

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UM NOVO  
PARADIGMA TECNOLÓGICO?**

RENAN SILVA FIGLIUZZI

matrícula nº 112133470

ORIENTADORA: Prof. Marina Szapiro

CO-ORIENTADOR: Prof. Manuel Gonzalo

OUTUBRO 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UM NOVO  
PARADIGMA TECNOLÓGICO?**

---

RENAN SILVA FIGLIUZZI

matrícula nº 112133470

ORIENTADORA: Prof. Marina Szapiro

CO-ORIENTADOR: Prof. Manuel Gonzalo

OUTUBRO 2018

*As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor*

## RESUMO

A proposta do presente trabalho consiste em caracterizar o conceito de Inteligência Artificial como um Paradigma Tecnológico. Com base numa análise histórico-analítica, serão apresentados e esclarecidos três conceitos-chave: revoluções tecnológicas, paradigmas tecnológicos, desemprego tecnológico. A relação destes três conceitos, auxiliados por outros paralelos (como: destruição criativa, ondas de desenvolvimento, *forging ahead* e *falling behind*) trarão à luz uma discussão corriqueira no campo acadêmico.

## INDÍCE

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE REVOLUÇÕES E PARADIGMAS TECNOLÓGICOS .....</b>	<b>7</b>
I.1 – Expandindo Schumpeter: revoluções tecnológicas.....	7
I.1.1 – As cinco Revoluções Tecnológicas.....	8
I.2 – Crises e impactos no emprego .....	12
I.2.1 – Momentos de instabilidade: ondas de desenvolvimento .....	12
I.2.2 – Trabalhadores e o emprego .....	13
I.3 – Falling behind, forging ahead e good match .....	14
I.4 – Estado, Sistema Nacional de Inovação e Paradigmas Tecnológicos .....	16
I.4.1 – Estado Empreendedor.....	18
<b>CAPÍTULO II – DESEMPREGO TECNOLÓGICO.....</b>	<b>19</b>
II.1 – Ricardo e o desemprego tecnológico.....	20
II.2 – Uma defesa a linha dos clássicos: Fogaça e Salm.....	22
II.3 – A visão neo-schumpeteriana de desemprego tecnológico .....	24
<b>CAPÍTULO III – CONCEITUANDO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL .....</b>	<b>27</b>
III.1 – Reflexão sobre a IA como um novo paradigma tecnológico.....	31
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>

## INTRODUÇÃO

O conceito de Inteligência Artificial (IA) tem ganhado bastante espaço no decorrer do século XXI. Aliado a isto, surge sempre o questionamento de que esse avanço tecnológico gerará toda uma revolução na estrutura da sociedade. Porém esta discussão não é recente. Ao longo da história, cada novo boom tecnológico sempre trouxe consigo esta insegurança e dúvidas para muitos indivíduos.

O objetivo geral do presente trabalho é analisar como a introdução da inteligência artificial pode se constituir em um novo paradigma tecnológico. Será feita uma contextualização histórica a luz de algumas ideias a respeito do emprego e das evoluções tecnológicas, tal como pensamentos sobre o surgimento de novos meios produtivos que auxiliam a reestruturação do mercado, aumentando (e impactando) assim seu grau de produtividade.

O primeiro capítulo será focado em apresentar conceitos da linha de pensamento neoschumpeteriana, onde os autores Carlota Perez e Chris Freeman serão os destaques. Neste sentido, os conceitos de revoluções tecnológicas e paradigma tecnológico serão os temas principais do capítulo, ao passo em que destes surgirão outros conceito, como: janela de oportunidades, ondas de desenvolvimento, *falling behind*, *forging ahead*, *good match* e etc.

No capítulo seguinte o tema principal será o de desemprego tecnológico. Serão referenciadas basicamente três linhas de raciocínio a respeito do tema: a visão clássica de David Ricardo, a visão geral dos neoschumpeterianos e uma visão de síntese aos clássicos por parte de Claudio Salm e Azuete Fogaça.

No terceiro capítulo haverá uma conjecturação do que de fato é a IA, como ela já está sendo utilizada no mercado de trabalho, seus impactos e seus benefícios. Na sessão seguinte, ainda no terceiro capítulo, será feita uma síntese a respeito de todos os conceitos principais apresentados até então ao longo do trabalho, com o intuito de finalmente chegar à pergunta que o trabalho pretende responder.

## **CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE REVOLUÇÕES E PARADIGMAS TECNOLÓGICOS**

Neste primeiro capítulo serão analisados os principais conceitos teóricos a respeito de revoluções tecnológicas, paradigmas tecnológicos e seus impactos na economia. Como base de apoio didático, serão utilizados os conceitos neoschumpeterianos – Perez e Freeman – a respeito do assunto.

### **I.1 – Expandindo Schumpeter: revoluções tecnológicas**

Ao longo da história, o processo de destruição criativa, acompanhado pelas invenções tecnológicas, deu margem à geração de uma enorme riqueza, contudo, também acabou por criar indesejáveis interrupções. Tal como salientado por Schumpeter (*Capitalismo, socialismo e democracia*, 1961), não foi a falta de ideias criativas que definiram os limites para o desenvolvimento econômico, mas sim os fortes interesses sociais e econômicos, promovendo o status tecnológico atual.

Segundo Schumpeter, o desenvolvimento econômico se manifesta através da mudança econômica gerada pelo processo de criação e destruição das inovações (ver em Schumpeter, 1961. cap. 7. p. 110). Esse processo, por sua vez, acontece na forma de ondas ou ciclos longos. Ciclos estes que advêm de um conjunto de inovações tecnológicas, as quais moldam o progresso econômico de um determinado período do tempo.

Contudo, autores como Carlota Perez e Freeman (1988) reforçam a negligência de Schumpeter com relação ao papel das Instituições. Uma vez que, ao se estabelecerem novas fontes de tecnologia, é necessária toda uma nova estrutura institucional compatível – a qual se difere das antecessoras. Nesta visão, o desenvolvimento econômico é caracterizado pelo processo de evolução e mudança econômica associada ao surgimento de novas tecnologias, instituições e indústrias, lado a lado com declínio de outras indústrias (antigas) e pela mudança permanente do sistema econômico. Esta linha de pensamento é o que culmina nas chamadas de revoluções tecnológicas.

*“Una revolución tecnológica puede ser definida como un poderoso y visible conjunto de tecnologías, productos y industrias nuevas y dinámicas, capaces de sacudir los cimientos de la economía y de impulsar una oleada de desarrollo de largo plazo. Se trata de una constelación de innovaciones técnicas estrechamente interrelacionadas, la cual suele incluir un insumo de bajo costo y uso generalizado – confrecuencia una fuente de energía, en otros casos un material crucial – además de nuevos e importantes productos, procesos, y una nueva infraestructura.” (PEREZ, 2004. p. 32).*

Uma revolução tecnológica pode geralmente ser definida como uma grande reviravolta do potencial de criação de riqueza da economia, abrindo um vasto espaço de oportunidades de inovação e fornecendo um novo conjunto de tecnologias genéricas associadas, infraestruturas e princípios organizacionais que podem aumentar significativamente a eficiência e a eficácia de todas as indústrias e atividades.

Com base em análises históricas, as revoluções tecnológicas nascem nos países industrializados e se propagam, futuramente, para as nações mais atrasadas. Dentro da perspectiva progressista, cada revolução tecnológica subsequente leva a uma intensa transferência do grupo de tecnologias existentes por técnicas melhores, tal como ao rejuvenescimento de setores industriais (FREEMAN; LOUÇÃ, 2001).

Entre cada nova revolução, tende a haver um insumo básico de baixo custo, geralmente uma fonte de energia, às vezes um material crucial, além de uma ou mais novas infraestruturas. Estas mudanças acabam gerando, ao longo do tempo, uma série de modos de crescimento distintos, o que traz consigo, a cada nova revolução tecnológica, um novo paradigma tecnológico. As tecnologias dominantes de uma época são fundamentais na formação do paradigma. O foco do conceito de uma revolução tecnológica recai sobre a maneira de fazer as coisas, nos hábitos de pensar, nas formas institucionais e organizacionais, e não apenas na tecnologia no estrito sentido do termo.

### **I.1.1 – As cinco Revoluções Tecnológicas**

Perez (2004) traça em sua obra uma linha do tempo de 1770 até os anos 2000 onde divide os períodos em cinco revoluções tecnológicas consecutivas.



**TABELA 1 – CINCO REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS E PARADIGMAS**

Revolução Tecnológica	Nome Popular da Época	Países ou país núcleo	Big-bang iniciador da Revolução	ANO
<b>PRIMEIRA</b>	Revolução Industrial	Inglaterra	Abertura da fiação de algodão de Arkwright em Cromford	1771
<b>SEGUNDA</b>	Era do Vapor e das Ferrovias	Inglaterra (espalhando-se pela Europa e os EUA)	Teste do motor a vapor Rocket para a ferrovia Liverpool-Manchester	1829
<b>TERCEIRA</b>	Era do aço, da eletricidade e da engenharia pesada	EUA e Alemanha superando a Inglaterra	Inauguração da siderúrgica Carnegie Bessemer em Pittsburgh, Pensilvânia	1875
<b>QUARTA</b>	Era do petróleo, do automóvel e da produção em massa	EUA e Alemanha (disputando a liderança mundial) transmitido para a Europa	Saída do primeiro modelo-T da fábrica Ford em Detroit, Michigan	1908
<b>QUINTA</b>	Era da informática e das telecomunicações	EUA (espalhando-se pela Europa e Ásia)	Anúncio do microprocessador Intel em Santa Clara, Califórnia	1971

(Fonte: Perez 2004)

Perez divide as “eras” respectivas de cada revolução tecnológica de acordo com o seu nome popular, o país onde se originou, o big-bang<sup>1</sup> que impulsionou a revolução e o ano.

A primeira revolução apontada por Perez se refere ao período da Revolução Industrial. Esta por sua vez ocorreu na Inglaterra, onde os teares mecânicos começaram a substituir o trabalho manual dos artesões. A principal fonte de energia vigente neste período ainda era a hidráulica (moinhos de água) tal como o comércio se interligava através de canais fluviais e estradas de carroça.

