

Qual é o lugar da inteligência artificial na história?¹

Carlota Perez²

Resumo

A inteligência artificial é quase, certamente, revolucionária no sentido de que dará origem a novas plataformas tecnológicas, transformará ou eliminará muitas indústrias e criará novas. Mas deve ser entendida como parte de uma revolução tecnológica maior e mais madura que começou há meio século: a revolução da tecnologia da informação e comunicação (TIC). Neste artigo, a autora examina o lugar da IA desde uma

Abstract

Artificial intelligence is almost certainly revolutionary in the sense that it will give rise to new technological platforms, transform or eliminate many industries, and create new ones. However, it should be understood as part of a larger and more mature technological revolution that began half a century ago: the Information and Communication Technology (ICT)

-
- ¹ Este artigo foi originalmente publicado na edição de inverno da *PS Quarterly* (11 de março de 2024), revista impressa e digital do *Project Syndicate*. Disponível *on-line* em: <https://www.project-syndicate.org/magazine/ai-is-part-of-larger-technological-revolution-by-carlota-perez-1-2024-03>. Acesso em: 30 ago. 2024). © Project Syndicate – reproduzido com permissão. Tradução de Caetano C. R. Penna [entre colchetes, expressões originais em inglês].
- ² Professora honorária do Instituto para Inovação e Propósito Público da *University College London* (Reino Unido) e da Unidade de Pesquisa em Política Científica (SPRU), Universidade de Sussex (Reino Unido); professora visitante da *London School of Economics* (Reino Unido); professora de Tecnologia e Desenvolvimento do Departamento Ragnar Nurkse de Inovação e Governança, TalTech (Estônia); e acadêmica residente da *Anthemis* (Reino Unido).

perspectiva histórica mais ampla sobre a dinâmica da evolução de tecnologias disruptivas e discute as implicações dessa perspectiva para políticas públicas e direcionamento do potencial da IA para benefícios sociais e ambientais.

Palavras-chave: Inteligência artificial (IA). Revolução tecnológica. Tecnologias de informação e comunicação (TIC). Destruição criativa. Políticas públicas moldadoras de mercado.

revolution. In this article, the author examines the place of AI from a broader historical perspective on the dynamics of disruptive technology evolution and discusses the implications of this perspective for public policies and directing AI's potential towards social and environmental benefits.

Keywords: Artificial intelligence (AI). Technological revolution. Information and communication technologies (ICT). Creative destruction. Market-shaping public policies.

1. Introdução

Todos estão falando sobre inteligência artificial (IA) como se ela representasse a próxima revolução tecnológica. Na verdade, é melhor entendê-la como um desenvolvimento-chave dentro da revolução das tecnologias de informação e comunicação (TIC), que começou na década de 1970 com o microprocessador e que continua evoluindo. Essa revolução deu um segundo salto nos anos 1990, quando o governo dos Estados Unidos entregou a internet ao setor privado, intensificando tanto a inovação quanto a globalização.

A IA pode plausivelmente continuar essa evolução e representar um terceiro salto tecnológico da revolução em curso. Mas o mais importante a reconhecer hoje é que as TIC já nos trouxeram ao limiar dos anos dourados [*golden age*]. Reconhecer esse potencial depende de se entender o papel crucial das políticas públicas moduladoras de mercados [*market-shaping public policy*] na melhoria dos resultados sociais durante todas as revoluções tecnológicas anteriores. Sem isso, tanto a IA quanto as TIC, de forma mais ampla, não alcançarão seu potencial de proporcionar progresso social e ambiental abrangente.

Por que a IA em si não representa uma nova revolução tecnológica? Essa questão não é tão pedante quanto pode parecer. Estar no meio de uma revolução tecnológica ou no início de outra traz grandes implicações para a gestão de estratégias de desenvolvimento e para a formulação de políticas públicas. Como argumento em *Revoluções tecnológicas e capital financeiro: a dinâmica de bolhas e anos dourados* [*Technological Revolution and Financial Capital: the Dynamic of Bubbles*

and Golden Ages – sem edição traduzida ao português] (PEREZ, 2002), as primeiras décadas de cada revolução são tempos turbulentos de destruição criativa³ em toda a economia, não apenas em alguns setores. São períodos em que o Estado se retira e permite que os mercados financeiros apoiem a experimentação daqueles que estão explorando o desconhecido.

