A Evolução Recente da Inteligência Artificial: implicações trabalhistas, sociais e regulatórias

The Recent Evolution of Artificial Intelligence: labor, social and regulatory implications

La Evolución Reciente de la Inteligencia Artificial: implicaciones laborales, sociales y regulatorias

José Paulo Zeetano Chahad[1]
Tuffy Licciardi Issa[2]

Resumo

Chahad, J. P. Z.; Issa, T. L. A Evolução Recente da Inteligência Artificial: implicações trabalhistas, sociais e regulatórias. ***Rev. C&Trópico***, v. 48, n. 1, p. 31-70, 2024. Doi: https://doi.org/10.33148/CETROPv48n1(2024)2278

Este texto traz uma resenha bibliográfica das implicações trabalhistas, sociais e regulatórias da evolução recente da Inteligência Artificial (IA). Historicamente ela deve ser entendida como uma sequência do longo processo de automatização das atividades produtivas, desde as primeiras revoluções industriais, representando o novo símbolo da fronteira computacional da humanidade. A diferença com outras tecnologias se dá pela proximidade com a inteligência humana, elevando os riscos de efeitos adversos e impactos incertos onde for introduzida. Diferentemente de outros processos tecnológicos, sua inserção nas mais diversas atividades e áreas do conhecimento se dá de modo veloz e abrangente. Compreender seu alcance é uma tarefa complexa e impossível devido à sua grandeza. Assim, foram selecionados alguns entre os tópicos recentes mais icônicos da IA, a saber aspectos históricos do seu desenvolvimento; seus impactos no mercado de trabalho (desemprego, Job Match e novas habilidades requeridas dos trabalhadores); suas consequências sociais (desigualdade de renda e inclusão social) e as formas conhecidas de controlar seus impactos adversos (Estado, organizações sindicais e diálogo social). A síntese conclusiva geral é que, no atual estágio de conhecimento, o avanço da IA, embora represente um avanço para a humanidade no longo prazo, revela, entretanto, resultados que ainda são ambíguos para a sociedade no curto prazo, seja em termos de custos e/ou de benefícios. Esta constatação não nos permite afirmar, com certeza, quais as reais mudanças que esta tecnologia tem causado na economia e na sociedade.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Automação. Implicações trabalhistas.

Abstract

Chahad, J. P. Z.; Issa, T. L. The Recent Evolution of Artificial Intelligence: labor, social and regulatory implications. ***Rev. C&Trópico***, v. 48, n. 1, p. 31-70, 2024. Doi: https://doi.org/10.33148/CETROPv48n1(2024)2278

This text presents a literature review about the recent evolution of Artificial Intelligence (AI) and its labor, social and regulation implications. Understood as a continuation of the long historical process of automating productive activities, initiated by the first industrial revolutions, it represents humanity's newest symbol of the computational frontier. The proximity to human intelligence differentiates it from other technologies, aggravating the adverse risks and the uncertain impacts whenever introduced. Unlike any other technological processes, its insertion into society branches is spreading at a speed and scale never observed before. The understanding of its scope is a complex and impossible task due to its greatness. Thus, this article addresses some of the most recent and iconic AI topics, such as its history and development; its impacts to the labor market (unemployment, Job Match and the new skills demanded from workers); its social consequences (income inequality and social inclusion) and the known forms to control its adverse impacts (government, syndical organizations and social dialogue). The broad conclusive syntheses is that, in the current state of knowledge, the AI

[1] Professor Titular (FEA/USP– Aposentado) e Pesquisador Sênior da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE). E-mail: jpchahad@usp.br Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9421-3757

[2] Atuou como assistente de pesquisa do Professor Chahad pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE). Atualmente desenvolve projeto de iniciação científica na área de economia do trabalho. E-mail: tuffy@usp.br Orcid: https://orcid.org/0009-0002-1132-402X

advancements represents a major advance to humanity in the long run, however, in the short run, it reveals uncertain results to society, in terms of costs and/or benefits. Through this statement, it is not possible, to truthfully analyze the real economic and social changes caused by AI.
Keywords: Artificial Intelligence. Automation. Labor implications.

Resumen

Chahad, J. P. Z.; Issa, T. L. La Evolución Reciente de la Inteligencia Artificial: implicaciones laborales, sociales y regulatorias. ***Rev. C&Trópico***, v. 48, n. 1, p. 31-70, 2024. Doi: https://doi.org/10.33148/CETROPv48n1(2024)2278

Este texto proporciona una revisión bibliográfica de las implicaciones laborales, sociales y regulatorias de la reciente evolución de la Inteligencia Artificial (IA). Históricamente, debe entenderse como una secuencia del largo proceso de automatización de las actividades productivas, desde las primeras revoluciones industriales, representando el nuevo símbolo de la frontera computacional de la humanidad. La diferencia con otras tecnologías se debe a su proximidad a la inteligencia humana, aumentando los riesgos de efectos adversos e impactos inciertos allá donde se introduzca. A diferencia de otros procesos tecnológicos, su inserción en las más diversas actividades y áreas del conocimiento se da de manera rápida e integral. Comprender su alcance es una tarea compleja e imposible debido a su magnitud. Así, se seleccionaron algunos de los temas recientes más emblemáticos de la IA, a saber, aspectos históricos de su desarrollo; sus impactos en el mercado laboral (desempleo, Job Match y nuevas habilidades requeridas de los trabajadores); sus consecuencias sociales (desigualdad de ingresos e inclusión social) y las formas conocidas de controlar sus impactos adversos (Estado, organizaciones sindicales y diálogo social). La síntesis general concluyente es que, en el nivel actual de conocimiento, el avance de la IA, si bien representa un avance para la humanidad en el largo plazo, revela, sin embargo, resultados aún ambiguos para la sociedad en el corto plazo, ya sea en términos de costos y/o beneficios. Este hallazgo no permite decir con certeza qué cambios reales ha provocado esta tecnología en la economía y la sociedad.
Palabras clave: Inteligencia artificial. Automatización. Implicaciones laborales.

