de exemplo, algumas iniciativas que podem ilustrar nossa hipótese de que a crise ambiental pode ser administrada pela expansão das inovações tecnológicas, dando lugar a uma sociedade estranha: sem trabalho e com abundância de bens fabricados pelas máquinas, com a presença mínima dos humanos. Insistimos que se trata de uma mera hipótese e, que, apesar de nossas (próprias) resistências ideológicas, deve ser examinada. Aqui é apenas um primeiro e pequeno exercício de ilustração dessa problemática.

TRANSFORMAÇÕES NAS FONTES E USO DA ENERGIA

Um dos problemas mais graves na crise ambiental é a produção de gases de efeito estufa, provindos do desflorestamento e da produção industrial, mas, sobretudo, do uso de combustíveis fósseis. É possível distinguir quanto dióxido de carbono (principal gás emitido através das atividades humanas) vem de fontes naturais e quanto é proveniente da queima de combustíveis fósseis. Por causa dessa “assinatura” diferente da molécula, foi possível observar que os combustíveis fósseis são os maiores contribuidores da concentração de CO₂ desde a era pré-industrial (Solomon 2007; Pachauri & Meyer 2014). Desde o século XVIII as fontes energéticas principais, utilizadas pelos humanos, são fósseis: carvão, petróleo e gás. Por diversas razões, no entanto, a matriz energética mundial tende a uma mudança profunda, que deverá tomar algum tempo para se realizar, mas cuja dinâmica é irreversível. O grande medo da crise ambiental está criando, gradativamente, nas grandes cidades, como Nova York (The Guardian 2018), ou grandes países, como a China (The Guardian 2016; Jackson et al. 2015), a consciência de que se deve abandonar o uso de combustíveis fósseis. Na China em particular em 2015 e 2016 observou-se um avanço considerável na renovação da matriz energética, que não foi acompanhada em 2017 (The New York Times 2018) Diversos países adotam novas tecnologias e novas fontes energéticas, com destaque para países como a Alemanha e os países escandinavos. A França prepara-se para ter 100% de energia renovável até 2050 (Liberation 2017). Contudo, outros países, como os Estados Unidos, parecem ir em sentido contrário.

A ameaça de que a queda do preço do petróleo, que caiu de mais de 100 dólares para cerca de 40 entre 2014 e 2016, inibiria os investimentos em fontes renováveis não se concretizou, pois, aos poucos o preço do barril do petróleo subiu, atingindo atualmente 83 dólares³. No entanto, os investimentos em fontes renováveis cresceram, e tendem a continuar crescendo, particularmente a solar, mas também a maremotriz, biomassa, eólica, e geotérmica, com boas margens de inovação, que a hídrica, aparentemente, não mais possui.

³ A cotação do preço (USD) por barril (Brent) em 29/09/2018 às 16h30min era de 82,72 em 28/09/2018 segundo o Jornal Valor Econômico (2018).

Em 2015 o mundo investiu 286 bilhões de dólares em fontes renováveis, segundo relatório do PNUMA (ONU 2016). Pela primeira vez este investimento chegou a mais do que o dobro do investimento em gás e carvão. A produção de energia renovável cresceu em 54% em 2015 na comparação com 2014. Na China, Índia e Brasil os investimentos em fontes renováveis cresceram em 2015, alcançando 120 bilhões de dólares. Números impensáveis há uma década atrás.

Há outros aspectos importantes, como: investimentos em novos tipos de baterias, para suprir a intermitência das energias renováveis, ou a ampliação de seu uso, como no caso de veículos. Mas há, também, o empoderamento do consumidor, com a microprodução de energia solar e a crescente eficiência energética. Em vários países, produzir eletricidade com base na energia solar é mais barata do que a partir do carvão e, mais recentemente, do que as fontes hídricas. Assim, essas mudanças devem reduzir a emissão de gases de efeito estufa nas próximas décadas. Como exemplo, nos EUA, a capacidade instalada de energia solar pode compensar até 16,8 milhões de toneladas métricas de CO₂ por ano (Dettinger 2018).