Durante esses períodos de destruição criativa, novas tecnologias geram e eliminam empregos e a demanda por certas habilidades. Geralmente, assiste-se ao surgimento e à ascensão de indústrias e regiões inteiras, ao mesmo tempo em que outras desaparecem – politicamente, este último efeito cria um terreno fértil para o populismo. Entretanto, uma vez que o potencial de uma revolução é compreendido e uma vez que a estabilidade social está em jogo, uma série de instituições e regulamentações apropriadas deve ser introduzida para orientar as tecnologias constituintes da revolução em direção a ganhos sociais máximos. A forma como se situam as inovações na história, portanto, importa para como investidores, empresas, governos e famílias tomam decisões econômicas.

Desde a introdução dos computadores, a noção de mudança tecnológica ocorrendo por meio de revoluções tornou-se amplamente aceita. Tudo, desde tecnologias verdes e criptomoedas até IA, já foi considerado uma revolução, devido ao potencial dessas inovações de romperem muitas partes da economia.

Todavia, uma tecnologia revolucionária não é a mesma coisa que uma revolução tecnológica. A IA é quase, certamente, revolucionária no sentido de que dará origem a novas plataformas tecnológicas, transformará ou eliminará muitas indústrias e criará novas. Todavia, pertence a uma revolução tecnológica muito maior que ainda está no meio de seu processo de difusão, tendo já passado por duas grandes fases de inovação. A primeira foi baseada em microprocessadores, computadores e *software*, e a segunda na internet e na globalização que ela possibilitou.

IA, robótica e a internet das coisas (IoT, do inglês *internet of things*) podem muito bem constituir um terceiro capítulo. Mas o ponto crucial é que a IA depende da internet que, por sua vez, depende de microprocessadores poderosos e computadores. Todos fazem parte da transformação digital, que gira em torno de tecnologias que estão mecanizando o trabalho mental, em vez do manual. Extrapolando para o futuro, pode-se imaginar que a próxima revolução tecnológica poderia ser uma *onda* de inovação combinando IA com biotecnologia e uma constelação de novos materiais. Mas, ainda, pode-se vê-los evoluindo dentro do contexto de uma era dourada das TIC.

3 Nota do tradutor: conceito desenvolvido pelo economista Joseph Schumpeter na obra *Capitalismo, socialismo e democracia* (SCHUMPETER, 2017 [1912]), que descreve o processo pelo qual inovações disruptivas levam ao surgimento de novas indústrias e a transformação radical das existentes, resultando na obsolescência de algumas tecnologias, modelos de negócios e empregos. Esse processo é inerente à dinâmica do capitalismo, impulsionando o desenvolvimento ao mesmo tempo em que provoca mudanças significativas nas estruturas econômica e social.

2. Paralelos históricos

A revolução da TIC tem durado muito mais do que as anteriores. Para entender o porquê, é necessário começar com uma definição básica. Como coloco no meu livro:

Uma revolução tecnológica pode ser definida como um *cluster* poderoso e altamente visível de novas e dinâmicas tecnologias, produtos e indústrias, capaz de provocar uma reviravolta em todo o tecido econômico e de impulsionar uma ondata⁴ de desenvolvimento de longo prazo. É uma constelação fortemente inter-relacionada de inovações técnicas, geralmente incluindo um importante insumo de baixo custo e onipresente, frequentemente uma fonte de energia, às vezes um material crucial, além de produtos e processos novos significativos e uma nova infraestrutura. Esta última geralmente muda a fronteira de transporte e comunicações em termos de velocidade e confiabilidade, enquanto reduz drasticamente seu custo. (PEREZ, 2002, p. 8)

A frase-chave aqui é “constelação fortemente inter-relacionada de inovações técnicas.” Foi isso que transformou economias e sociedades durante a revolução industrial a partir da década de 1770; a era do vapor e das ferrovias a partir da década de 1830; a era do aço, da eletricidade e da engenharia pesada a partir da década de 1870; a era do petróleo, do automóvel e da produção em massa a partir da década de 1910; e a atual era da TIC desde a década de 1970. Nenhuma tecnologia isolada, por mais poderosa que seja, pode impulsionar “uma ondata de desenvolvimento de longo prazo”.

3. O que há em uma revolução?

Revoluções tecnológicas não são apenas sobre tecnologia. Elas também envolvem grandes transformações dentro do governo e da sociedade. No contexto atual, a ascensão generalizada do populismo é típica de um ponto de virada intermediário na difusão de uma revolução tecnológica, assim também o é o estabelecimento de novos monopólios ou oligopólios gigantes.