Data de submissão: 16/04/2024
Data de aceite: 12/06/2024

1. Introdução

Por centenas de anos os seres humanos sempre se interessaram pela possibilidade de haver alguma espécie de "Inteligência Artificial" (IA), muito antes de Alan Turing fazer, em 1950, a pergunta crucial "*as máquinas podem pensar?* " à qual impulsionou de vez o interesse, e os estudos sobre este fenômeno. Historicamente, os antigos filósofos gregos já trabalhavam com o conceito de "inteligência não humana". Mais tarde, o conceito de robôs aparece no Renascimento, especialmente com as proposições e experimentos de Leonardo da Vinci. A possibilidade de uma IA, portanto, não é nova na história humana, embora tenha ganhado notoriedade na segunda metade do século XX.[3]

Em termos concretos, o marco histórico que deu origem ao desenvolvimento da IA foi a elaboração do primeiro algoritmo, pela Condessa Ada Lovelace, em 1843. A partir de então inúmeros processos de automatização foram sendo desenvolvidos em direção à consolidação da IA como hoje a conhecemos. As mais recentes ondas de IA foram, na década de 2010, com o avanço da "*Machine Learning"* (ML), um ramo da

[3] A seção 1 trará uma história sucinta da evolução da IA.

estatística computacional usada para fazer previsões a partir de dados não estruturados. A outra foi em 2022, com o surgimento do ChatGPT, um sistema natural que pode ser utilizado para responder questões, verter linguagens e produzir textos quando solicitado[4].

Esses avanços imprimiram um ritmo sem precedentes na velocidade de desenvolvimento da IA. Mas, diferentemente de outros processos tecnológicos, sua velocidade de penetração é mais ampla, disseminando-se em praticamente todas as ocupações, ramos de atividades econômicas, bem como em outros aspectos da sociedade como um todo. Ainda que o temor principal (aparentemente infundado como veremos) tenha sido a possibilidade de um desemprego em massa, as implicações da IA não se restringem a este único impacto, indo mais além, pois tem promovido mudanças culturais, médicas, jurídicas, sociais, nas comunicações, no ambiente e na organização do trabalho, levando à necessidade de novos requisitos educacionais para o novo perfil requerido dos trabalhadores, entre outras implicações[5].

Nessa perspectiva, este artigo apresenta uma resenha da literatura atual, focando as implicações, os impactos e os resultados da incidência da IA sobre tópicos selecionados, sem qualquer pretensão de esgotar, dentro de cada tema, outras possibilidades de análise. Desse modo, além desta introdução, a seção 1 traz um retrospecto histórico da evolução da IA; a seção 2 discute a definição desta tecnologia; a seção 3 enveredará sobre suas consequências no mercado de trabalho (desemprego, *Job Matching*, e as novas habilidades requeridas dos trabalhadores); a seção 4 abordará aspectos sociais, inclusive distributivos e de inclusão social; a seção 5 discutirá as formas de controle dos impactos negativos e efeitos adversos da IA, tendo como pano de fundo as políticas públicas, o papel das organizações sindicais e o diálogo entre os principais atores sociais. A seção 6 trará uma síntese conclusiva, seguindo-se das Referências.

---

[4] O *ChatGPT* tem como fundamento tecnológico o sistema GPT (*Generative Pre-Trained Transformer*), cuja definição pelo *Cambridge Dictionary* é: "*GPT is a natural language system that can be used to answer questions, translate languages, and generate text in response to a prompt."* (GPT, 2023).

[5] Destaca-se a carta pública do Instituto do Futuro da Vida (*Future of Life Institute*) na qual se apelava para uma interrupção momentânea do desenvolvimento do *ChatGPT* para que houvesse a criação de regulações à IA. Mais detalhes em Future of Life Institute (2023).

2. Uma história sucinta da evolução da Inteligência Artificial (IA)

2.1. Antecedentes da IA: as revoluções industriais

O início do processo de automação de tarefas, por meio do desenvolvimento tecnológico, pode ser delimitado através do marco histórico da Primeira Revolução Industrial (ocorrida no fim do século XVIII). A partir de então, houve uma disseminação das máquinas a vapor desencadeando o aumento do volume da produção e principalmente, reduzindo os custos de produção. Além disso, ocorreu um desenvolvimento veloz das malhas ferroviárias, as quais facilitaram o transporte, 'encurtando' a distância entre as cidades, gerando assim maior interligação entre os mercados de bens e serviços, o que provocou uma redução dos custos de transportes.