TRANSFORMAÇÕES NO CAMPO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Um dos grandes sintomas da crise ambiental é a escassez de recursos hídricos no mundo. Rios, lagos e nascentes perecem a cada dia, reduzem-se ou degradam-se. A crise hídrica se amplia e tende a crescer com o aquecimento global e com o uso e ocupação irracional do solo, que impactam não apenas a disponibilidade de recursos hídricos, mas também a reprodução dos ecossistemas.

A água recobre 72% da face de nosso planeta, mas 97,5% dela é salgada. Apenas 0,4% da água potável é de fácil acesso, pois se encontra na superfície em forma líquida. Por sua vez, ela é mal distribuída, mal gerenciada e desperdiçada pela maioria dos sistemas de distribuição. Além disso, 35% da população humana não têm acesso à água tratada. Segundo o *World Resources Institute* (WRI), mais de 30 países enfrentarão crises hídricas de alto risco nos próximos 25 anos.

O que diz o DT em face desse problema? A tecnologia de dessalinização da água tende a prosperar e dentro de pouco tempo teremos acesso aos 97,5% de água salgada. Isso jogaria para as calendas gregas o problema da escassez de recursos hídricos, que deverá persistir apenas em poucos países longe do mar, em regiões áridas ou semiáridas e, apenas por mais algum tempo. A tecnologia de dessalinização é utilizada em alguns países, como na Arábia Saudita, maior produtor de água dessalinizada do mundo, Israel, Austrália, Singapura e vários países do Golfo Pérsico. A Califórnia também começou a abraçar a tecnologia e está investindo em vários programas. (Talbot 2015). Contudo, restam dois problemas a serem resolvidos: a destinação dos dejetos e o custo da dessalinização. Não há clareza sobre quanto tempo se levará para resolver estes dois problemas. Há,

porém, expectativas que não deverá demorar. Desde 1960, o custo da dessalinização pela técnica MSF (*Multi-stage flash distillation*) diminuiu por um fator de 10, passando de US\$ 10,00/m³ em 1960 para menos de US\$ 1,00/m³ em 2010. Devido ao desenvolvimento tecnológico, o custo do MSF diminuiu mais 20% em 2017 (Mishra 2018).

Por outro lado, diversas modificações na construção civil, na agricultura, no uso doméstico e na produção fabril tendem a utilizar melhor os recursos hídricos e reduzir a demanda *per capita*. É possível que, com a dessalinização das águas, mesmo contando com o crescimento populacional e dos próximos milhões de novos integrantes da “classe média”, que consomem via de regra mais água *per capita* do que os pobres, a oferta geral de água seja maior do que a demanda. E, portanto, a escassez hídrica seria reduzida a pequenos territórios da face da terra, como um problema residual, e de caráter mais político do que técnico.

TRANSFORMAÇÕES NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

A revolução verde que se iniciou nos Estados Unidos e Europa nos anos 1950, e se disseminou nas décadas seguintes pelos países em desenvolvimento mudou completamente o panorama da produção de alimentos. Com a introdução de novas práticas, de sementes selecionadas, de novos produtos de combate às pragas e novas práticas de produção (plantio, limpeza e coleta) o mundo conheceu um crescimento extraordinário na produção de alimentos. O consumo calórico médio aumentou como resultado dos menores preços dos alimentos, o que gerou ganhos na saúde e na expectativa de vida. A revolução verde também teve êxito elevando o status de saúde de 32 das 42 milhões de crianças na idade pré-escolar de países em desenvolvimento (Evenson & Golin 2003). A revolução verde teve, porém, impactos negativos sobre a natureza e a saúde humana.