A segunda revolução se refere a era do vapor e estradas de ferro. Este período é caracterizado pela instalação de uma rede básica de linhas férreas e de máquinas movidas a vapor. As ferrovias possibilitaram a criação do telégrafo, o qual foi de grande

<sup>1</sup>“Um ‘atrator’ altamente visível precisa aparecer, simbolizando todo o novo potencial e capaz de estimular a imaginação tecnológica e empresarial de um grupo de pioneiros. Este atrator não é apenas um avanço técnico. O que o torna tão poderoso é que também é barato, ou que deixa claro que os negócios baseados nas inovações associadas terão custos competitivos. Esse evento é definido aqui como o big-bang da revolução.” (Penna, 2018).

utilidade naquela época. Aqui é onde se pode verificar o surgimento dos primeiros engenheiros mecânicos e civis.

A terceira revolução foi onde houve uma primeira abertura significativa aos mercados internacionais, tal como o crescimento de indústrias de base científica em engenharia eletricidade e aço. Neste período é onde os EUA e a Alemanha já conseguem ultrapassar em termos produtivos a Inglaterra. É o período histórico onde surgem as ferrovias de aço e o telefone

A quarta revolução foi onde surgiu o conceito de economia de escala (amparado pelo Fordismo), integração vertical e uso intensivo de energia e materiais sintéticos. Esta era foi onde surgiu o rádio e as rodovias, ao passo em que o petróleo se tornou uma fonte de combustível para os novos veículos gerados pelo Fordismo.

E finalmente a quinta revolução é onde surge o conceito da microeletrônica, descentralizando as atividades produtivas, firmando estruturas de rede, segmentando mercados e havendo uma maior colaboração entre empresas, firmando os conceitos de rede de dados e redes globais de P&D.

Ressalta ainda que cada revolução se deu inicialmente em um país específico, o qual exerceu o papel de líder mundial na etapa correspondente. Os pioneiros, por sua vez, acabam sempre usufruindo de maiores oportunidades e ganhos em relação aos que os que vêm em seguida (*forging ahead*<sup>2</sup>). Toda nova revolução tecnológica gera uma reformulação na infraestrutura, a qual se expande afim de se diferenciar da estrutura anterior – através de melhorias significativas. Novos ramos e novas tecnologias renovam as capacidades das empresas já instaladas, gerando novos parâmetros de investimento. Desse modo, as instituições se veem obrigadas a adotar mudanças significativas para adequar a sociedade a este novo patamar.

---

<sup>2</sup> Processo de disparidade mediante o avanço tecnológico ao longo do tempo. O conceito de *forging ahead* faz referência aos países pioneiros no desenvolvimento tecnológico, os quais, por sua vez, usufruem de benefícios em relação aos concorrentes atrasados.

*“La irrupción de un conjunto de nuevas industrias poderosas y dinámicas acompañadas por una infraestructura facilitadora, obviamente va a tener enormes consecuencias tanto en la estructura industrial como en las direcciones preferenciales de la inversión durante el periodo. Pero, como se indicó antes, los viejos modelos organizativos no pueden aprovechar todas las ventajas del nuevo potencial. Las nuevas posibilidades y sus requerimientos también desatan una profunda transformación en el 'modo de hacer las cosas' en toda la economía y más allá. Por lo tanto, cada revolución tecnológica ineluctablemente induce un cambio de paradigma.” (PEREZ, 2004. p. 41).*

O surgimento da televisão representou uma transformação significativa para a humanidade – gerou toda uma rede de indústrias que fabricam equipamentos de recepção e transmissão de sinal. A TV ainda fomentou uma renovação na produção e no consumo de publicidade, levando grandes empresas a anunciarem seus produtos através de uma nova mídia. Da mesma maneira se vê no mercado cinematográfico, ou mesmo o cenário musical. São mudanças que acabam interferindo diretamente na própria cultura da sociedade.

Novos produtos advindos de novas fases do processo das revoluções tecnológicas possuem uma longevidade de mercado mais dinâmica do que aqueles que foram implementados ainda na fase de maturidade. Isso se deve basicamente porque o espaço de oportunidades desse sistema se esgota, ou seja, as últimas inovações serão pouco efetivas. Outra razão para diminuir o dinamismo do mercado é o intenso aprendizado que ocorre dentro do sistema e as externalidades que resultam dele. Isso tende a reduzir o tempo de entrada destes novos produtos no mercado e facilitar a aceitação do usuário, diminuindo assim o ciclo de vida do produto e reduzindo o tempo de lucratividade.

Assumindo que o progresso técnico avança a partir de revoluções, ainda que aconteçam predominantemente nos países avançados, as inovações radicais, responsáveis por iniciar novos ciclos produtivos, abrem possibilidades de se reduzirem as diferenças de produtividade que separam as economias de industrialização retardatária das avançadas. Esse é um dos conceitos abordados por Perez (PEREZ, 2004. p. 42), chamado de “janela de oportunidade”.

## **I.2 – Crises e impactos no emprego**

### **I.2.1 – Momentos de instabilidade: ondas de desenvolvimento**

Segundo a linha neo-schumpeteriana de “destruição criativa”, para que um cenário de avanço e reestruturação produtiva exista, períodos de turbulência na economia são inevitáveis. Momentos de crise financeira recorrentes de uma nova Revolução Tecnológica são o que Perez (2004) denomina de *Gran Olleada de Desarrollo*. Esta por sua vez se estende a longo prazo, apresentando dois períodos. O primeiro seria o de “instalação” (que possui uma duração por volta de 20-30 anos), aonde integra mais duas fases dentro de si: a irrupção e a frenesi. A primeira fase é onde se verifica a irrupção de novas tecnologias, as quais anunciam o salto quântico de produtividade potencial. É também onde há uma sobreposição de entre as revoluções, onde a “antiga” revolução (já em maturidade) é sobreposta pela “nova”, a qual traz consigo uma “nova economia”. É um período composto por financiamento intensivo em novas tecnologias, desprezando ativos tradicionais. Aqui o capital financeiro se vê fortemente ligado para com a revolução em si. Já a frenesi é onde se forma uma bolha tecnológica-financeira, por conta do interesse em lucros ocasionado pela nova revolução. Por consequência há um crescimento dos setores-núcleo da revolução e da infraestrutura.

O segundo período é chamado de desprendimento. O mesmo também se divide em duas fases: sinergia e maturidade. Na fase de sinergia ocorre um crescimento coerente do grau de difusão da revolução, onde, por sua vez, se verifica uma dominância do capital produtivo em conjunto com uma plena expansão do potencial inovativo do mercado. Na maturidade é onde o cenário começa a se preparar para um novo big-bang. As oportunidades de investimento assumem um caráter decrescente, e a presença do dinheiro ocioso originário das fases anteriores começa a se mover para outras áreas, setores e regiões.

Para Freeman e Louçã (2001), o ajustamento conjunto das inovações tecnológicas e da sociedade, por meio da compreensão coletiva do paradigma e do planejamento ajustável do sistema institucional, viabiliza a obtenção de riqueza em

qualquer onda de desenvolvimento. Contudo, assim que a capacidade do paradigma se exaure e uma nova revolução surge, as antigas práticas integradas e as instituições são obrigadas a se reformular com o fim de se adaptar ao novo ciclo de desenvolvimento da revolução tecnológica seguinte.

### **I.2.2 – Trabalhadores e o emprego**

À medida que as Revoluções Tecnológicas reestruturam o cenário de produção, também trazem consigo a necessidade de uma reestruturação do mercado de trabalho, por conseguinte. Trabalhadores, ao longo do tempo, são obrigados a se adaptarem às novas necessidades de mercado, tal como o surgimento de novos mercados e a diversificação do portfólio de emprego.

*“Unless all individuals accept the ‘verdict’ of the market outcome, the decision whether to adopt an innovation is likely to be resisted by losers through non-market mechanism and political activism.”*  
(MOKYR, 2003. p. 4).

Trabalhadores tendem a resistir às novas tecnologias, na medida em que essas fazem suas habilidades obsoletas e irreversivelmente reduzem seus ganhos esperados. O equilíbrio entre a conservação do trabalho e o progresso tecnológico se reflete no equilíbrio de poder na sociedade, e como são distribuídos os ganhos do progresso tecnológico. É possível perceber esta dinâmica ao analisar a história das revoluções tecnológicas.

Uma característica importante das tecnologias de fabricação artesanal do século XIX é que elas foram em grande parte desqualificadas por conta do surgimento do maquinário têxtil, no final do século XVIII. O processo de desqualificação ocorreu, na medida em que o sistema de fábrica começou a substituir a loja do artesão, pegando ritmo de produção cada vez mais mecanizada, com a adoção da energia a vapor (COSTA, 2010). O trabalho que anteriormente era executado pelos artesãos, agora foi decomposto em instâncias menores, altamente especializadas, que requerem menos habilidades, mas mais trabalhadores. O objetivo era o de agilizar o processo de

fabricação dos produtos, aumentando assim a produção e exigindo menos know-how por parte dos artesãos.

Ao longo da segunda metade do século XIX já era possível perceber os moldes para novas diretrizes que a Segunda Revolução Industrial promovia. Inovações e descobertas nos setores da indústria química, elétrica, petróleo e aço pavimentavam um novo ambiente econômico-social para países como os EUA e Alemanha, que atingiram o patamar de potências industriais, rivalizando com França e Reino Unido. O setor manufatureiro obteve ganhos exorbitantes, crescendo de forma acelerada neste período. Essa Era de crescimento industrial transformou a sociedade americana, criando uma nova classe de empreendedores ricos e uma classe média cômoda. O aumento da indústria resultou em um crescimento da classe trabalhadora operária. No caso germânico, em meados do início do século XX, conseguiu ultrapassar os britânicos em termos de produção – mesmo estando em menor escala produtiva que os norte-americanos (FREEMAN; LOUÇÃ, 2001. cap. 7.7. p. 248-256).

Por outro lado, apesar dos avanços no ramo produtivo, a insegurança econômica tornou-se um modo básico de vida. À medida que as condições de trabalho haviam se tornado exaustivas (por conta das cargas de horas exageradas), pouquíssimo diversificadas e de alto risco (sem respaldo de proteções trabalhistas) taxas de mortalidade altas e nível de escolaridade decrescente eram cada vez mais presentes. Somado a isso, ainda ocorreriam as depressões da década de 1870 e da década de 1890 as quais só potencializaram a geração de milhões de desempregados e/ou salários reduzidos (FREEMAN; LOUÇÃ, 2001. cap. 7.7. p. 248-256).

### **I.3 – Falling behind, forging ahead e good match**

O crescimento econômico em qualquer revolução tecnológica é bem-sucedido somente se for seguido de uma pluralidade de mudanças institucionais atribuídas, por suposição, ao estímulo das capacidades tecnológicas autossuficientes das empresas nacionais. As atividades de aprendizado devem ser o foco da atenção analítica e de políticas futuras para o avanço nas trajetórias de desenvolvimento. O sucesso do

desenvolvimento dos países que usufruem do *forging ahead* exige esforços dos mesmos para aproveitar as oportunidades geradas pelos paradigmas. A forma como operam as instituições ao longo do tempo é o fator decisivo para que os países alcancem êxito no desenvolvimento tecnológico e produtivo.