Na transição do século XIX para o XX, desencadeou-se a chamada Segunda Revolução Industrial, cujos principais legados foram o desenvolvimento e a implementação da energia elétrica, e seus desdobramentos em termos de infraestrutura produtiva. Outro aspecto notável nessa época foi a consolidação da divisão do trabalho no processo produtivo, especializando-se os operários em etapas mais curtas e específicas do produto final.

A Terceira Revolução Industrial, ocorrida na segunda metade do século XX, contribuiu por sua vez, através do surgimento da robotização, da informática, das telecomunicações e do acesso massificado às novas tecnologias. Emergiu daí um período de elevado dinamismo, com linhas de produção cada vez mais complexas e globalizadas.

Por fim, a Quarta Revolução Industrial trouxe consigo a revisão da fronteira entre humanos e máquinas nos mais diversos setores produtivos e geográficos. As principais contribuições deste novo avanço tecnológico foram os sistemas integrados remotos, a *internet* das coisas, o sistema de computação em '*nuvem*', processos de digitalização, a segurança na utilização de dados, o início da consagração da IA, e o desenvolvimento do *big data*[6] (Chahad e Gollo, 2019)**.**

2.2. A evolução da IA sob a ótica da computação e da automação

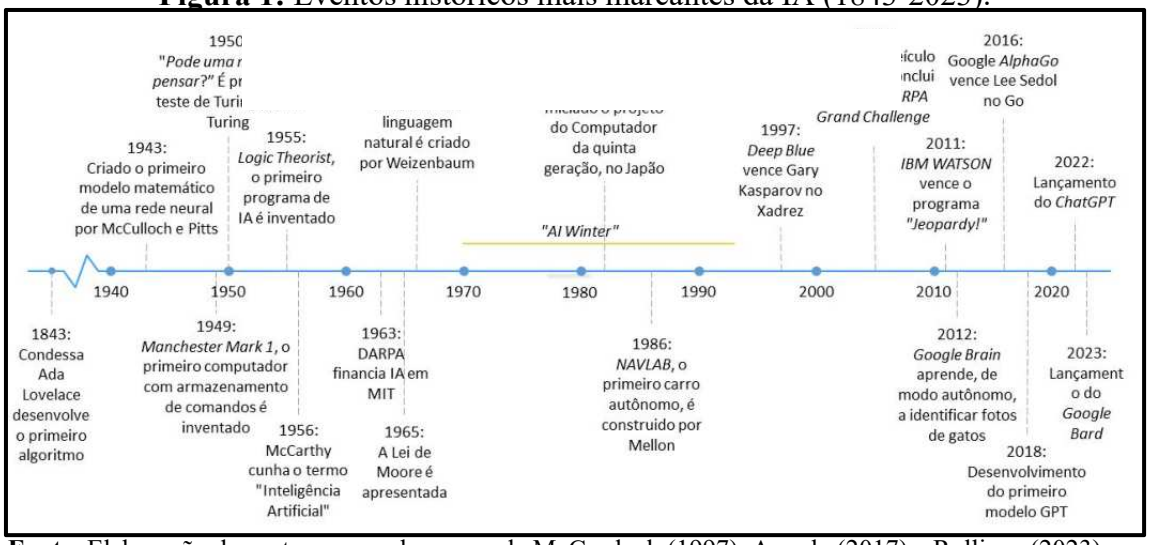
A geração e a disseminação das tecnologias de automação decorrentes dessas revoluções foram fundamentais para o incremento das atividades econômicas. A partir da Quarta Revolução Industrial, a tecnologia da IA passou a impactar mais fortemente as atividades econômicas, estruturais, sociais e culturais. O desenvolvimento dessa

[6] Termo consagrado em inglês para se referir aos processamentos que cercam a análise de gigantescas bases de dados, sendo inviável a interpretação dos dados sem que haja um tratamento prévio.

ferramenta, contudo, não se resume exclusivamente (e historicamente) ao período mais recente, sendo resultado de um amplo processo, ao longo do tempo, repleto das mais diversas contribuições tecnológicas.

Essa evolução histórica da IA pode ser vista na Figura 1 a seguir, a qual nos mostra uma linha do tempo do desenvolvimento da IA.

Figura 1: Eventos históricos mais marcantes da IA (1843-2023).



Fonte: Elaboração dos autores, com base em: de McCorduck (1997), Anyola (2017) e Rollings (2023).

Apesar de autoexplicativa essa figura será complementada pelos comentários que se seguem. De início, nota-se que a IA é uma entre as muitas tecnologias de automação ao longo da história. Sua origem advém inicialmente da contribuição de Ada Lovelace que, em 1843, elaborou o primeiro *algoritmo*, sendo este o marco inicial para o desenvolvimento do computador moderno, como destaca McCorduck (1977).