Há vários indícios comprobatórios de que o uso excessivo de agrotóxicos afeta a saúde humana (Tendler 2014). Cada vez mais evidente, ocorre o mesmo com o uso de transgênicos (Zanoni & Ferment 2011). Existem também dados que indicam que estamos perdendo a diversidade alimentar (Shiva 2016). Nossa alimentação está se concentrando em poucos legumes, poucas verduras e pouquíssimos grãos.

No entanto, a agricultura de precisão⁴ tende a produzir uma nova revolução (Bernardi et al. 2014). Em primeiro lugar, vai reduzir o uso de agrotóxicos. Com planejamento e uso de drones, é possível reduzir a mais da metade o uso destes pesticidas, melhorando a qualidade do alimento sem perder a produtividade agrícola. Ademais, a agricultura de precisão, com novos formatos de irrigação,

⁴ Sistema de manejo integrado de informações e tecnologias, que considera a variabilidade do solo e do clima, para aumentar a produtividade agrícola, reduzindo os insumos per capita, inclusive os recursos hídricos.

tende a reduzir o consumo de recursos hídricos por tonelada de alimento produzido. O uso de drones é particularmente interessante porque eles permitem, entre outros: analisar a plantação, permitindo identificar pragas e doenças, falhas de plantio e excesso de irrigação; demarcar o plantio, identificando quais as áreas mais propícias para a semeadura; monitorar a lavoura, permitindo saber se ela está se desenvolvendo como esperado; fazer a pulverização, com mais eficiência e mais segurança; identificar desmatamento e fogo e combatê-los com mais rapidez (Bastos 2015).

Outra técnica importante em fase de maturação é a produção industrial de proteína animal que tende a reduzir o espaço ocupado por plantações e fazendas de gado por meio, por exemplo, do uso de recicladores naturais de carbono supercarregados, testados pela NASA e, posteriormente, utilizados por empresas para reduzir o tempo de produção de alimentos. Ou por meio da produção de carne *in vitro* (Bhat et al. 2015); também por meio do sistema de produção antecipada de alimentos ou da biofabricação, tecnologias que lentamente se espalham pelo mundo (Datar & Betti 2010). Pesquisa-se, em vários países, formas de produzir alimentos mais condicionados ao nosso paladar, provenientes de insetos, uma fonte extraordinária de proteínas animal. Se estas tecnologias derem certo, teremos mais proteína e grãos com o uso de menos terras, menos água, menos energia e mais direitos para os animais. Medidas indispensáveis para enfrentar o crescimento populacional, que deve chegar a um total de 9 bilhões de pessoas, ou mais, em 2050. Sem tais mudanças necessitaremos de cerca de 100 bilhões de cabeças de gado, ao invés dos 60 bilhões de hoje (ONU 2016).

Apenas com o avanço das duas tecnologias supracitadas teremos no futuro mais alimentos, com menos custos, financeiros e, sobretudo, ambientais. Uma verdadeira revolução alimentar.

AS TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS

Algumas inovações tecnológicas provindas da nanotecnologia, da biotecnologia, da engenharia de novos materiais, da neurociência e da inteligência artificial podem produzir inflexões importantes e ainda pouco visíveis. A robotização e a automação tendem a ganhar novos campos, inimagináveis até há pouco tempo. Todas estas tecnologias crescem de forma exponencial (Coppin 2015).

Máquinas inteligentes, com capacidade de aprendizagem, já existem e deverão se desenvolver nos próximos anos, substituindo a força de trabalho humana de maneira extraordinária. Isso acontecerá não apenas nos trabalhos repetitivos, como nas fábricas de automotivos, mas também nos trabalhos que exigem inovação e perspicácia, como os de enfermeiros, motoristas, contadores, analistas financeiros, jornalistas e advogados, entre outros. Cada vez mais funções desempenhadas pelos seres humanos serão desenvolvidas por máquinas. Provavelmente teremos máquinas suficientemente inteligentes no processo de aprendizagem, antes de meados deste século, capazes de produzir outras

máquinas inteligentes. Isso pode representar uma grande solução ou um grande problema, conforme Hawking (2017).

