

Inovações tecnológicas



Por **FERNANDO NOGUEIRA DA COSTA***

Há contradições na “revolução elétrica”. A produção de baterias é altamente poluente e intensiva em trabalho precário na mineração. A infraestrutura de recarga ainda é desigual, com risco de aprofundar desigualdades territoriais

1.

No século XXI, as inovações tecnológicas mais importantes transformaram profundamente tanto as forças produtivas (meios de produção e trabalho) quanto os bens de consumo e serviços. Embora nós tendemos a naturalizá-las por acostumarmos com seu uso cotidiano, é possível lembrá-las em três dimensões: infraestrutura produtiva, consumo e serviços.

Quanto às forças produtivas (infraestrutura, produção e trabalho), vem à mente de imediato a impressionante automação (e detestáveis secretárias eletrônicas impessoais tipo “clique o número”) e a robótica avançada. Permitiram a substituição de trabalho humano em indústrias e logística com o aumento da produtividade e menor custo laboral.

A Inteligência Artificial e o *machine learning* [aprendizado de máquina] fazem o processamento massivo de dados, predição, automação cognitiva. Com tudo isso, houve a reorganização do trabalho técnico e criativo.

A Internet das Coisas (IoT) fez a integração entre máquinas, sensores e redes. Permitiu o controle em tempo real de cadeias produtivas.

A biotecnologia e a engenharia genética ampliaram novas fronteiras na agricultura (OGMs), medicina personalizada e biofabricação, por exemplo, carne cultivada ou vegana. OGM significa Organismo Geneticamente Modificado. São seres vivos cujos genes foram alterados por engenharia genética, ou seja, por técnicas modificadoras do DNA ou RNA de um organismo. Esta alteração é realizada para conferir ao organismo características desejadas, como resistência a pragas, maior produção ou melhor qualidade nutricional.

2.

Tecnologias verdes referem-se às energias renováveis, baterias de lítio, eficiência energética e descarbonização produtiva.

A Impressão 3D (manufatura aditiva) permite a produção descentralizada, sob demanda, de peças e objetos customizados.

A computação em nuvem e redes 5G levaram à aceleração da digitalização produtiva, plataformas logísticas e

a terra é redonda

descentralização do trabalho. Daí foram criados o *home office* (trabalho remoto) e a *gig economy* (Economia de Bicos): é um modelo de trabalho onde a maioria das atividades são realizadas por trabalhadores independentes, *freelancers* ou autônomos.

Eles são contratados para projetos específicos ou tarefas de curta duração. Em vez de ter um emprego tradicional de tempo integral com benefícios, estes profissionais são pagos por cada “*gig*” ou trabalho concluído.

Impressionante também foi o obsolescimento de bens de consumo substituídos por digitais e novos materiais. Os onipresentes são os *smartphones* e dispositivos móveis com a convergência de funções (comunicação, mídia, trabalho, bancária).

Ubiquidade digital refere-se à capacidade de estar presente em vários lugares e dispositivos, simultaneamente, permitindo indivíduos e empresas interagirem com seus públicos de forma contínua e em qualquer lugar. O termo se refere à presença direta e constante da informática e tecnologia no dia a dia das pessoas.

Outro de uso diário é o *streaming* capaz de oferecer entretenimento digital sob demanda. Houve a transformação da indústria cultural em música, cinema e TV sob demanda com algoritmos de curadoria com sugestões de acordo com o gosto do usuário.

A nova geração foi “capturada” por *games* e realidade aumentada/virtual. Fomentaram a nova economia do tempo livre, com mercados bilionários e ecossistemas sociais próprios.

Dentro de casa, os eletrodomésticos inteligentes permitem interatividade e automação doméstica, economia de energia e conectividade. É o caso das geladeiras IoT.

A moda não ficou de fora; hoje, é *fast fashion* digitalizada. Permite personalização, consumo acelerado e cadeias logísticas transnacionais com *big data*.

3.

Também os serviços (financeiros, logísticos, sociais) passam por grande desenvolvimento tecnológico. Por exemplo, os bancos digitais e *fintechs* levaram à maior bancarização e inclusão financeira, redução de custos bancários, crédito algorítmico.