As contribuições do matemático Alan Turing, através de sua *"Máquina de Turing"* foram, por sua vez, os alicerces para a constituição do computador moderno e, também, o marco inicial da ciência da computação. Por meio de sua obra de 1950, em que indaga: *"as máquinas podem pensar?*" Turing, não apenas direcionou estudos na área de pesquisa da IA (cujo termo ainda não havia sido cunhado), mas, também propôs o método conhecido como: *"Teste de Turing*" ou *"Imitation Game"*, para definir se, de fato, as máquinas seriam capazes de pensar (Smith *et alii*, 2006). Nesse "Jogo de Imitação*"* um interrogador, por meio de conversas realizadas por mensagens, deve determinar qual dos dois outros jogadores é o humano e qual é a máquina (Turing, 1950, p. 442).[7]

> *The original question, "Can machines think?" I believe to be too meaningless to deserve discussion. Nevertheless, I believe that at the end of the century the use of words and general educated opinion will have altered so much that one will be able to speak of machines thinking without expecting to be contradicted.*

[7] Para o leitor interessado no conteúdo deste teste (jogo) recomenda-se a leitura do texto original de **Turing (1950).**

Apenas em 1956, na "*Dartmouth Summer Research Project",* o termo *Inteligência Artificial* foi oficialmente cunhado pelo professor de matemática John McCarthy, onde, também, os marcos da nova área de pesquisa foram estabelecidos[8]. Entretanto, como a história demonstrou na época, as expectativas futuras quanto a este novo fenômeno se mostraram demasiadamente otimistas para o estado das artes tecnológicas da época.

De acordo com a OECD (2019a), a falta de resultados imediatos positivos, e o não alcance das expectativas otimistas que se previam, desencadeou um período de grandes cortes em financiamentos direcionados para o seu desenvolvimento, iniciando-se o chamado "*AI Winter*" [9]. Assim, o período com esta denominação é caracterizado pela forte perda de entusiasmo acerca da tecnologia voltada para IA:*Indeed, during the AI Winter, commercial and scientific activities in AI declined dramatically.* **(**Smith *et alii*, 2006, p..17).

Apenas na segunda metade da década de 1990, com o aumento da capacidade computacional disponível, encerrou-se o período de menor interesse acerca da IA, uma vez que a realização de tarefas mais complexas se tornou factível. Simbolicamente a IA deu um grande salto em 1995, quando o computador *Deep Blue*, da IBM, foi criado, e ao ser testado, derrotou o campeão mundial de xadrez, o russo Gary Kasparov, em 1997 (Assumpção, 1997).

Outro grande marco da tecnologia de IA ocorreu no ano de 2016, quando o computador *AlphaGo,* da Google, acabou vencendo Lee Sedol, o campeão mundial de Go[10]. Após a vitória, os desenvolvedores da máquina vencedora fizeram com que a IA jogasse contra ela mesma – sem que houvesse qualquer intervenção humana, ou acesso aos dados históricos – ou seja, aprendendo somente pela tentativa e erro. Como resultado, em apenas 40 dias, o mais novo computador *AlphaGo Zero* havia derrotado *AlphaGo* por 100 jogos a 0 (Greenemeier, 2017).

Todos esses passos foram necessários para que hoje a IA existente alcançasse patamares mais elevados, como é o caso da alta funcionalidade atual desta, sendo o *ChatGPT* o principal expoente do livre acesso à essa tecnologia para o público geral. Este *chatbot* tem como seu grande diferencial a capacidade de interpretar, bem como

[8] "*Dartmouth Summer Research Project*" foi o evento seminal organizado, na Universidade de Dartmouth, no qual se criou o campo de pesquisa de IA.
[9] OECD (2019a, p. 20**)**. O termo "*AI Winter",* traduzido para "*Inverno da IA"*, nada mais foi que uma nomenclatura emprestada do temido "*Inverno Nuclear*", o qual, durante o período da Guerra Fria, ocupava o imaginário de grande parte da população como sendo o responsável pela extinção da humanidade.
[10] Go, é um jogo de tabuleiro estratégico chinês, cujo objetivo dos jogadores é cercar mais territórios do que o seu oponente. Trata-se de um jogo muito mais complexo e difícil de se prever do que o jogo de xadrez.

gerar frases complexas, através de seu acesso à uma extensa base dos dados[11]. Destaca-se aqui, também, o recente *chatbot* da Google*,* lançado em 2023, de nome *Bard*, criado como IA alternativa da desenvolvida pela OpenAI[12].

O crescimento exponencial da capacidade computacional fortalece o desenvolvimento da IA, já que este torna factíveis tarefas progressivamente mais complexas. A consequência desse processo é de um forte, e constante, crescimento referente às capacidades cognitivas dessas máquinas no futuro, especialmente pela crescente demanda no tratamento de grandes bases de dados *(big data)* por parte de empresas, pesquisadores, universidades e instituições governamentais, entre outras.

3. A definição da IA

3.1. O avanço contemporâneo dos estudos e das pesquisas sobre IA

Embora o tema da IA tenha surgido há muito tempo na literatura sobre o desenvolvimento tecnológico em escala global, o avanço das publicações cresceu mais vigorosamente a partir dos anos 2000, conforme se pode observar a Figura 2, obtido do relatório sobre IA elaborado por Malsej *et al* (2023).