A Internet das coisas tende a substituir o humano ainda mais. No futuro, no ato de uma compra por Internet – não importa se um livro, uma camisa, um prato de comida – o único humano será você, que faz o pedido, pois toda a cadeia de fornecimento e gestão será composta por máquinas. Veículos sem condutores já existem e estão se disseminando. Junto com o *adaptive cruise control*, eles tornarão o trânsito menos congestionado e menos acidentado. Por outro lado, com a prática do compartilhamento de bens que começa a se disseminar no mundo, a demanda destes veículos se reduzirá. No futuro não seremos proprietários, mas sócios de uma companhia de automotivos, aos quais teremos livre acesso, na hora e do tipo que quisermos. Bastará estar inscrito e se programar.

No campo da redução dos gases de efeito estufa não se tem notícias de nenhuma tecnologia disruptiva, capaz de mudar a atual situação. Cresce o sequestro de carbono por meio de tecnologias usuais (biomassa e fitoplânctons), mas novas tecnologias de sequestro e armazenamento (gerenciamento de radiação solar, melhoramento do albedo, refletores espaciais, meteorização melhorada, aumento da alcalinidade dos oceanos etc.) não são ainda suficientemente testadas em seus efeitos colaterais. Não se sabe se, e quando, essas tecnologias serão implementadas com sucesso. E, sobretudo, se terão o efeito esperado, ou seja, a redução radical dos gases de efeito estufa na estratosfera antes que ocorra uma catástrofe ambiental, pois talvez a mudança na matriz energética não seja suficientemente rápida.

CONCLUSÃO

As tecnologias em processo de criação e disseminação deverão criar e consolidar a tendência de redução dos gases de efeito estufa emitidos na atmosfera? Reduzirão o uso de energia e matéria prima por unidade produzida com tal magnitude de maneira a neutralizar o efeito rebote? Serão capazes de resolver o problema da escassez de recursos hídricos na maior parte do planeta Terra por meio do processo de dessalinização? Descarbonizarão a economia por meio da mudança na matriz energética? Reduzirão a ocupação do solo com a produção industrial de proteína, assim como, o desmatamento e a perda da biodiversidade? As moedas papel, assim como, os impressos em geral, tenderão a desaparecer?

Se essas perguntas forem respondidas positivamente, como parece que pelo menos a maioria tende a ser nos próximos 30 anos, teremos uma situação nova no mundo em meados deste século. Haverá uma relação sociedade – natureza distinta da atual, e não apenas por causa de medidas governamentais ou mudanças expressivas dos consumidores, mas pelo efeito das novas tecnologias em vias de desenvolvimento e disseminação.

Muitos experts em tecnologias, como Martin Ford, supracitado, supõem que o processo de inovação é tão amplo e tão veloz que milhões de empregos serão destruídos antes que outros venham a compensá-los. Será necessária uma parcela cada vez menor de pessoas para produzir tudo o que a humanidade necessita para viver com dignidade. Teremos assim, uma sociedade sem emprego para a esmagadora maioria, porém – paradoxalmente - com abundância de bens fabricados por máquinas. A antevisão dessa situação é que tem estimulado o debate em torno da renda básica, ou seja, uma renda mínima para cada um dos habitantes da Terra que não tenham condições de suprir suas necessidades por meio do seu próprio trabalho. Trata-se do fato de que não haverá trabalho para todos. Muito pelo contrário, uma fatia cada vez menor da população será necessária para acionar o processo produtivo, que será assumido gradativamente por máquinas inteligentes.