Desde a revolução industrial até a atual era da informática e telecomunicações, aqueles países que conseguiram avançar nas trajetórias de crescimento com *forging ahead* em cada período histórico foram países que fizeram o ajuste institucional em conformidade com as necessidades das novas tecnologias. Enquanto os países que não avançam na formação das habilidades e no aprendizado tecnológico em conformidade com as novas tecnologias, historicamente, são países que exibem performances de baixo crescimento e seguem trajetórias de *falling behind*<sup>3</sup> na economia mundial (FREMAN; LOUÇÃ, 2001. cap. 7.7).

À luz da análise histórica, as nações que não efetivaram renovações institucionais capazes de se adequar aos novos paradigmas ficaram para trás no processo de desenvolvimento (*falling behind*). Países que forem capazes de absorver e pôr em prática as novas tecnologias serão aquelas que conseguirão se crescer de fato, acompanhando os ciclos de inovações.

Perez (1983) ao se deparar com o conceito de destruição criativa presente em Schumpeter trata de acrescentar ao mesmo os âmbitos social e institucional. Dessa forma, ela entendia que períodos de crescimento na economia viriam de uma boa sintonia (*good match*) entre o paradigma tecnológico (ou estilo de uma onda longa) e o ambiente social-institucional. Os períodos de incompatibilidade (*mismatch*), entre o paradigma tecnológico e a estrutura institucional são entendidos então como as causas para os momentos de depressão, os quais são inevitáveis, uma vez que regem o “modo de crescimento” das economias.

---

<sup>3</sup> Termo designado para indicar países que se mostraram atrasados em relação aos países pioneiros no processo de desenvolvimento tecnológico.

Todo novo paradigma tecnológico clama por uma reformulação tanto das estruturas sociais quanto institucionais, internas e externamente. Estas mudanças ditam a escala de magnitude em que a economia avança, ou seja, o crescimento de suas ondas longas. A completa difusão de um paradigma tecnológico só é possível após a adaptação das instituições frente os avanços gerados pelas novas tecnologias, o que acarreta em transformações significativas na estrutura da sociedade – seja tanto de um ponto de vista social quanto produtivo.

#### **I.4 – Estado, Sistema Nacional de Inovação e Paradigmas Tecnológicos**

Muito se discute – dentro do debate sobre inovações tecnológicas – o papel vital das empresas em conseguirem absorver ou gerar novas tecnologias. Evidentemente que os esforços realizados pelas mesmas neste quesito possuem caráter exclusivamente pessoal. O objetivo principal de toda firma é garantir lucro, logo, não é de se esperar que empresas capitalistas almejem objetivos organizacionais fora de seus mercados de atuação. O Estado, como gerenciador da economia, possui papel vital na coordenação e direcionamento de seus setores a fim de buscar o desenvolvimento de toda sua estrutura.

Para os schumpeterianos o crescimento meramente endógeno não é fator suficiente para que haja o desenvolvimento tecnológico. É preciso que os esforços de P&D existentes consigam se difundir de forma significativa e eficaz por toda a economia. Não se trata apenas de “estoque de P&D”, mas no quanto este “estoque” é capaz de se difundir ao longo da economia (MAZZUCATO, 2011). Neste sentido, possuir um Sistema Nacional de Inovação faz toda diferença, uma vez que ao traçar uma trajetória de desenvolvimento, é possível ditar as regras do jogo, e principalmente de que maneiras as empresas poderão atuar.

*“Sistemas de inovação, definidos como um conjunto de diferentes instituições que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de um país, região, setor econômico, ou localidade, englobam uma série de elementos e relações que congregam produção, assimilação, uso e difusão de conhecimento. Em outras palavras, um desempenho inovativo depende não apenas da performance das firmas e*



*organizações de P&D, mas também da forma como elas interagem, entre elas e com outros agentes, assim como todas as outras formas através das quais elas adquirem, usam e difundem conhecimento. Capacidade inovativa deriva então da confluência de fatores sociais, políticos, institucionais e culturais específicos e do ambiente no qual os agentes econômicos operam. Trajetórias de desenvolvimento distintas contribuem para moldar sistemas de inovação com característica bastante diversas, requerendo políticas de apoio específicas.” (CASSIOLATO; GONZALO, 2015. p. 5).*

Frente isto, fica claro que se trata de uma conjuntura interligada entre as empresas, as políticas governamentais, instituições de financiamento e todos os outros fatores contribuintes para o processo de obtenção, execução e difusão das inovações. Analisando de um ponto de vista histórico, é possível perceber que existem diferentes trajetórias de acordo com as características respectivas de cada nação. Mazzucato (2011) mostra o exemplo do caso japonês frente o soviético, onde os esforços do Estado nipônico em criar uma estrutura horizontal de difusão tecnológica possibilitou seu rápido desenvolvimento – diferentemente da União Soviética, que focou muito mais o campo militar.

*“The general point can be illustrated by contrasting the experience of Japan with that of the then Soviet Union in the 1970s and 1980s. The rise of Japan is explained by the way that new knowledge flowed through a more horizontal structure between ministries of science, academia and company R&D. In the 1970s Japan was spending 2.5 per cent of its GDP on R&D while the Soviet Union was spending more than 4 per cent. Yet Japan eventually grew much faster than the Soviet Union because the R&D was spread across a wider variety of sectors, not just military and space as in the Soviet Union (...). It was the Japanese government’s industrial policy that coordinated these attributes guided by the Ministry of International Trade and Industry (MITI). Equally important were the lessons learned by Japanese companies, which sent people abroad to learn about Western technologies. These companies benefitted from the US ‘developmental state’ and then transferred that knowledge to Japanese companies.” (MAZZUCATO, 2011. p. 66-67).*

Novamente recai-se sobre o papel dos esforços em P&D. Os governos de cada país devem ter em mente que a criação de conhecimento deve estar associada com a mobilização de recursos que possibilitem este conhecimento a difundirem-se através dos diversos setores da economia, através das inovações. A criação de redes de verticalização comumente possui eficácia. Um sistema nacional de inovação onde as

redes horizontais e verticais são amplamente aplicadas exige que o Estado, por sua vez, tome frente e regule o processo de desenvolvimento industrial – através de estratégias de desenvolvimento tecnológico em setores dinâmicos.

#### **I.4.1 – Estado Empreendedor**

Estados que assumem um papel empreendedor estão constantemente tomando novas visões para novas áreas de sua economia. Desse mesmo modo, estes Estados assumem riscos frente às especulações. Por vezes é preciso adentrar no campo da incerteza para que seja possível desenvolver novos produtos e processos para o desenvolvimento econômico. Esta é uma vertente que caracteriza uma visão que vai além dos conceitos schumpeterianos de desenvolvimento, porém que se mostra em alguns casos necessária – por conta das especificidades das economias.

O posicionamento de assumir riscos por parte de um governo empreendedor além de se mostrar louvável, gera novos mercados e oportunidades de inovar – diferentemente do setor privado, o qual sempre vai de oposto às altas taxas de fracasso. A medida que o Estado empreendedor é formado, é mais vantajoso que se utilize das despesas com créditos fiscais de P&D em prol do desenvolvimento tecnológico. Isto porque, segundo Mazzucato (2011), há um problema potencial no sistema de crédito fiscal em P&D, o qual não se responsabiliza caso as empresas implementem inovações que de fato não serão utilizáveis sob um ponto de vista rentável.

O papel dos governos empreendedores não é de administrar empresas. Estes Estado devem apenas incentivar e disseminar fontes de inovação. Vale ainda lembrar que, tal como o “empreendimento” foi realizado pelo governo, o mesmo deveria ter direito a uma parcela do valor gerado. Através desse valor, seria possível que o Estado reinvestisse em outros setores, gerando assim crescimento e difusão.

## CAPÍTULO II – DESEMPREGO TECNOLÓGICO

A ideia do presente capítulo é mostrar que a discussão sobre o desemprego tecnológico é algo que existe desde os autores clássicos. Ou seja, é uma discussão recorrente, que sempre é levantada com frequência diante os booms de inovações tecnológicas ao longo da história. A discussão sobre a influência do desemprego tecnológico no nível de emprego e no bem-estar social dos trabalhadores é o ponto principal deste capítulo.

É comum que com o passar dos anos o do avanço das técnicas de produção promovam constantes mudanças nas estruturas trabalhistas. Novas máquinas (como no caso da Revolução Industrial) ou mesmo softwares de programas (como no caso da era da informática, apontado na Tabela 1) tornam a produção dos bens produtivos mais eficiente, poupando assim mão-de-obra. A geração de excedente de mão-de-obra sempre foi um motivo de preocupação por parte da classe trabalhadora, que comumente se posiciona de forma relutante a transições de seus postos de emprego (SOUSA, 2013).

Esta é uma discussão pertinente ao longo da história. Como já enunciado no capítulo anterior, a cada novo salto de avanço tecnológico traz consigo uma série de reestruturações na conjuntura geral da nação. O debate a respeito da substituição de mão-de-obra humana por meios mais eficientes de produção sempre surge frente grandes booms de inovação tecnológica.

O fato é que o avanço tecnológico no meio produtivo traz consigo remodelagens tanto na linha de produção, quanto nas características dos empregos que irão compô-la. Cargos que antes dependiam intimamente da capacidade humana, e que, frente a inserção de uma nova tecnologia, expurgam essa necessidade (através de um maquinário mais eficaz ou alguma técnica de produção mais efetiva e que demande menos mão-de-obra) geram por sua vez um grupo de trabalhadores que se veem obrigados a abandonar seus postos de trabalho (SOUSA, 2013). Esta mudança de cenário é o que autores clássicos, como David Ricardo, caracterizam como desemprego estrutural ou tecnológico.

## II.1 – Ricardo e o desemprego tecnológico

Para Ricardo, a opinião da classe trabalhadora se caracterizou pelo medo da demissão resultante da introdução de inovações. A princípio, em sua primeira versão da obra *Princípios de Economia Política e Tributação* (1817), Ricardo partia do pressuposto de que o maquinário não reduzia a demanda por trabalho. À medida em que o aperfeiçoamento do maquinário gerava uma elevação do salário real, tornava-se um fator benéfico para a classe trabalhadora.