De fato, em 2010, as publicações sobre IA giravam em torno de 200 mil textos naquele ano, cifra que se elevou para, aproximadamente 500 mil, em 2021, um crescimento médio de 5,0% ao ano. Neste ano, dentre os mais importantes tipos de publicações, 60,0% das mencionadas eram artigos em *Journals,* 17,0% eram resultados de *Papers* oriundos de Conferências, e 13,0% representavam documentos disponibilizados em *Plataformas Online* (*Repository Submissions*).[13]

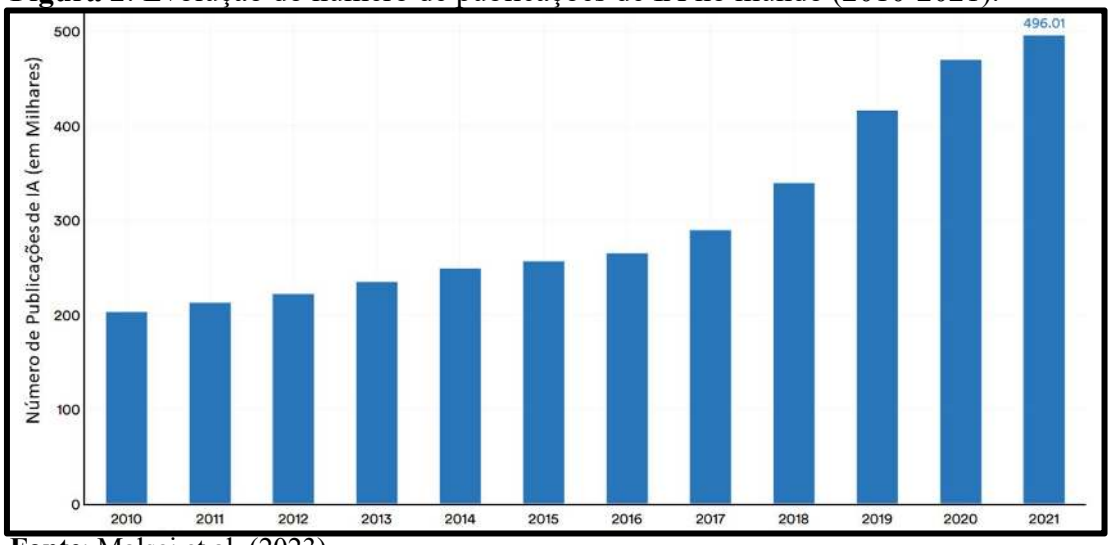
---

[11] *Chatbot* é um termo em inglês expresso pela junção das palavras conversa (*chat*) e robô (*robot*, onde *bot* é a abreviação da palavra). A Microsoft (2021) define *chatbot* como: " [...] *um aplicativo de software que é usado para interagir em conversas humanas de forma natural.* " (Tradução livre dos autores).

[12] OpenAI é a empresa norte-americana de tecnologia responsável pelo desenvolvimento do *ChatGPT.*

[13] Outros tipos de publicações (20,0%) foram *Livros, Capítulos de Livros* e textos das mais variadas modalidades. Ver Malsej *et al* (2023).

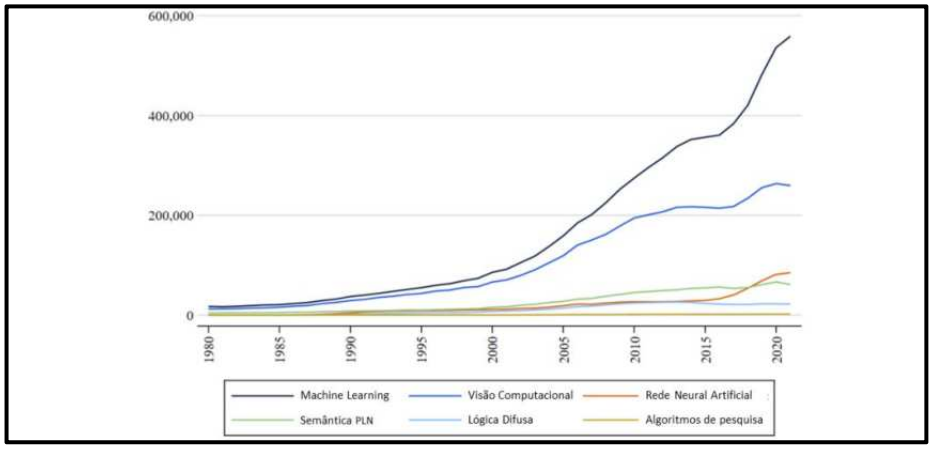
Figura 2: Evolução do número de publicações de IA no mundo (2010-2021).



Fonte: Malsej et al. (2023)

Outro aspecto a se destacar é que, em período recente, as forças que alavancam a IA provêm do uso intensivo da chamada *"Machine Learning"* (ML), conforme indica o aumento de publicações, entre 1980 e 2020, mostrado na Figura 3 a seguir. Trata-se de um ramo da tecnologia computacional que se focaliza no desenvolvimento de algoritmos, os quais podem, automaticamente e de forma interativa, construir modelos analíticos originados de bancos de dados, mas sem programarem explicitamente uma solução.[14] (US-EU Trade and Technology Council Inaugural Joint Statement, 2022, p. 4).