Com as mudanças referidas por Ford, entre outros, poderemos ter três categorias de “cidadãos”: os humanos em que o biológico estará fundido com o eletrônico, e que serão “condenados” à eternidade; as máquinas inteligentes, mas submissas à categoria anterior; e, os humanos normais, mortais, finitos e cada vez mais “desnecessários” à produção (Nascimento 1994), vivendo da renda mínima. Como se comportarão os humanos engajados no processo produtivo dos quais se extrai os impostos para pagar a renda mínima aos milhões de humanos que estarão fora do mercado de trabalho? Em um contexto dessa natureza, a tendência de considerar a classe dos inúteis como inferiores não é de todo impensável. E se isso vier a acontecer, os fundamentos a modernidade, de que deveremos ser considerados como iguais perante a lei, tenderão a se esgarçar e desaparecer, e com eles a democracia e a sociedade moderna. E os humanos excluídos do processo produtivo pelas máquinas não reagirão de forma idêntica aos artesãos no início da revolução industrial?

É plausível pensar que nessa situação o grande medo não se focalizará mais nas consequências da crise ambiental, e sim na ruptura da modernidade, com a criação do que Buarque (1993) chamava de dissemelhança: de um lado, seres quase “imortais” e superiores, e de outro lado, seres finitos, inferiores. A ideia de igualdade, criado pela modernidade, desaparecerá, e ela junto. Ou, se quisermos ser poéticos, assistiremos à consagração da visão de Nietzsche do super-humano. Nessa hipótese o grande medo da crise ambiental, traduzido em aquecimento global, será substituído pelo grande medo do fim da modernidade, cujos arcabouços datam do século XVIII.

O senão desta hipótese é que as previsões quanto ao desenvolvimento e disseminação das novas tecnologias sofrem da ansiedade natural dos autores dos prognósticos e da incerteza temporal e efetiva da trajetória das criações⁵. No campo das inovações tecnológicas alguns trajetos correm

⁵ Vide, a este respeito, o Ted Talk de Ray Kurzweil, de 2005.

velozmente (inteligência artificial) enquanto outros patinam (sequestro de carbono). A desmaterialização e a descarbonização da economia nem sempre têm sucesso, em face do crescimento demográfico e, sobretudo, da ascensão de segmento populacionais à economia de mercado, como novos consumidores. Assim, a tensão entre a superação dos problemas ambientais por meio de inovações tecnológicas emergentes e disruptivas pode não ter sucesso, mas é uma hipótese, cujos indícios são suficientemente fortes para ser considerada e acompanhada.

REFERÊNCIAS

- Almeida LT 2012. Economia verde: a reiteração de ideias à espera de ações. *Estudos avançados*, 26(74): 93-103.
- Almeida ML 2018. *O que é economia verde? Mapeando a disputa pelo conceito*. Dissertação de Mestrado. Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável/Universidade de Brasília.
- Bastos TR 2015. 15 usos de drones na agricultura e na pecuária. *Globo Rural*, Editora Abril. [acessado em Jan 2018]. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2015/05/15-usos-de-drones-na-agricultura-e-na-pecuaria.html>.
- Bauman Z 2001. *Modernidade líquida*. Zahar, São Paulo.
- Beck U 2001. *La société de risque. Sur la voie d'une autre modernité*. Aubir, Paris.
- Bernardi AC, Naime JM, Resende AV, Bassoi LH, Inamasu RI 2014. *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar*. Embrapa, Brasília.
- Bhat ZF, Kumar S, Hina F 2015. In vitro production: Challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2):241-248.
- Bourdieu P 2012. *Sur l'Etat*. Paris, seuil.
- Brundtland GH 1987. *Our Common Future*. 1.ed. World Commission on Environment and Development, Geneva.
- Buarque C 1993. *O que é apartação: o apartheid social no Brasil*. Brasiliense, São Paulo.
- Castells M 1998. *L'ère de l'Information*. Vol.1. La société en réseaux. Fayard, Paris.
- Coppin B 2015. *Inteligência artificial*. LTC, Rio de Janeiro.
- Datar I, Betti M 2010. Possibilities for an in vitro meat production system. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1):13-22.
- Dettinger M [homepage na internet]. Let's go Solar Climate [acesso 2018]. *Change & Solar – The argument for Clean Energy Choices*. Disponível em: <https://www.letsgosolar.com/consumer-education/climate-change-solar/>.
- Evenson RE, Gollin D 2003. Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science*, 300(5620):758-762.