*“Como naquela época parecia-me que existiria a mesma demanda de trabalho que antes, e que os salários não diminuiriam, acreditava que a classe trabalhadora, assim como as demais classes, participaria igualmente das vantagens do barateamento geral das mercadorias decorrente do uso da maquinaria”* (RICARDO, 1996. p. 288).

Porém, alguns anos depois, após analisar e criticar a obra de Malthus (*Princípios de Economia Política*, 1820) Ricardo reformulou alguns de seus conceitos sobre o maquinário. Segundo ele, o erro de sua teoria estava em crer que uma elevação do rendimento líquido traria junto consigo um aumento do rendimento bruto.

Este novo posicionamento fica evidente em sua terceira edição de *Princípios de Economia Política e Tributação* (1823), onde Ricardo introduz o capítulo *Sobre o Maquinário* e finalmente se desfaz da ideia de que a introdução de novas máquinas (ou tecnologias) traria consigo somente benefícios a todas as classes sociais.

*“Mas estou convencido de que a substituição de trabalho humano por maquinaria é frequentemente muito prejudicial aos interesses da classe dos trabalhadores (...) Meu erro consistia em supor que sempre que o rendimento líquido da sociedade aumentasse, seu rendimento bruto também aumentaria.”* (RICARDO, 1996. p. 288).

Em sua análise, Ricardo trabalha com três fatores principais: trabalhadores, proprietários de terras e capitalistas – onde o capitalista poderia entrar também na atividade agrícola. Ao analisar como a tecnologia os afetava, ele percebeu que: a inserção de um novo maquinário sempre gera um aumento no produto líquido do país;

é possível que haja um aumento do produto líquido de um país em detrimento da redução do bruto – onde a utilização do maquinário só seria válido caso ela elevasse o produto líquido; os trabalhadores estavam certos em ir contra as máquinas; e o uso de maquinário poderia ser benéfico, somente se o produto líquido aumentasse em quantidade tamanha que o bruto não reduzisse (RICARDO, 1996. p. 291).

Isso se deve ao fato de que o produto líquido não leva em conta os salários dos trabalhadores e outras despesas – diferentemente do bruto. Logo, como a capacidade de empregar trabalhadores depende do produto bruto do país, caso o produto bruto decresça por conta de uma redução no capital circulante (gerada pela introdução de maquinário, o qual destinaria parte do capital circulante para si), geraria uma diminuição da demanda de trabalhadores. Este fator atrelado à inserção de maquinário – o qual dispensa parte dos trabalhadores – só agrava a situação frente a capacidade de se empregar as pessoas. Através desta análise, ele foi capaz de descobrir que o desemprego tecnológico existia e tinha um efeito negativo definitivo sobre a demanda por trabalho e salários.

*“O que desejo provar é que a descoberta e o uso da maquinaria podem ser acompanhados por uma redução da produção bruta e, sempre que isso acontecer, será prejudicial para a classe trabalhadora, pois uma parte será desempregada e a população tornar-se-á excessiva em comparação com os fundos disponíveis para empregá-la.”* (RICARDO, 1996. p. 290).

Em um mundo onde a convergência competitiva não é instantânea, observa-se que durante o intervalo entre a diminuição de custos - devido ao progresso tecnológico - e a conseqüente queda nos preços, lucros extras podem ser acumulados por empresários inovadores. Esses lucros são investidos no processo produtivo e assim novos empregos podem ser criados.

O papel da inovação como retardamento na promoção da evolução do emprego é entendido como o mecanismo de compensação via diminuição dos salários em um quadro de demanda-por-trabalho (SOUSA, 2013). Na verdade, supondo uma livre competição e uma completa substituição entre trabalho e capital, o desemprego

estrutural (ou tecnológico) implicaria numa diminuição dos salários e isso deve induzir uma mudança inversa para tecnologias de mão-de-obra superior.

Apesar dos eventuais contrapontos, Ricardo ainda assim incentivava que o maquinário deveria ser um ponto chave para a retenção de capital nacional. Para ele, era preferível gerar pouco emprego dentro do país (por conta do maquinário avançado) do que exportar esse capital para outra nação.

*“A utilização de maquinaria num país nunca deveria deixar de ser incentivada, pois, se não for permitido ao capital obter o maior rendimento líquido que o emprego de máquinas possibilita, ele será transferido para o exterior e isso representará um desestímulo muito maior à demanda de trabalho do que a generalização mais completa do uso de máquinas, uma vez que, enquanto o capital é aplicado no país, alguma demanda de trabalho deverá ser criada: as máquinas não funcionam sem a intervenção do homem, e também não podem ser construídas sem a contribuição do seu trabalho. Investindo uma parte do capital em maquinaria aperfeiçoada, haverá uma redução na progressiva demanda de trabalho; exportando-o para outro país, a demanda será totalmente eliminada.”* (RICARDO, 1996. p. 294).

David Ricardo podia ser visto como um progressista, eventualmente, incentivando o investimento em maquinário novo, especialmente através da acumulação de lucros. Por mais que o próprio tenha admitido que o desemprego tecnológico pudesse surgir frente à adoção de novas máquinas, com uma maior taxa de saída de capital – implicando assim numa diminuição do rendimento nacional total (produto bruto) –, alegava que novos investimentos em novas fábricas fariam com quem o operário dispensado pudesse encontrar emprego em outras empresas.

## **II.2 – Uma defesa a linha dos clássicos: Fogaça e Salm**

Partindo de uma análise crítica voltada para o crescente cenário de globalização Fogaça e Salm (1998) pontuam de forma pejorativa a linha formulada ao longo dos anos 90 a respeito da composição do desemprego.

*“O que configura hoje, como desde o início do século passado, uma visão otimista sobre os efeitos da inovação tecnológica sobre o emprego pode ser resumido assim: o aumento de produtividade num setor produz sempre, de uma forma ou de outra, inclusive através de menores preços, aumentos*

*reais de renda e, portanto, aumentos de gastos que, por sua vez, resultarão em nova demanda de trabalho naquele setor ou em outras atividades, de modo a compensar os postos perdidos pelo aumento inicial de produtividade.” (FOGAÇA; SALM, 1998. p. 109).*

A insatisfação de ambos os autores é explicitada, pelos próprios, a partir de um ponto de vista histórico. Segundo Salm e Fogaça, esta linha de raciocínio já foi invalidada desde os clássicos, como Ricardo e Marx. Eles retomam a discussão de Ricardo sobre o excedente de mão-de-obra gerado por conta do desemprego tecnológico. Num cenário onde

*“(...) a inovação tecnológica é a forma mais eficaz de enfrentar a concorrência externa, o aumento de produtividade resultará em prejuízo para os trabalhadores, cuja participação no produto tende a cair em favor dos ganhos do capital. Para que isto não aconteça, é preciso que a produção cresça mais que a produtividade, o que, para ele, parecia ser algo bastante difícil de ocorrer sustentadamente.” (FOGAÇA; SALM, 1998. p. 109).*

Este argumento é reforçado a partir do momento em que constatam que as taxas de crescimento econômico globais sempre se mostraram insuficientes para compensar o aumento de produtividade (FOGAÇA; SALM, 1998. p. 110). Tanto a emigração quanto cargos de trabalho improdutivo<sup>4</sup> sempre foram formas de tentar de burlar esses contratempos.

Um ponto importante na linha de pensamento destes autores é a educação. Para eles, num ponto de vista lógico, profissionais bem preparados a se incorporar às mudanças geradas pelas inovações tecnológicas são aqueles que obtiveram uma formação educacional de qualidade. Trabalhadores com maior grau de educação se mostram mais versáteis, tendo maior facilidade de transitar e se adaptar tanto às novas tecnologias, quanto aos prováveis novos postos de trabalho.

---

<sup>4</sup> Termo referente a serviços de criadagem, burocracias, exército e etc...

Fogaça e Salm resgatam vários conceitos de Marx ao longo de sua obra para validar e reforçar o papel da educação frente as empresas que implementam maquinário de ponta.

*“Marx prevê que, diante da recusa do capital em reconhecer a necessidade de uma maior flexibilidade na distribuição dos trabalhadores e de contar com operários versáteis, somente pela luta política os trabalhadores conseguiriam o acesso a uma educação adequada. E afirma ainda que a educação adequada a esse trabalhador de funções múltiplas não seria a das escolas profissionais tradicionais, cuja importância está restrita à etapa inicial desse processo, mas sim a educação tecnológica, que o habilitaria à variedade de funções que caracterizariam essa nova fase da produção capitalista.”* (FOGAÇA; SALM, 1998. p. 122).

Com base nesta análise, eles reforçam não somente o papel do trabalhador desconexo em relação ao das empresas. Segundo Fogaça e Salm (1998), uma preocupação mútua seria o ideal, onde tanto as empresas deveriam estar atentas às “escolas de ensino tecnológico<sup>5</sup>” quanto os trabalhadores deveriam buscar familiaridade com o instrumental básico de profissões diversas.

Neste sentido, o Estado desempenha papel vital como fornecedor qualitativo e quantitativo de educação. Fogaça e Salm (1998) resgatam conceitos de Marshall para caracterizar a educação como investimento nacional de suma importância. A ideia pregada é a de que quão maior for o nível de educação dos trabalhadores, maiores as chances de se desenvolverem novas tecnologias mais avançadas, que irão alavancar o nível de produção. O ganho é mútuo: tanto as indústrias terão maior capacidade de empregarem maquinário novo e melhorar sua produção quanto os trabalhadores poderão elevar seu padrão de vida.

### **II.3 – A visão neo-schumpeteriana de desemprego tecnológico**

Enquanto que Ricardo entendia que o problema do desemprego tecnológico se dava de maneira pontual e espontânea (ao passo em que houvesse a introdução de novo maquinário), a linha de raciocínio schumpeteriana (e, posteriormente, neo-

---

<sup>5</sup> Termo utilizado pelos autores para se referir a prováveis escolas de curso de formação técnica



schumpeteriana) segue por outra via – focando-se nos desequilíbrios da inovação tecnológica sobre o sistema econômico. Segundo a linha schumpeteriana, o desemprego tecnológico é cíclico. Assim sendo, pode-se entender o progresso técnico tanto como fator principal do sistema econômico quanto a causa de desequilíbrios estruturais.

O desemprego tecnológico faz parte do processo gerado pelas inovações e, devido à sua ligação com a inovação, é cíclico por natureza – isto por conta das rotinas de inovação<sup>6</sup> –, pois conduzem constantemente as inovações que auxiliam na capacidade de desenvolvimento de toda a sociedade. Segundo esta linha de raciocínio, em cada momento histórico se verificou uma relação distinta entre tecnologia e emprego (SOUSA, 2013). Estes ciclos são entendidos como ondas longas. Elas, por sua vez podem durar muitos anos até que finalmente alcancem um estado de difusão suficientemente satisfatório. Isto ocorre porque o processo de inovação tecnológica necessita de aceitação e coordenação institucional para se estruturar.