Figura 3: Publicações de Pesquisa de IA por tópico (1980-2021)



Fonte: US-EU Trade and Technology council inaugural joint statement (2022)

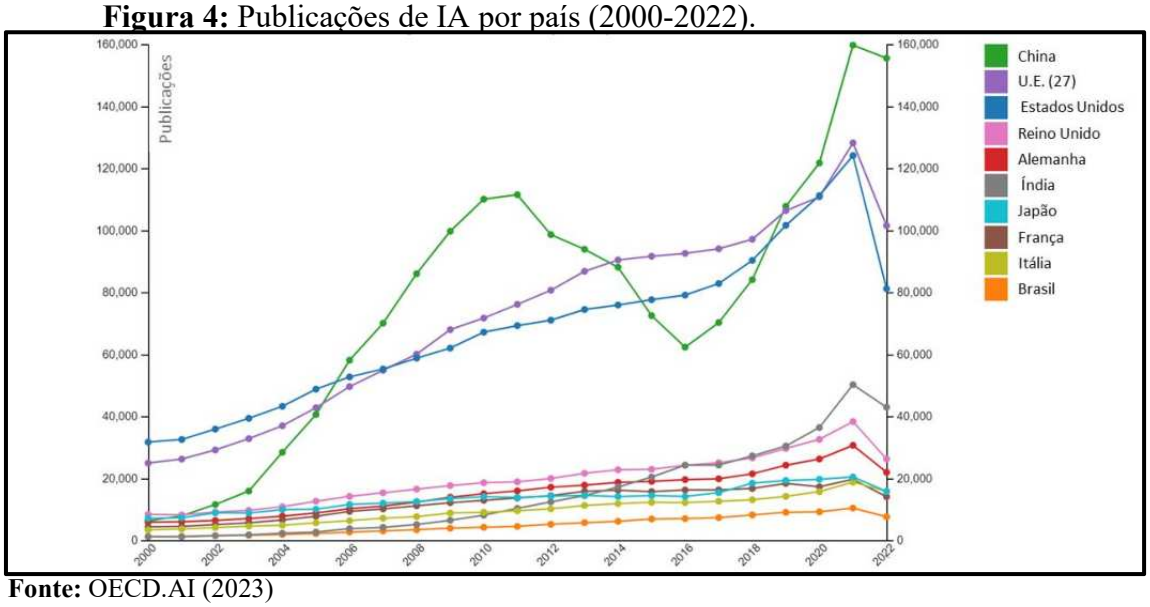
Conforme mostra a referida Figura 3, outras áreas da IA tem merecido crescente volume de estudos e publicações, ainda que em ritmo menor do que os estudos sobre

[14] De acordo com o Cambridge Dictionary *algoritmo* se define como: "*a set of mathematical instructions or rules that, especially if given to a computer, will help to calculate the answer to a problem.* " **(**Algorithm, 2023**)**. Especificamente com relação à IA, Manning (2020) afirma que: *"An algorithm lists the precise steps to take, such as a person writes in a computer program. AI systems contain algorithms, but often just for a few parts like learning or reward calculation method."*

ML.[15] Entre as que tem recebido forte impulso, está a *"Visão Computacional"*, que representa a utilização intensiva de computadores para obter informações provenientes de imagens e de vídeos. Nota-se, também, que, a partir dos anos 2010, há um aumento das pesquisas focadas numa subárea da ML, as denominadas *"Redes Neurais"* (*Neural Networks*). Elas representam algoritmos que transportam conjuntos de *inputs* em predições para produtos, e ações que aproximam essas previsões na forma mais próxima da realidade.

A Figura 4 contempla a evolução das publicações sobre IA segundo países e regiões. Nela pode-se notar que a China, os Estados Unidos e a União Europeia lideram as publicações sobre o tema, e em números muito superiores aos demais países da figura. Uma informação notável desta figura é que países historicamente fortes no avanço tecnológico, como por exemplo, Alemanha, Japão e França, tem uma contribuição literária sobre IA, muito baixa e estagnada, desde o início dos anos 2000, o que ocorre, também, com o Brasil. Por fim, nota-se que, entre 2020 e 2022, houve um declínio mundial na produção de textos sobre IA decorrente da pandemia que jogou o mundo numa profunda recessão econômica, com implicações negativas no campo social, cultural, e mesmo na produção do conhecimento científico.

Figura 4: Publicações de IA por país (2000-2022).



Fonte: OECD.AI (2023)

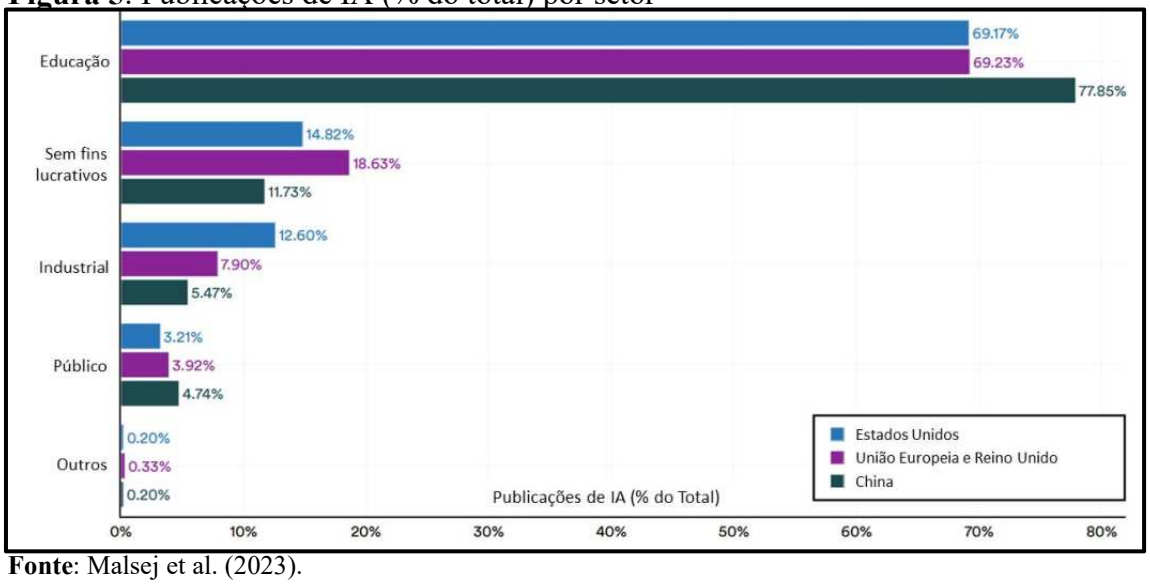
O setor da *Educação* aparece, destacadamente, como aquele mais profícuo em publicações sobre IA, conforme revelam as estatísticas da Figura 5[16]. Isso ocorre em todos os países e regiões onde a produção bibliográfica no tema ocorre em maior escala.