- FEM (Fórum Econômico Mundial) 2015. Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact. Survey Report. *Global Agenda Council on the Future of Software and Society*.
- Ford M 2016. *Robôs: a ameaça de um mundo sem emprego*. Bertrand editora, São Paulo.
- Frank M, Roehrig P, Pring B 2017. *What to Do When Machines Do Everything: How to Get Ahead in a World of AI, Algorithms, Bots and Big Data*. John Wiley & Sons, Nova Jersey.
- Georgescu-Roegen N 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Georgescu-Roegen N 2012. *O decrescimento: entropia, ecologia, economia*. Secnas, São Paulo.
- Gilding P 2011. *The great disruption*. Kobo editions, Canada.
- Harari YN 2016. *Homo Deus: uma breve história do amanhã*. Cia das Letras, São Paulo.
- Harari YN 2018. *21 lições para o século 21*. São Paulo, Cia das Letras.
- Hawking S 2017. 8 previsões de Stephen Hawking sobre o fim do mundo. Uol, Ciência e Saúde, 2017. [Acessado em Jan 2018]. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2017/11/28/10-previsoes-de-stephen-hawking-sobre-o-fim-do-mundo.htm>.
- Huesemann M, Huesemann J 2011. *Techno-fix: why technology won't save us or the environment*. New Society Publishers, Canadá.
- Jackson RB, Canadell JG, Le Quéré C, Andrew RM, Korsbakken JI, Peters GP, Nakicenovic N 2015. Reaching peak emissions. *Nature Climate Change*, 6(1):7-10.
- Jornal Valor Econômico 2018. A cotação do preço (USD) por barril (Brent). [Acessado em Set 2018]. Disponível em: <https://www.valor.com.br/valor-data/tabela/5854/petroleo>.
- Kallis G 2011. In defence of degrowth. *Ecological Economics*, 70(5):873-880.
- Kurzweil R 2005. *The singularity is near: When Humans Transcend Biology*. Viking, Londres.
- Latouche S 2006. *Le pari de la Décroissance*. Fayard, Paris.
- Latouche S 2009. *Pequeño tratado del decrecimiento sereno*. Icaria, Barcelona.
- Liberation. [homepage na Internet]. Une France avec 100% de energie removable. [Acesso 2017] Disponível em: <http://www.liberation.fr/futurs/2017/01/25/une-france-sobre-en-energie-et-100-renouvelables-en-2050-les-pistes-tres-concretes-de-negawatt1543793>.
- Lopez-Portillo Romano JR 2018. *La gran transición. Retos y oportunidades del cambio tecnológico exponencial*. FCE, Mexico.
- Martinez-Alier J 2012. Justiça ambiental e decrescimento econômico: a aliança dos dois movimentos. In P Léna, EP Nascimento. *Enfrentando os limites do crescimento: Sustentabilidade, decrescimento e prosperidade*. Garamond, Rio de Janeiro.

Martínez-Alier J, Pascual U, Vivien FD, Zaccai E 2010. Sustainable de-growth: Mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. *Ecological Economics*, 69(9):1741–1747.

Mishra D [homepage na Internet]. Advisian [publicação fev 2018; acesso 2018]. *The cost of desalination*. Disponível em: <https://www.advisian.com/en-us/global-perspectives/the-cost-of-desalination>.

Nascimento EP 1994. Hipóteses sobre a nova exclusão social: dos excluídos necessários aos excluídos desnecessários. *Caderno CRH*, 7(21):29-47.

Nascimento EP 2012. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. *Estudos avançados*, 26(74):51-64.