De acordo com essa corrente teórica, as inovações tecnológicas possuem um fator dual: ao mesmo tempo que elas conseguem elevar o nível de investimento – tendendo a elevar o nível de emprego – por outro lado o fator poupador de mão-de-obra das novas tecnologias abre margem para que o desemprego tecnológico ocorra. Este por sua vez acontecerá ou não de acordo com o qual estabelecidas estejam as instituições ou não.

O investimento é um ponto de grande importância para os neo-schumpeterianos para a geração de emprego. Se o nível de investimento é escasso, a tendência é de que haja baixo crescimento, gerando desemprego. A lógica está em associar aos paradigmas necessidade intrínseca de utilização intensiva de capital (SOUSA, 2013).

*“O elemento institucional também é fundamental na definição do nível de emprego, uma vez que a legislação trabalhista, o poder de barganha do sindicato, a existência de um determinado monopólio, ou determinada cultura, estabelecerem inflexibilidades no nível de emprego, salário, ou tipo de ocupação. Mesmo que houvesse possibilidade técnica para uma produção que gerasse maior nível de*

---

<sup>6</sup>Práticas constantes de pesquisas com intuito de superar a barreira da inércia produtiva.

*emprego, haveria resistência a mudanças, enquanto não se alterasse tal padrão institucional.”* (SOUZA, 2013. p. 37).

Desemprego tecnológico é um conceito largamente utilizado por diversas escolas de pensamento – desde os clássicos até os neo-schumpeterianos. É comumente associado a outras formas de desemprego, sobretudo o friccional<sup>7</sup>, o voluntário<sup>8</sup> e o estrutural. Seu processo de análise estabelece quatro grandes parâmetros: a abordagem da rigidez de preços dos fatores de mercado e como se ajustam a fim de manter o emprego nos níveis existentes; viabilidade econômica das substituições da base técnica por inovações poupadoras de mão-de-obra em função do investimento; a estrutura industrial e a concorrência de mercado; e os novos padrões de demanda por novos fatores de produção.

---

<sup>7</sup> Hiato de passagem vivida por trabalhadores que estão desempregados a procura de um outro emprego.

<sup>8</sup> Trabalhadores que não estão trabalhando por não aceitarem as taxas salariais disponíveis.

### CAPÍTULO III – CONCEITUANDO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

No presente capítulo será explicado no que de fato se consiste a inteligência artificial e suas aplicações frente o mercado de trabalho, apontando seus pontos positivos e os contrapontos da inserção dessa nova tecnologia diante do bem-estar social e cultural da sociedade. Na seção seguinte, será feita uma síntese a respeito de todos os conceitos principais que foram abordados ao longo do capítulo para então poder verificar em que medida a IA pode ser entendida como um novo paradigma tecnológico.

O termo “inteligência artificial” apesar de ter ganho espaço significativo no século XXI, não é algo assim tão recente. Pode-se dizer que o conceito teve origem a partir da segunda metade do século XX, quando um grupo de cientistas apresentaram o conceito no encontro de Dartmouth<sup>9</sup>. A proposta era de fazer com quem máquinas resolvessem tarefas que até então eram feitas apenas por pessoas. O diferencial em relação ao maquinário bruto estava ligado ao conceito de aprendizado, fator esse que compreendia o grande desafio de como fazer as máquinas aprenderem.

*“(..) um sistema IA não é capaz somente de armazenamento e manipulação de dados, mas também da aquisição, representação, e manipulação de conhecimento. Esta manipulação inclui a capacidade de deduzir ou inferir novos conhecimentos – novas relações sobre fatos e conceitos – a partir do conhecimento existente e utilizar métodos de representação e manipulação para resolver problemas complexos que são freqüentemente não-quantitativos por natureza.” (CÂMARA, 2001).*

Deste modo, é possível separar fatos e regras dos algoritmos de decisão<sup>10</sup>. O conceito de *machine learning* (ou aprendizado de máquina) é o que define de fato o diferencial da IA. Este, por sua vez, é composto por programas de computador que podem aprender com dados e melhorar a experiência sem necessariamente serem programados diretamente.

---

<sup>9</sup>A conferência de Dartmouth foi realizada no verão de 1956 no Dartmouth College em Hanover (Estados Unidos). Nesta conferência, um grupo de 10 cientistas se reuniu para discutir sobre as máquinas e sua capacidade de se comportar de maneira inteligente. Entre os presentes estavam: John McCarthy; Marvin Minsky; Claude Shannon e Nathaniel Rochester – os quais foram os principais organizadores por trás do evento.

<sup>10</sup>Tomadas de decisões por parte de algoritmos, as quais geralmente se constituem de operações de verdadeiro/falso.

Baseado nas redes neurais do cérebro humano o conceito de *machine learning* permite o uso de redes neurais artificiais (RNA), as quais usam algoritmos para aprender coisas, reconhecer padrões e tomar decisões. Elas simulam modo como o cérebro humano define um problema, onde absorvem as informações, processando-as e então desenvolvendo uma solução. Softwares especializados conseguem, por exemplo, aprender a reconhecer e diferenciar pessoas de objetos.

Neurônios artificiais interligam-se pela rede, avaliando as conexões afim de sinalizar de que maneira um neurônio atua sobre o outro. As proporções são moldadas mediante um software de treinamento que informa à rede neural como agir devidamente às suas entradas. Estes programas de *deep learning* (aprendizagem profunda) executam muitas camadas de cálculos. Segundo Elias (2017), cada camada fornece um apanhado de informações na análise da seguinte, para criar um entendimento mais complexo dos dados. Uma RNA que reconheça a aparência de um edifício é capaz de reconhecer as extremidades numa camada e, em seguida, discernir que as extremidades formam um retângulo, na camada seguinte. Na camada posterior, identificaria o retângulo como um edifício. Já na última camada, distinguiria se o objeto identificado seria um prédio ou uma casa.

*“That deep-learning programs do their learning by rearranging their digital innards in response to patterns they spot in the data they are digesting. Specifically, they emulate the way neuroscientists think that real brains learn things, by changing within themselves the strengths of the connections between bits of computer code that are designed to behave like neurons. This means that even the designer of a neural network cannot know, once that network has been trained, exactly how it is doing what it does. Permitting such agents to run critical infrastructure or to make medical decisions therefore means trusting people’s lives to pieces of equipment whose operation no one truly understands”.* (THE ECONOMIST, 2018).

No tocante à competência das tecnologias de IA, sua maior vantagem é de poder converter os meios de condução em algo mais seguro<sup>11</sup>, contribuir para o aprendizado

---

<sup>11</sup> Há todo um debate filosófico e moral congruente às análises de eficiência. Apesar dos fatos referentes à eficácia serem firmemente respaldados com base em estudos e comprovações científicas, ainda assim existe certo ceticismo a respeito de qualquer eventual falha. É um receio de que quanto mais se automatizam os meios, mais difícil pode ser de identificar eventuais falhas no sistema.

dos jovens e otimizar o bem-estar social. A utilização de IA em escolas, casas e hospitais abre margem para um cenário promissor. Grandes universidades de pesquisa dedicam departamentos inteiros para de estudos IA.

*“There is stiff competition for people skilled in the development and use of AI, and universities see many of their talented staff attracted to work in the private sector. One of the most pressing AI challenges for universities is the need for them to develop better employment conditions and career opportunities to retain and incentivize their own AI workers. They need to create workplaces that are flexible, agile and responsive to interactions with external sources of ideas, and are open to the mixing of careers as people move between universities and business.” (DODGSON; GANN, 2017).*

Softwares de IA são programados para executar funções particulares. Qualquer tipo de aplicabilidade destes programas exigem anos de estudos a fundo no campo de programação e uma elaboração meticulosa. Consequentemente, a difusão dos benefícios obtidos através deste esforço é heterogênea dentro e entre as esferas da sociedade.

O setor de transporte talvez seja um dos melhores exemplos no interesse por parte das empresas em aplicações de tecnologias de IA – vide empresas como IBM ou Google. O transporte autónomo já dá sinais de que em breve será algo corriqueiro, logo, os indivíduos intimamente ligados a este novo sistema motivarão terceiros a aderirem esse novo contexto. A paritr do momento em que os carros autocondutores se mostrarem mais eficientes em dirigir do que os próprios seres humanos, a tendência é de que os indivíduos se verão menos tentados a adquirir um número de automóveis excedente às suas necessidades pessoais. Tal fato geraria, por exemplo, situações em que as pessoas poderiam morar mais longe do trabalho e utilizar seu tempo de forma mais produtiva – o que geraria um arranjo urbano completamente diferenciado.

De acordo com Lobo (2017), na área da saúde verificou-se uma elevação na avaliação de informações úteis por conta de ferramentas de fiscalização individuais (softwares específicos voltados para o setor de saúde) e de prontuários de saúde eletrônicos. Robôs cirúrgicos elaborados para facilitar procedimentos médicos de alto risco assim como robôs de serviço que concedem apoio a serviços diversos dentro dos hospitais já são uma realidade. Aplicações baseadas em IA podem melhorar os

resultados de saúde e a qualidade de vida para milhões de pessoas nos próximos anos – vide a aplicabilidade do IBM Watson<sup>12</sup>.

Na esfera educacional, a aprovação de relações espontâneas entre os indivíduos e inovações em IA tem sido difícil. Mesmo que o papel da educação demande empenho ativo por parte de professores, a IA garante ampliar o ensino em quaisquer categorias, principalmente, proporcionando a customização das formas de aprendizado. Práticas como *crowdsourcing*<sup>13</sup> e *aprendizado de máquina* expandem a capacidade de ensino via rede. Uma vez que não há um espaço físico fixo como limitador, o ensino on-line à distância permite não apenas abranger um número maior de alunos, como também atender às necessidades específicas de cada indivíduo.

No tangente a questões de segurança e infraestrutura, a principal dificuldade está em conseguir credibilidade suficiente perante a população para que novos meios de vigilância sejam aceitos de forma positiva. A invasão de privacidade alheia é um tema fortemente abordado nesse contexto. Como apontado em um artigo pela Tech Emergence (2018), há casos de algumas cidades norte-americanas que já possuem tecnologias de IA em sua infraestrutura. Câmeras capazes de processar dados brutos, dos quais seriam impossíveis em condições humanas, conseguem identificar (através de *deep learning*) placas de carro, rostos de pessoas, rastrear a velocidade dos veículos e pedestres, para assim estabelecer padrões.