O *e-commerce* e plataformas de marketplace estão destronando as lojas físicas, seja nas ruas, seja em shopping centers. Há redefinição do varejo, aumento da concentração de mercado por Amazon, Alibaba, Mercado Livre etc.

Outro serviço tornou os taxis obsoletos. A plataformização do trabalho (Uber, Rappi, Airbnb etc.) leva à precarização sob retórica de empreendedorismo, informalidade digitalizada, mas, em curto prazo, o custo de oportunidade de deixar de praticá-lo e ficar preso à exploração do trabalho assalariado modificou-se.

Os serviços de saúde digitais (telemedicina, apps de saúde) também ampliaram a democratização do acesso. Os riscos são de desumanização e vigilância.

Finalmente, a educação à distância e as plataformas de ensino se tornaram muito mais lucrativas para o Ensino Privado e levaram à reconfiguração da mediação pedagógica com perda de qualidade e obtenção de diploma de maneira mais fácil e rápida. O consequente declínio da leitura de livros levou ao aumento da concentração editorial.

Essas inovações permitiram à intensificação da globalização digital, à vigilância algorítmica do cotidiano e à

reconfiguração das relações sociais e do trabalho em escala planetária. Mas também aprofundaram a desigualdade digital, o desemprego estrutural em setores industriais e a concentração de poder em *big techs* e plataformas globais.

Além dessas, a eletrificação de automóveis e outros veículos representa uma inovação tecnológica revolucionária para a indústria automobilística e a ecologia, em especial, quando analisada sistemicamente no contexto das forças produtivas, das cadeias globais de valor e das transições energéticas do capitalismo contemporâneo. Contudo, sua revolução não está apenas no motor elétrico em si (uma tecnologia do século XIX), mas sim na reconfiguração profunda imposta à toda a estrutura industrial e energética global.

Provoca uma mudança radical na cadeia de valor industrial. Motores elétricos têm menos peças móveis diante os motores a combustão (ICE). Reduz fornecedores tradicionais e altera a lógica da manutenção automotiva. Exige novas matérias-primas estratégicas (lítio, cobalto, níquel, terras raras), deslocando o poder geoeconômico para países com esses recursos como Chile, Argentina, Brasil, Bolívia, Congo, China.

Pressiona uma reconversão das montadoras tradicionais como GM, VW, Ford e Toyota, porque passam a enfrentar disrupção por novas entrantes (Tesla, BYD, Rivian, Nio). A transição força investimentos bilionários em novas plantas, pesquisa e requalificação da força de trabalho. Empresas de *software* e baterias (como Apple, Google e Xiaomi) entram na competição, hibridizando indústria automotiva e digital.

4.

Muito bem-vindo é o impacto sobre a matriz energética e a geopolítica ao elevar a demanda por energia elétrica limpa e infraestrutura de carregamento. Interfere nas receitas de países petroleiros, alterando o equilíbrio geopolítico. É peça-chave da descarbonização no “capitalismo verde”, usada como símbolo de modernização ambiental.

Enfim, redefine a experiência do consumidor e o *design* urbano. Carros elétricos são “computadores sobre rodas”, com atualizações de *software*, direção autônoma e integração em ecossistemas digitais. Pressionam para revisão de políticas urbanas, de tráfego e de regulação ambiental.

Entretanto, há contradições nessa “revolução elétrica”. A produção de baterias é altamente poluente e intensiva em trabalho precário na mineração. A infraestrutura de recarga ainda é desigual, com risco de aprofundar desigualdades territoriais. Pode ser usada para reproduzir o mesmo modelo individualista de mobilidade, ao invés de promover transporte público sustentável.

A eletrificação veicular representa uma revolução silenciosa, mas estrutural, comparável à substituição do vapor pelo motor a combustão. Vai além de uma mudança de propulsão, porque é um novo regime industrial-tecnológico e energético, com potenciais transformadores e contradições sistêmicas profundas.

***Fernando Nogueira da Costa** é professor titular do Instituto de Economia da Unicamp. Autor, entre outros livros, de *Brasil dos bancos* (EDUSP). [<https://amzn.to/4dvKtBb>]