⁴ Nota do tradutor: tradução do inglês “surge”, que usualmente se traduz para o português como “surto”, “levante” ou “onda”. Entretanto, durante conversa sobre a melhor forma de traduzir ao português, a autora mostrou-se crítica a essas traduções: por um lado, “surto” e “levante” trazem conotações negativas, por serem utilizadas no contexto de epidemias e pandemias e de movimentos militares, respectivamente, por outro, “onda” traz a conotação de um fenômeno único e, em economia, está associado à teoria da onda longa de Kondratiev (longos ciclos econômicos). Assim, sua preferência é pela tradução “ondada”, termo análogo ao espanhol “oleada” (utilizado nas traduções de sua obra seminal ao castelhano, sua língua materna), e que significa “grupo, quantidade de ondas” (na primeira acepção do dicionário Houaiss). Nesse sentido, o emprego de “ondada” busca, por um lado, transmitir a ideia de uma sequência de eventos ou fenômenos que ocorrem de maneira cíclica ou repetitiva, por outro, captar também a noção metafórica de um grupo de ondas de diferentes magnitudes que surgem em sucessão com o advento de uma revolução tecnológica.

A destruição criativa – o processo de substituição de tecnologias antigas na economia por outras radicalmente novas – tem muitas vítimas, e o populismo prospera com o ressentimento que a destruição semeia. O apoio ao fascismo e ao comunismo foram casos extremos desse fenômeno básico: floresceram na década de 1930, durante a revolução da produção em massa, que começou em 1913 com a linha de montagem de Henry Ford e alcançou sua plena implantação no estado de bem-estar social durante o *boom* do pós-guerra (1945-1971). Nenhuma inovação isolada, por mais poderosa que seja, pode produzir efeitos tão amplos.

Como uma grande inovação que se encaixa em uma revolução tecnológica em curso, os últimos avanços em IA são análogos à introdução dos plásticos no meio da revolução da produção em massa. Com o desenvolvimento industrial do poliestireno (o plástico usado em talheres descartáveis e milhares de outros produtos), *nylon* e borracha sintética (para pneus de carros), as economias avançadas da década de 1930 perceberam o incrível potencial dos petroquímicos. As implicações dessas tecnologias eram profundas, embora as consideremos garantidas hoje. Como a IA, os materiais sintéticos tinham usos quase infinitos. Logo penetraram em todas as indústrias, desde têxteis até construção, substituindo materiais naturais, mudando métodos de produção, reduzindo custos de embalagem e incentivando a descartabilidade. Isso inevitavelmente deslocou muitas habilidades humanas e destruiu as economias de vários países exportadores de materiais. No entanto, embora os sintéticos fossem uma tecnologia revolucionária, não eram uma revolução tecnológica.

Um exemplo igualmente impressionante é a introdução da eletrificação durante a era do aço e da engenharia pesada, a partir da década de 1870. Durante esse período – que pode ser visto como a primeira globalização –, o “rei carvão” e a máquina a vapor foram ameaçados por uma nova forma de fornecimento de energia que poderia libertar as fábricas de extensas redes de correias transportadoras. Cada máquina poderia se conectar diretamente à rede, e logo as ferrovias poderiam operar sem o perigo e o inconveniente do vapor.

Grandes mudanças se seguiram, incluindo um aumento nos tamanhos das plantas e maior confiabilidade no ritmo de produção. A iluminação tornou-se uma característica definidora da *Belle Époque* que se seguiu, com teatros, *music halls*, hotéis, restaurantes e ruas da cidade zumbindo sob iluminação segura. Os bondes elétricos permitiram que as cidades crescessem muito mais (carros ainda eram um item de luxo, ao lado de cavalos e bicicletas), e substituir a hidráulica pela eletricidade (e cabos de aço fortes) permitiu a construção de arranha-céus. Eventualmente, à medida que essa difusão se generalizou, a eletricidade mudou a vida de cada indivíduo – as casas, por exemplo, tornaram-se muito mais seguras sem velas e lâmpadas de querosene.

Certamente, parecia uma revolução. Mas a eletricidade dependia da disponibilidade de aço barato, sem o qual nem equipamentos elétricos nem cabos de distribuição de longa distância teriam sido possíveis. A partir da década de 1890, a engenharia elétrica tornou-se mais um ramo dentro da revolução do aço e da engenharia pesada, ao lado das indústrias metalúrgica, química, civil e naval.

Há também exemplos anteriores. Na década de 1860, no meio da era do ferro, do vapor e das ferrovias, surgiu o aço Bessemer para substituir o ferro quebradiço e propenso à ferrugem, permitindo um salto surpreendente no poder e na velocidade dos motores. Não só os trens podiam ir mais longe e mais rápido, mas navios à vela gigantes podiam ser equipados com equipamentos mais seguros e poderosos, antes de finalmente se transformarem em navios a vapor. Inovações adicionais, como o processo de forno aberto, subsequentemente reduziram os custos ao ponto em que o aço poderia se tornar um fator-chave na terceira revolução, que dependia fortemente de motores a vapor de aço para transporte e comunicações transcontinentais e transoceânicos. Era impressionante e transformador, mas ainda não uma revolução.