Robôs e outras tecnologias IA já começaram a deslocar empregos em alguns setores. Para a sociedade, o momento atual é crucial na determinação de como implantar tecnologias baseadas em IA de maneira que promovam o não impedimento de valores democráticos como liberdade, igualdade e transparência. Para as pessoas no geral, enquanto indivíduos, a qualidade de vida que possuem e como suas contribuições são avaliadas serão propensos a mudar gradualmente, porém de forma marcante.

---

<sup>12</sup>Plataforma de serviços cognitivos da IBM para auxiliar profissionais, desenvolvedores, startups e empresas a construir sistemas cognitivos que possam melhorar processos, interações e ações.

<sup>13</sup> Conjunto de pessoas, através de comunidades online, que trocam informações e se ajudam mutuamente afim de reduzir o peso das atividades e gerar um resultado melhor.

A robótica autônoma proporciona um meio de se aproveitar as tecnologias de aprendizado de máquina para auxiliar a informatização de um escopo crescente de tarefas manuais. Avanços no campo da robótica já tem impactado de forma significativa o emprego. Robôs de serviços manuais utilizados em chão de fábrica estão presentes em boa parte das empresas de grande porte realizando atividades rotineiras. Há ainda os robôs designados para atividades mais elaboradas, os quais possuem sensores e controladores, o que lhes proporciona realizar funções mais específicas e maior grau de dificuldade (ver em *From internet to Robots – Robotics-VO*, 2013).

Com as evoluções no campo da IA, robôs inteligentes são capazes de produzir bens com maior qualidade e confiabilidade do que o trabalho humano. Baxter é um belo exemplo de um robô de conhecimentos notórios. Ele é capaz de aprender as atividades necessárias sem que se precisem programa-lo para isso. Basta que se ensine de forma sucinta uma única vez que o robô absorve o que lhe foi passado e põe em prática de forma autônoma. Após processar e assimilar os padrões da tarefa designada, o robô devolve um feedback positivo ou não sobre a execução da prática. Por mais que haja uma clara limitação de suas capacidades de execução de tarefas – devido às suas articulações – ainda assim é possível que ele consiga executar com êxito atividades manuais simples e de baixo custo (MGI, 2013).

A IA tem contribuído muito para diversos setores da economia. A sua inserção traz consigo novas formas de se interagir – produtiva e culturalmente – com a tecnologia, o que por sua vez muda completamente a maneira como usufruímos da mesma. Eventuais contratempos, como o desemprego tecnológico – fruto da substituição de mão-de-obra humana pela artificial – levantam questões sobre o quanto dessa nova tecnologia será aplicada de fato na sociedade. Por mais que o debate sobre como balancear o uso desse novo recurso (frente crises no mercado de trabalho) seja preocupante, é fato que os avanços proporcionados pela IA nos levarão a uma nova era tecnológica mais avançada e eficiente.

### **III.1 – Reflexão sobre a IA como um novo paradigma tecnológico**

Enquanto as tecnologias de IA se mostram capazes de impactar profundamente o futuro do emprego e as tendências nos postos de trabalho, é difícil avaliar com precisão seus impactos potenciais, positivos ou negativos. Nos últimos anos, o nível de desemprego cresceu substancialmente ao se deparar com uma grande recessão (OIT, 2017). Nem mesmo a crescente globalização – com o crescente uso de tecnologias digitais – têm se mostrado suficiente para que a geração de novos postos de emprego acompanhem o ritmo de crescimento da força trabalho.

Em meio a clara reestruturação do mercado de trabalho atual e nos próximos anos, surgem questões como desemprego tecnológico e a possibilidade de se considerar a aplicação da IA como um estímulo para uma nova revolução tecnológica.

Segundo a visão neo-schumpeteriana de Perez, para que haja uma revolução tecnológica é necessária toda uma reestruturação dos meios de produção (com redução de custos) tal como das interrelações para com a sociedade, do mercado de trabalho e até mesmo da própria cultura de uso dessa nova leva de inovações tecnológicas/produtivas a longo prazo. Tanto Perez quanto Freeman ressaltam que para cada nova revolução tecnológica, há um fator-chave (ou big-bang) que impulsiona um conjunto de mudanças estruturais e econômicas. Vale lembrar que esse big bang precisa ser de baixo custo, para que possam hajam custos competitivos em suas aplicações. Estes talvez sejam os fatores decisivos que possibilitam compreender em que ponto da análise de ondas longas a IA está no presente momento.

Sob um ponto de vista de investimentos, não é difícil de se encontrar notícias a respeito do desenvolvimento e avanços no campo de IA. Um caso recente é o do MIT (Massachusetts Institute of Technology) que destinou US\$ 1 bilhão para criar uma nova faculdade de de computação focada em pesquisas de IA (ver em *Época Negócios*, 2018). Ou mesmo a *Sense Time*, uma das maiores startups de inteligência artificial do mundo – avaliada em mais de US\$ 3 bilhões (ver em *Época Negócios*, 2018). Há até mesmo o caso do Facebook, que anunciou um centro de inteligência artificial em Paris averiguado em por volta dos 10 milhões de euros (ver em *Época Negócios*, 2018). Contudo, apesar da IA já ser uma realidade e seus prospectos de avanços frente o campo inovador-



tecnológico serem altamente proveitosos, frente uma questão-chave na formação de um paradigma tecnológico ainda há um forte encaço: os custos.

A exigência atribuída às capacidades tecnológicas por conta de sistemas de IA é muito alta. O nível de tecnologia vigente ainda não é suficiente para que seja possível investir em aplicações de baixo custo nesse campo. Existem vários incentivos e iniciativas por parte de muitas empresas ao redor do globo, porém todos esses investimentos são altamente pesados. Ao pensar na IA como um possível paradigma tecnológico, o fator “custos competitivos” se torna um entrave para todo o resto.

Neste ponto é que o papel das tecnologias que caminham intimamente no uso e desenvolvimento de IA mostra-se relevante. O ramo de informática, como um todo, possui diversas camadas que vão desde computadores pessoais (pc) de baixo custo até servidores de alto nível de desempenho que gerem empresas de grande porte. Nesta escala de comparativo, o nível de tecnológico de exigência atribuído pelas redes de IA é extremamente elevado, logo, atingindo os patamares mais altos do campo de programação computacional. A análise é sintomática, diferentemente de softwares ou programas convencionais presentes em celulares ou computadores pessoais, recursos de IA exigem um nível de programação tão elevado em relação aos demais, que acaba elevando em muito seus custos (MAHONEY, 2013).

Para que exista um paradigma tecnológico é preciso que um conjunto de princípios tecnológicos e organizacionais genéricos afim de modernizar e rejuvenescer a economia exista. Uma vez que haja a necessidade de investimentos de grande porte, acaba se tornando inviável difundir com eficácia os avanços tecnológicos proporcionados por esse possível paradigma. Logo, por mais que existam esses avanços e eles sejam de fato versáteis e uteis para o uso rotineiro das sociedades, o grau de investimento para disseminação dos mesmos será tão elevado que será insustentável implementá-los.

Contudo, vale lembrar que os avanços no campo da IA ainda não alcançaram uma eficiência de difusão em massa, sendo um setor que, apesar da demanda crescente pelo mesmo, ainda se encontra em estado inicial de difusão. Isto ocorre:

*“Porque cada revolução tecnológica produz – e requer – uma profunda mudança de paradigma tecnológico em toda a economia e sociedade. No início do período de difusão ela confronta-se com inércia e resistência e traz um período turbulento de “destruição criadora” e “capitalismo selvagem de livre mercado” terminando em uma grande bolha de tecnologia e um colapso financeiro. É após um período de inflexão (Turning Point) de recomposição institucional que a implantação total do potencial do paradigma pode ser alcançada, geralmente com maior intervenção do Estado, para um benefício social mais amplo.” (PENNA, 2018).*

Assim como a eletricidade e o aço abriram caminho para as siderúrgicas e a engenharia pesada ou mesmo como o microprocessador abriu margem para a era da informática e das telecomunicações, a IA vem se mostrando um fator decisivo para o setor tecnológico de inovação. Através do leque de oportunidades oferecidas pela inserção de IA em vários campos da sociedade – sejam eles diretamente produtivos ou não – o impulso gerado não tem um foco específico em um único setor, ao passo que é evidente a disseminação para qualquer campo de uso científico, produtivo, cultural, político e econômico. É intuitivo perceber o quão verticalizado é o leque de ambições em inovações tecnológicas gerado por parte do uso de sistemas de IA.

Os Estados têm um papel central nesse contexto. Estados empreendedores capazes de assumir os riscos de investir nessa tecnologia fortalecerão suas bases de inovação nesse campo, podendo incentivar tanto escolas de ensino tecnológico (conceito de Marx) quanto fornecer subsídios para técnicas de pesquisa no ramo de IA. A formação de educação tanto de base quanto de incentivos à pesquisas para setores de inovação é um fator relevante para que hajam mais trabalhadores adptos frente os avanços tecnológicos que surgem. A barreira de custos talvez seja o principal desafio a ser vencido. Uma vez que se consiga tornar o processo de pesquisas em IA mais barato, as consequências de difusão serão evidentes. Assim como os esforços intensivos de investimento realizados em microchips deu início à era da informática, esforços de mesmo vigor podem propiciar a ascensão de uma era da inteligência artificial.

*“The U.S. government had identified<sup>39</sup> the importance of AI many years ago as a technology with great importance to the military as well as to the international competitive advantage of the state. Even since 1993, the US report identified that AI can be integrated with various software solutions and unfold as the “Knowledge Automation Industry”. It was recognized its crucial role into turning information to knowledge. According to the report AI could be used both for civilian as well as military purposes.” (OIKONOMITSIOU, 2018. p. 23).*

Os EUA têm um histórico de esforços em setores de desenvolvimento tecnológico evidente. A constante busca pelo pioneirismo de mercado para garantir sua hegemonia tanto militar quanto financeira frente os outros países sempre foi um fator de motivação para que os EUA estejam buscando novos horizontes de desenvolvimento. Segundo Oikonomitsiou (2018), os EUA desde a década de 90 já designavam boa parte de seus investimentos no campo de IA. O Ministério de Defesa estadunidense sempre foi um forte financiador dos setores de inovação com base em IA, tal como os militares.