[15] Existe muita sobreposição entre os termos IA e ML. Simplificadamente a IA está majoritariamente preocupada com a geração de programas envolvendo atividades de "pensamento", enquanto a ML tem a preocupação com o treinamento e aprendizado de máquinas para realizarem programas e tarefas específicas. Ver Tableau (2023).

[16] O leitor interessado em ver a dimensão da IA no setor educacional deve consultar, entre outros, US Office of Educational Technology (2023).

De fato, em 2021, nos Estados Unidos, na China e na União Europeia, 70% ou mais dos textos abordando o tema estão voltados para o setor educacional, seguidas de longe pelo setor denominado *"Não Lucrativo"* (*Nonprofit*) (13,6%).

Figura 5: Publicações de IA (% do total) por setor



Fonte: Malsej et al. (2023).

3.2. A definição de IA

Definir o que venha ser IA é uma tarefa praticamente impossível em decorrência da complexidade que ela representa. Não existe, assim, uma definição universalmente aceita, e consagrada de IA. Há, porém, um reconhecimento geral que o termo foi inicialmente cunhado pelo célebre cientista da computação John McCarthy, quando ministrou sua primeira conferência acadêmica sobre IA, em 1956 – na faculdade de Dartmouth, como já vimos. Ele afirmava que a IA significava que os processos de automação necessitariam *"Inteligência"* como se fossem desempenhados por seres humanos.

Segundo Donepudi, Ahmed e Saha (2020, p. 17), *"The term artificial intelligence implies investigating intelligent problem solving behavior and developing intelligent computer programs"*.

Apenas recentemente apareceu uma definição que tem se consolidado como a mais aceitável pelos *experts* na ciência da computação. Em novembro de 2018, a OECD através de seu grupo de especialistas sobre IA desenvolveu uma definição, e visão sistêmica, do que venha a ser esse "novo" fenômeno tecnológico.

Visando dar grande abrangência à definição, ficou estabelecido que ela deveria conter os seguintes elementos: (i) ser compreensível; (ii) tecnicamente precisa; (iii)

tecnologicamente neutra; e (iv) e aplicável nos horizontes de curto e longo prazos. (OECD, 2019a, p. 22) [17].

Após os estudos desse grupo, a Instituição definiu a IA como:

> *"A machine-based system that is capable of influencing the environment by producing an output (predictions, recommendations or decisions) for a given set of objectives. It uses machine and/or human-based data and inputs to: (i) perceive real and/or virtual environments; (ii) abstract these perceptions into models through analysis in an automated manner (e.g. with machine learning) or manually; and (iii) use model inference to formulate options for outcomes. AI systems are designed to operate with levels of autonomy"*(Broecke, 2023b, p. 94).

Sob a ótica da tecnologia, Lane e Saint-Martin (2021) afirmam que a IA teria duas vertentes: (i) ela pode ser considerada como uma *tecnologia de automação*; e (ii) pode ser identificada como *tecnologia de uso geral (General Purpose Technology – GPT).*

Com relação à *tecnologia da automação* ela seria destinada para facilitar a automatização de tarefas que de outra forma seriam desenvolvidas pelos seres humanos. O que a distingue de outras tecnologias de automação, como por exemplo, robôs industriais ou máquinas automáticas, é seu enorme potencial para expandir o leque de tarefas que podem ser automatizadas.

Já existem fartas evidências, parte das quais são mencionadas na bibliografia final, sugerindo que a IA pode facilitar a automação, quando isso era previamente impossível. Até os mais recentes avanços destas máquinas, este processo afetava somente tarefas consideradas rotineiras, e aquelas desempenhadas pelos trabalhadores de baixa qualificação. Agora a IA tem sido identificada como um fenômeno capaz de automatizar tarefas de alta qualificação, bem como aquelas de características não rotineiras e/ou cognitivas.

No que diz respeito à *vertente GPT*, a IA é identificada como uma tecnologia com grande potencial de aplicação entre ocupações e setores de atividade, com habilidade de melhorar, ao longo do tempo, bem como gerar inovações complementares. Nesta ótica, a IA teria a capacidade de gerar predições, as quais serviriam de *inputs* nas tomadas de decisões num leque bastante amplo de ocupações, como por exemplo, ensino, linguística e atividades médicas. A principal característica dessa vertente *GPT* é de adicionar maior escala, e mais profundidade, aos desafios e oportunidades da IA, em amplos segmentos do mercado de trabalho.