Nascimento EP, Colares G 2009. *Décroissance: qual a consistência?* Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/VIII/GT3-32-104-20090717100030.pdf>.

ONU [homepage na Internet]. Nações Unidas Brasil [publicação mar 2016; acesso 2018]. *Brasil é um dos dez maiores investidores em energia renovável do mundo, aponta relatório do PNUMA*. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/brasil-e-um-dos-dez-maiores-investidores-em-energia-renovavel-do-mundo-aponta-relatorio-do-pnuma/>.

Orwell G 2009. *1984*. Cia das Letras, São Paulo.

Pachauri RK, Meyer L (eds.) 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.

Ripple WJ, Wolf C, Newsome TM, Galetti M, Alamgir M, Crist E, Mahmoud MI, Laurance WF 2017. World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *BioScience*, 67(12):1026–1028.

Rossi P 1999. *Naufrágios sem espectador. A ideia de progresso*. Ed. Unesp, São Paulo.

Salmon JM 2002. *Um mundo a grande velocidade*. Ambar, Porto.

Schwab K 2016. *A quarta revolução industrial*. Edipro, São Paulo.

Shiva V 2016. *The violence of the green revolution: Third world agriculture, ecology, and politics*. University Press of Kentucky, Kentucky.

Solomon S, Qin D, Manning M, Marquis M, Averyt K, Tignor MMB, Miller Jr. HLR, Chen Z (eds.) 2007. *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Canadá.

Solow RM 1988. Growth Theory and After. *The American economic review*, 78(3):307-317.

Solow RM 2000. *Growth theory: an exposition*. Oxford University Press, Oxford.

Talbot D 2015. Megascale Desalination: The world's largest and cheapest reverse-osmosis desalination plant is up and running in Israel. *MIT Technology Review*.

Tendler S 2014. *O veneno está na mesa I e II*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mIwsVL75m8c> e <https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4>.

The Guardian 2016. *China coal consumption drops again*. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2016/feb/29/china-coal-consumption-drops-again>.

The Guardian 2018. *New York City plans to divest \$5bn from fossil fuels and sue oil companies*. Disponível em: <https://www.theguardian.com/us-news/2018/jan/10/new-york-city-plans-to-divest-5bn-from-fossil-fuels-and-sue-oil-companies>.

The New York Times 2018. *China's Emissions: More Than U.S. Plus Europe, and Still Rising*. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2018/01/25/business/china-davos-climate-change.html>.

Thrun S 2002. *Robotic mapping: a survey*. In B Nebel, G Lakemeyer. *Exploring Artificial Intelligence in the New Millennium*. Morgan Kaufmann, San Diego.

WMO (World Meteorological Organization) 2017. *Greenhouse Gas Bulletin*. Número 13. Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4022.

Zanoni M, Ferment G 2011. *Transgênico para quem? Agricultura, Ciência, Sociedade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

Can Technological Innovations Change the Nature of the Environmental Crisis?

ABSTRACT

Every society experience, in their imaginary, a great fear, that changes with time. In the middle of the last century, the great fear was the atomic war. Currently, it is the environmental crisis. The world is on the verge of changing its great fear due to the speed of technological innovation, with intelligent machines that modify our way of producing, consuming and our lifestyle. The following hypothesis is outlined: if the predictions of most technological innovations are achieved in the next two or three decades, our imaginary will experience a shift, with the end of the threat of the environmental crisis and the emergence of a new threat from a world without work, but with an abundance of goods produced by machines. The fear of global warming can be replaced, therefore, by the fear of the end of equality, with the creation of dissimilarity among productive humans and the useless class. The breach of the principle of equality would bring with it the threat of disruption in the foundations of modern society. This is not a prophecy, but a simple hypothesis of the future.

Keywords: Technological Innovations; Environmental Crisis; Sustainable Development.

Submissão: 01/10/2018

Aceite: 14/03/2019