4. Conclusão: uma revolução na encruzilhada

Assim, cada revolução tecnológica cria as condições para uma sucessão de tecnologias revolucionárias que aparecerão, se combinarão para formar sistemas tecnológicos e se tornarão amplamente difundidas. Essa sequência nos ajuda a ver onde a IA está hoje. Em cada caso, a nova tecnologia ou se mistura diretamente em um processo maior, como os materiais petroquímicos fizeram, ou serve como precursora do que está por vir. Foi o que aconteceu com o aço e a eletricidade em seu tempo, e com os primeiros computadores nas décadas de 1950 e 1960, antes de se tornarem centrais para a revolução da TIC após os avanços nos microprocessadores.

A IA certamente se tornará uma parte integral da atual revolução digital e também poderia preparar o terreno para avanços em biotecnologia, nanotecnologia e outros campos que podem estar no centro de uma eventual sexta revolução.

É compreensível que a maioria das pessoas considere as novas IAs como o início de uma nova revolução. Afinal, a revolução da TIC já abrangeu gerações, produzindo tecnologias sucessivas que abriram oportunidades para milhares de empreendedores tentarem a sorte de se tornarem bilionários. Cada uma dessas etapas destruiu empregos e criou novos, e apenas aqueles que já eram adolescentes em 1971 podem se lembrar de como a era atual começou.

A maturidade da revolução da TIC implica que deveríamos saber como gerenciá-la agora. Mas sua trajetória permanece altamente contingente porque as tecnologias sempre podem evoluir

em direções imprevistas. Em alguns casos, elas podem ajudar a direcionar uma economia para um crescimento mais sustentável e inclusivo. Mas se não forem adequadamente direcionadas, podem produzir resultados cada vez mais disfuncionais. Imagine uma economia cada vez mais desigual em que muitos passam seu tempo no metaverso, enquanto as mudanças climáticas correm desenfreadas.

Um ponto de partida óbvio é subsidiar investimentos que moverão a tecnologia em uma direção mais verde e regular indústrias e plataformas para abordar danos sociais conhecidos. Mas o objetivo real deveria ser conter o capitalismo rentista, reconectando o sistema financeiro com a economia real. Isso forçaria uma mudança nos mercados de capitais, que estão cada vez mais funcionando como um cassino global.

Em princípio, redirecionar as finanças para formas de crescimento mais justas, mais verdes e socialmente mais benéficas poderia inaugurar os anos dourados das TIC que têm sido possíveis há muito tempo. No entanto, enquanto as tecnologias estão lá, a política não está. Enquanto isso, afundaremos mais em uma realidade caracterizada por polarização de renda, populismo autocrático, inovação desperdiçada, desastres relacionados ao clima e um tsunami de migrações desesperadas.

Esse cenário sombrio não é pior do que o da década de 1930, que provocou respostas ousadas e proativas dos governos. Políticas inovadoras projetadas para moldar a revolução da produção em massa prepararam o terreno para a suburbanização, a Guerra Fria, o estado de bem-estar social e a estrutura de estabilidade internacional de Bretton Woods. Hoje, um conjunto equivalente de instituições modernas, adequadas à revolução da TIC, poderia inclinar o campo de jogo para um crescimento global digital, verde, justo e estável. A IA como tecnologia se misturará e se baseará nas outras inovações definidoras da revolução da TIC. É necessário implantar todas as ferramentas que o Estado tem à sua disposição para moldar a revolução, tornando lucrativo para os inovadores fazer o certo para a economia, para a sociedade e para o meio ambiente.

A IA – junto com robótica, *IoT*, computação quântica, edição genética CRISPR e todas as outras tecnologias possibilitadas pela poderosa microeletrônica e pela internet – certamente desempenhará papel importante na formação do futuro. Mas, se o desenvolvimento da IA se desenrolar em um sistema em que os mercados financeiros permanecem desregulados e desacoplados da economia real, é improvável que nos mova em uma direção mais sustentável ambientalmente, socialmente ou politicamente. Mudar esse contexto político-econômico mais amplo tornou-se a tarefa mais urgente do nosso tempo.

5. Referências

PEREZ, C. **Technological revolutions and financial capital**: the dynamics of bubbles and golden ages. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: E. Elgar Pub., 2002. xix, 198 p. p. 1840649224.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Tradução de: Luiz Antônio Oliveira de Araujo. São Paulo: Editora Unesp, 2017 [1912].