*“The federal state funded 75% (circa 150million dollars per year) of the research in AI in the country during the period 1989-1994. 15-20% of the research was funded by the industry and the remaining percentage was sponsored by foreign sources (...) According to the same report the US government funded about 75-80% of the research in universities. The industry, on the other hand, reported that a rate of almost 70-75% of their research was sponsored by the state. At that time, the main competitor of the USA was Japan, a county that was leading in fuzzy systems theory and was faster in the commercialization of applications.” (OIKONOMITSIOU, 2018. p. 25).*

Atualmente, programas como DARPA e DIUx são as práticas mais explícitas de incentivo ao desenvolvimento e pesquisas em IA realizados nos EUA. Contudo, segundo Oikonomitsiou (2018), ainda existem preocupações a respeito de problemas no que tange à segurança das tecnologias de IA para o povo, bem com leis de implicações éticas. Há uma necessidade de reformulação legislativa adequada nesse contexto.

Departamentos de defesa nacional que anteriormente patrocinavam campos de pesquisa em IA começaram a perder gradualmente sua aderência (OIKONOMITSIOU, 2018). Isto se deve porque os desenvolvedores privados nacionais possuem aliados comerciais mais predispostos a pagarem um preço mais competitivo do que o qual os

órgãos militares norte-americanos pagam. Logo, a perda de controle levou o Estado muitas vezes a medidas como DIUX<sup>14</sup> (Defense Innovation Unit Experimental), na tentativa de se aproximar dos centros de desenvolvimento de alta tecnologia do país. Porém, como o DoD (Department of Defense) já não é mais o maior comprador dessas empresas, seu poder de gerenciamento caiu drasticamente.

Esta queda na capacidade de regular e moderar por parte do governo se mostra uma preocupação relevante, uma vez que abre margem para muitos riscos. Uma das medidas adotadas pelo governo norte-americano frente esses riscos foi de regular fortemente seus mercados. Órgãos como a Administração Federal de Aviação ou a Comissão de Valores Mobiliários legislam todo tipo de inovação advinda de práticas de IA em seus respectivos mercados. Há, logicamente, todo um cuidado por conta desses órgãos em ao mesmo tempo que tentam através destas leis regular estes mercados, não os desestimular.

O espectro de tarefas que compõem os sistemas digitais está evoluindo através de sistema de IA mais sofisticados, o que se torna suscetível de aumentar progressivamente o conceito do que é considerado rotina. A IA busca por um escopo de alta tecnologia, no qual inclui serviços profissionais não historicamente realizados por máquinas até então. Para que haja sucesso nesse quesito, as inovações geradas pelo uso de IA precisarão se adequar à aceitação da sociedade – principalmente por parte dos trabalhadores –, tendo em vista que para muitos o receio de serem substituídos é real. Num ponto de vista neo-schumpeteriano, neste ponto se faz valer o papel das instituições, onde para que haja uma difusão plena desse novo paradigma, é necessário que haja uma mobilização de investimentos afim de suplantar as necessidades de capital ativo do paradigma.

Sistemas de IA realizam o trabalho que anteriormente exigia o esforço humano. Esse processo de evolução produtiva é o que gera o desemprego tecnológico, onde ao se verem “trocados” por um meio produtivo mais eficiente – o que antes era composto

---

<sup>14</sup> Organização do DoD criada para auxiliar os militares norte-americanos a ter acesso mais eficaz às tecnologias comerciais emergentes.

por maquinário propriamente dito –, muitos trabalhadores acabam por perderem seus postos de trabalho (como enunciado no capítulo IV). Não é difícil notar que a perda de emprego é uma questão mais importante para as pessoas — especialmente os trabalhadores afetados — do que difundir os ganhos econômicos. Por conta disso a IA muitas vezes é enquadrada como uma ameaça aos empregos, em vez de um ganho para os padrões de vida.

Porém esta não é uma discussão recente. Desde os tempos dos economistas clássicos esse tipo de debate é referenciado. Ricardo (1823) em seu capítulo *Sobre o Maquinário*, lidava com questões de desemprego por conta da inserção de maquinário novoprovenientes do avanço tecnológico. Ao passo em que, segundo uma visão neo-schumpeteriana, tais consequências são nada mais do que parte do conceito de destruição criativa, o qual é cíclico e presente no processo de paradigmas tecnológicos emergentes.

Neste ponto é onde o desemprego tecnológico cresce em importância. Trabalhadores que não se adequarem à nova realidade gerada por um processo de revolução tecnológica perdem empregos bem remunerados, logo, seu status socioeconômico na sociedade tradicionalmente se esvaiece junto com esses empregos. Neste ponto é onde tanto a corrente de pensamento neo-schumpeteriana quanto a de alguns clássicos converge a respeito do papel da educação. Trabalhadores com nível de educação mais elevado tendem a conseguir transitar entre essas mudanças no campo tecno-produtivo da sociedade.

Segundo Perez (1983) mudanças no mercado de trabalho costumam acontecer gradualmente, muitas vezes sem uma transição mais dura. Esta é uma tendência que deverá continuar na medida em que a IA lentamente avançar frente o mercado de produtivo. Uma parcela relevante de pesquisadores atuantes no ramo da inteligência artificial busca meios de gerar novos mercados assim como aperfeiçoar os que já são presentes.

A IA irá criar postos de trabalho, especialmente em alguns setores, por fazer determinadas tarefas mais importantes e criar novas categorias de emprego, permitindo novos modos de interação. Sistemas de informação sofisticados podem ser usados para criar novos mercados (ver em *The Guardian*, 2018), que muitas vezes têm o efeito de diminuir as barreiras à entrada e aumentando a participação.

Existe o receio de que os progressos em tecnologias IA ocorrerão de forma tão acelerada ao ponto de poderem substituir todos os trabalhos humanos — mesmo os que são focados na capacidade cognitiva ou necessitam de análises de juízo — numa única geração. Esta discussão também não é nova, sendo recorrente ao longo da história. Sempre que surge um novo paradigma tecnológico, o qual abre margem à poupar mão-de-obra trabalhadora preocupações por parte da sociedade como um todo são frequentes. Porém, o intuito da ascensão da IA e todo o seu leque de inovações consequentes não visa extirpar o uso de mão-de-obra humana, apenas realocar determinados trabalhadores em novos postos criados por toda a reestruturação proporcionada através de novas técnicas de produção.

Nesse mesmo contexto, há um debate moral a respeito da profundidade atrelada ao uso de processos cada vez mais automatizados. Por mais que hajam comprovações embasadas em pesquisas, as quais reforçam os esforços da aplicabilidade dos recursos gerados pelo uso de IA em diversos setores, ainda assim não é possível exorcizar o ceticismo por completo do consenso geral. O risco da automatização intensiva muitas vezes é levantado através de um viés sistêmico, onde, quanto mais enraizado seja um determinado setor no uso de práticas automatizadas, maiores serão as dificuldades de lidar com eventuais *crashes* (referenciando o recente crash da bolsa de valores) que poderão surgir. É preciso saber interagir e intercalar o uso de novas fontes de tecnologia com a aptidão humana. Este é um grande desafio frente os avanços evidentes de tecnologia, que, cada vez mais necessitam menos de um repaldo humano em última instância — vide o caso de programas pensantes, o que potencializa esses receios por parte de muitos céticos.

Contudo, é neste ponto em que as instituições se vêem obrigadas a abandonar seu status inercial e lidar com os efeitos do surgimento de um novo paradigma. Os esforços para que hajam períodos de *good match* são claros a partir do momento em que as mudanças na estrutura da sociedade priorizam os investimentos em setores dinâmicos. Estes setores, por sua vez, além de incentivarem a continuidade dos processos de inovação, geram criação de postos de emprego por conta do grau produtivo elevado advindo das inovações geradas pelo novo paradigma. A geração de novos postos de emprego é um fator de suma importância nesse processo, principalmente como um incentivo para que se mantenha o ritmo de crescimento, ou, como nomeado por Perez: “modos de crescimento”.

De maneira sucinta, é válido crer que os beneficiários destas mudanças podem ser um pequeno grupo no estrato superior da sociedade (*forging ahead*). A curto prazo, educação, re-treinamento, e criação de novos bens e serviços podem atenuar esses efeitos. No longo prazo, a maturação da IA como um novo paradigma modificará todo o aparato produtivo, mudando a forma como usufruímos das tecnologias presentes no cotidiano da sociedade, promovendo assim uma melhora co-evolutiva entre produtividade e o campo institucional.

## CONCLUSÃO

Confrontado com as profundas mudanças que as tecnologias de IA podem introduzir ao cenário econômico e social, é inevitável se deparar com visões divergentes. Desde a Revolução Industrial, cada novo grande boom de transformação produtiva gerou turbulências e, por muitas vezes, a migração da atuação dos mercados, tanto por parte do capital, quanto por parte dos trabalhadores.

Como evidenciado ao longo do trabalho, as diversas aplicabilidades das IA's renovarão não somente o mercado produtivo, mas toda uma reestruturação educacional, tanto de base quanto de capacitação para o mercado de trabalho. As novas vagas de trabalho requeridas a partir da introdução da IA demandarão novas competências por parte dos trabalhadores.

Entender a inserção da IA como um novo paradigma tecnológico faz sentido se notadas as necessidades de novas estruturas trabalhistas, sociais e econômicas atuando em conjunto com o gerenciamento do Estado. Não se trata apenas de uma questão meramente produtiva, há a necessidade de um esforço em difundir este novo paradigma afim de enraizar e maturar seu uso. Processos como *machine learning* abrem um leque enorme de possibilidades para que se possa superar exponencialmente a criatividade – e, logicamente, a produtividade – humana.

Resgatando todos os exemplos apresentados no terceiro capítulo, é plausível enxergar uma possível revolução tecnológica liderada pela IA no campo de um horizonte futuro. Softwares e robôs pensantes irão alavancar o nível produtivo de forma significativa. Porém, não somente o campo produtivo será afetado. A inserção de IA em parâmetros de segurança pública, educação, saúde e lazer apenas reforçam o ponto de vista de Perez sobre o que de fato constitui um paradigma tecnológico e quais seus efeitos mediante a sociedade.

Contudo, frente as advensas ocasionadas pela falta de estrutura tecnológica de baixo custo para uso e aplicação da difusão da IA, incentivos por conta tanto do Estado



quanto de, por exemplo, startups são um grande diferencial para vedar este problema de investimentos em capital intensivo. Estados empreendedores capazes de assumir riscos frente processos de inovação têm papel vital na composição de mudar a capacidade inovativa de suas respectivas nações.

Esta já é uma realidade, estes avanços, por mais que iniciais são factíveis e crescentes. Analisando ponto de vista de Perez, o atual estado em que a IA se encontra nada mais é do que um estágio de “instalação”, o qual pode levar anos para que alcance sua maturidade e a difusão completa deste novo paradigma. Esta fase é nebulosa e com muitas incertezas, por isso é que muitas vezes os efeitos relativos da incursão da IA nesse quesito são ofuscados frente a falta de projetos de desenvolvimento mais eficazes – ou simplesmente por questões cíclicas, como apontam os neo-schumpeterianos.

Ao passo em que se entende a IA como um novo paradigma tecnológico, questões como desemprego tecnológico são consequentes. Cabe então tanto às novas Instituições quanto aos próprios trabalhadores (ou sindicatos) conseguirem dosar essa transição, para que assim possam ser criadas novos postos de trabalho, com um nível de exigência diferenciado em relação aos anteriores.

Casos de softwares pensantes por si só elevam o nível de disparidade, entre, aqueles que possuem capital suficiente para usufruir de tais avanços, em relação aos demais. É preciso ter sempre em mente que toda nova corrida tecnológica abre margem para disparidades sociais e econômicas – casos de *forging ahead* e *falling behind*.

No que tange a questão do ganho exponencial de eficiência, é onde entra em questão um ponto muito importante sobre riscos sistêmicos. O fato de que robos (ou softwares), respaldados por inúmeras pesquisas, conseguirem exercer atividades de forma mais eficiente que seres humanos, acaba gerando um processo de automatização cada vez mais intensivo. Ao passo em que essa automatização avança desenfreadamente, chegará um momento em que não se saberá mais de onde veio. Isto é, quanto mais denso for o processo de automatização – excluindo o papel do homem – mais difícil será de conseguir encontrar falhas de sistema, caso venham ocorrer.

Deixando todo o processo nas “mãos” de máquinas se perde em muito a intimidade com os modos de gerenciamento dos recursos produtivos.

De fato, a IA ainda não possui força suficiente para que seja reconhecida como um grande boom no ramo produtivo. Isso porque, tal como todas as outras revoluções tecnológicas até então vivenciadas, este processo se dá de forma lenta e progressiva. Diante dos fatos apresentados, o cenário futuro de curto e médio prazo já apresenta mudanças convincentes, principalmente sobre as mudanças em termos de qualificação para o mercado de trabalho e as novas vagas de emprego que serão criadas frente a difusão da IA no meio produtivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEAUDRY, P., GREEN A. D., SAND B. **The great reversal in the demand for skill and cognitive tasks**. University of British Columbia and Research Fellow, IFS, London, New York University. November, 2013.

BRYNJOLFSSON, E., MCAFEE, A. **The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies**. New York: W.W. Norton, 2014

BUMP, P., FAGGELLA, D. **AI for crime prevention and detection – current applications**. Techemergence, 03 agosto, 2018. Disponível em: <<https://www.techemergence.com/ai-crime-prevention-5-current-applications/>>. Acesso em: 23 agosto 2018.

BUSINESS WIRE. **GE Advances Wind Turbine Inspection Through Successful Robotic Trial**. 13 junho, 2012. Disponível em: <<https://www.businesswire.com/news/home/20120613006051/en/GE-Advances-Wind-Turbine-Inspection-Successful-Robotic>>. Acesso em: 24 agosto 2018.

CÂMARA, M. S. A. L. **Inteligência Artificial: Representação de Conhecimento**. Departamento de Engenharia Informática, Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal, 2001.

CASSIOLATO, J. E., GONZALO, M. **O papel do Estado no desenvolvimento dos sistemas de inovação dos BRICS**. RedeSist. TD DIT – nº1. Rio de Janeiro, julho 2015.

COSTA, M. B. L. C. **As relações de trabalho, a máquina e o fato**. Revista do Tribunal Regional do Trabalho. Belo Horizonte, jun 2010. p. 91-105.

DILLOW, C. **GE's Hospital Robot Could Reduce Human Errors and Save Lives**. Popular Science. 31 janeiro, 2013. Disponível em: <<https://www.popsci.com/technology/article/2013-01/ges-hospital-bot-will-sort-scalpels-sterilize-tools-and-prep-operating-rooms-surgery>>. Acesso em: 23 agosto 2018.

DODGSON, M., GANN, D. **Artificial intelligence will transform universities. Here's now.** World Economic Forum, 09 agosto, 2017. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2017/08/artificial-intelligence-will-transform-universities-here-s-how/>>. Acesso em: 15setembro 2018.

DOSI, G. **Technological paradigms and technological trajectories.** Brighton U.K. Research Policy, 11, 1982. p. 147-163.

ELIAS, P. S. **Algoritmos, Inteligência Artificial e o Direito.** Direito da Informática, 12 novembro, 2017. Disponível em: <<http://www.direitodainformatica.com.br/?p=1969>>. Acesso em: 16 setembro 2018.

ÉPOCA NEGÓCIOS. **A startup de inteligência artificial mais valiosa do mundo.** 09 de maio, 2018. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2018/04/startup-de-inteligencia-artificial-mais-valiosa-do-mundo.html>>. Acesso em: 16 outubro 2018.

ÉPOCA NEGÓCIOS. **Facebook abrirá centros de ensino de habilidades digitais na Europa.** 22 de janeiro, 2018. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2018/01/facebook-abrira-centros-de-ensino-de-habilidades-digitais-na-europa.html>>. Acesso em: 16 outubro 2018.

ÉPOCA NEGÓCIOS. **MIT investe US\$ 1 bilhão em nova faculdade especializada em inteligência artificial.** 16 de outubro, 2018. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2018/10/mit-investe-us-1-bilhao-em-nova-faculdade-especializada-em-inteligencia-artificial.html>>. Acesso em: 16 outubro 2018.

FREEMAN, C., Louçã, F. **As Time Goes By; From the Industrial Revolutions to the Information Revolution.** Oxford University Press Inc. Nova York, 2001.

FREEMAN, C., PEREZ, C. **Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour.** Pinter Publishers, Londres, Nova York, 1988. p. 38-66.

FREY, C. B., OSBORNE, M. A. **The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?** Oxford, Setembro 17, 2013.

FOGAÇA, A., SALM, C. L. **Tecnologia, emprego e qualificação: algumas lições do século XIX.** Revista de Economia Contemporânea nº 4, Juiz de Fora, dez. 1998. p. 107-135.

GORDON, R. J. **Is U.S. economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds.** National Bureau of Economic Research. Cambridge, August 2012.

KEYNES, J. M. **Economic Possibilities for our Grandchildren (1930).** Essays in Persuasion. New York: Harcourt Brace, 1932. p. 358-373.

KOLLEWE, J. **Artificial Intelligence will be net UK jobs creator.** The Guardian, 17 de julho 2018. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/technology/2018/jul/17/artificial-intelligence-will-be-net-uk-jobs-creator-finds-report>>. Acesso em: 25 de agosto 2018.

KRUEGER, A. B. **How Computers Have Changed the Wage Structure: Evidence from Microdata, 1984-1989.** The Quarterly Journal of Economics, Vol. 108, No. 1. fevereiro, 1993. p. 33-60.

LOBO, L. C. **Inteligência Artificial e Medicina.** Revista Brasileira de Educação Médica. Curitiba, jun 2017. p. 185-193.

MAZZUCATO, M. **The Intrepreneurial State.** First Published. Demos. Londres, 2011. p. 65-106

MAHONEY, M. **The Cost of AI.** Draft, 27 de março, 2013.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Disruptive Technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy.** maio 2013. Disponível em: <[https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI\\_Disruptive\\_technologies\\_Full\\_report\\_May2013.ashx](https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Full_report_May2013.ashx)>. Acesso em: 19 setembro 2018

MOKYR, J. **Innovation and Its Enemies: The Economic and Political Roots of Technological Inertia**. Department of Economics, Northwestern University, 2003.

NORDHAUS, W. D. **Two Centuries of Productivity Growth in Computing**. The Journal of Economic History, Vol. 67, No. 1. março, 2007. p. 128-159.

ORGANIZAÇÃO REGIONAL DO TRABALHO. **OIT estima que desemprego global terá aumento de 3,4 milhões em 2017**. 12 janeiro, 2017. Disponível em: <[http://www.ilo.org/brasil/brasilia/noticias/WCMS\\_541363/lang--pt/index.htm](http://www.ilo.org/brasil/brasilia/noticias/WCMS_541363/lang--pt/index.htm)>. Acesso em: 30 setembro 2018.

PENNA, C. C. R. **Programa de Aperfeiçoamento para Carreiras; Economia da Inovação**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <[file:///C:/Users/Renan/Downloads/economia\\_da\\_inovacao\\_aula\\_04.pdf](file:///C:/Users/Renan/Downloads/economia_da_inovacao_aula_04.pdf)>. Acesso em: 22setembro 2018.

PEREZ, C. **Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems**. Futures, vol. 15, n<sup>a</sup> 4. outubro, 1983. p. 357-375.

PEREZ, C. **Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero: La dinámica de las burbujas financeiras y las épocas de bonanza**. México, Siglo XXI Editores, 2004. p. 25-77.

PEREZ, C. **Technological Revolutions and Techno-economic Paradigms**. Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics. Noruega, Tallinn, 20 de janeiro, 2009.

RICARDO, D. **Princípios de Economia Política e Tributação**. São Paulo. Editora Nova Cultura Ltda., 1996.

OIKONOMITSIOU, S. **The Artificial Intelligence System in the USA**. Master Thesis in Innovation. Aalborg University. Dinamarca, junho, 2018. p. 23-30.

ROBOTICS-VO. **A Roadmap for U.S. Robotics; From Internet to Robotics**. USA, 20 de março 2013. Disponível em:

<<http://www.roboticscaucus.org/Schedule/2013/20March2013/2013%20Robotics%20Roadmap-rs.pdf>>. Acesso em: 26 agosto 2018.

SATURNO, A. **Inteligência Artificial da IBM está ajudando escritório de advocacia brasileiro**. Canaltech, 18 janeiro de 2018. Disponível em:

<<https://canaltech.com.br/inteligencia-artificial/inteligencia-artificial-da-ibm-esta-ajudando-escritorio-de-advocacia-brasileiro-106622/>>. Acesso em: 25 agosto 2018.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

SOUSA, E. J. S. **As mudanças tecnológicas e o desemprego**. São Paulo, 2013.

THE ECONOMIST. **For artificial intelligence to thrive, it must explain itself**. Print Edition, 15 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.economist.com/science-and-technology/2018/02/15/for-artificial-intelligence-to-thrive-it-must-explain-itself>>. Acesso em: 15 setembro 2018.