Seguem as palavras de Lane e Saint-Martin (2021, p. 20):

[17] Os resultados da busca da definição de IA nos termos recomendados pelo grupo de especialistas da OECD transformaram-se na *OECD Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*. Para mais detalhes ver OECD (2019b).

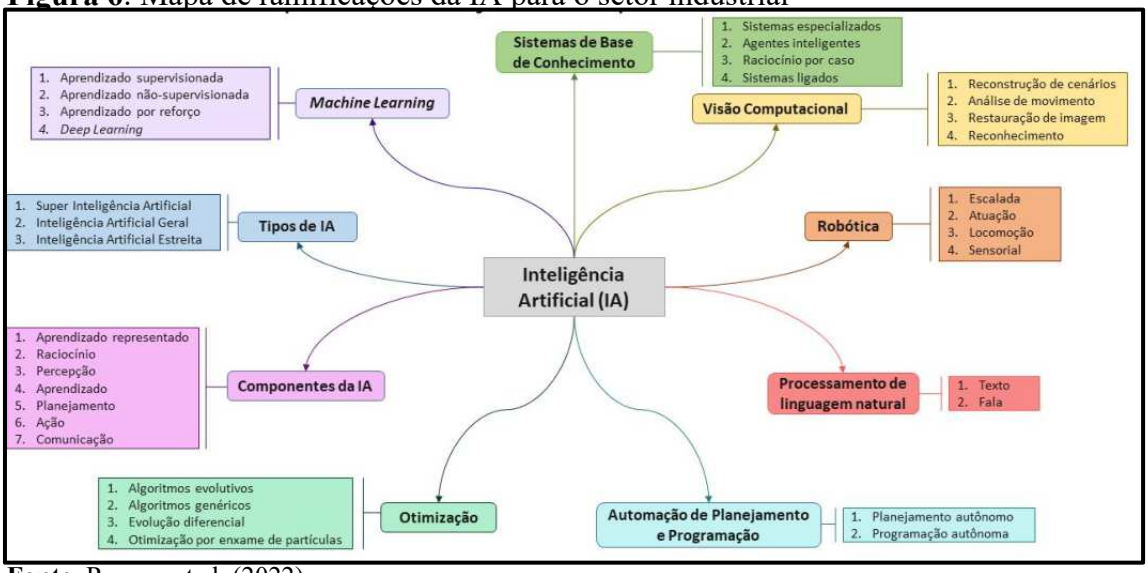
> "*One concern is that since automation has already led to job loss in certain industries, AI could lead to job loss in a much larger number of industries. On the other hand, the ability of AI to produce further innovations, by changing 'the process by which we create new ideas and technologies, helping to solve complex problems and scaling creative effort', could generate entirely new industries and create a myriad of new jobs.*"

3.3. Complexidade e abrangência da IA

Não obstante o surgimento e avanços da IA representarem uma grande conquista para a humanidade, entender sua complexidade, bem como especular sobre sua abrangência são tarefas virtualmente fora do alcance do conhecimento científico atual.

Regona *et al.* (2022) elaboraram um mapa contendo os componentes, os tipos, os processos de aprendizagem linguística, os níveis de automação e outros campos da IA para o setor industrial. A Figura 6 contém as informações deste mapeamento.

Figura 6: Mapa de ramificações da IA para o setor industrial



Fonte: Regona et al. (2022).

Ainda nesta questão da abrangência, é preciso destacar a relação entre a IA e automação, para além de aspectos históricos. Existe um consenso entre os *experts* no tema de que a introdução da IA nada mais é do que a continuação do longo processo de automação que tem acompanhado o desenvolvimento da humanidade. A IA difere das invenções prévias (desde a máquina a vapor até a digitalização e a robotização), pois:

> *As artificial intelligence draws closer and closer to general human intelligence, much of human labor runs the risk of becoming obsolete and being replaced by AI in all domains. In this view, progress in artificial intelligence is not only a continuation, but culmination of technological progress; it could lead to a course of history that is markedly different from the implications of previous waves of innovation, and may even represent what James Barrat (2013) has termed 'our final invention'*. (Korinek e Stiglitz, 2019, p. 349-350).

4. Os impactos da IA no mercado de trabalho

Como todo avanço tecnológico, a IA certamente trará significativas implicações com relação à utilização do trabalho humano. Sua capacidade disruptiva implicará em mudanças em diversos aspectos do mercado de trabalho. De fato, a implementação da tecnologia da IA, neste mercado, será acompanhada pela substituição de algumas tarefas e, também, pelo surgimento da demanda por novas tarefas.

Dessa maneira há uma nova e poderosa força atuando sobre os integrantes da força de trabalho pressionando, entre outros aspectos, a aquisição de habilidades específicas e complementares à esta nova ferramenta como instrumento de trabalho. Mudanças de hábitos, e novas formas de organização nos locais de trabalho deverão, também, ocorrer.

Nesta secção, buscar-se seletivamente analisar algumas das consequências que se desencadearão nas dinâmicas de trabalho. Dada a potencialidade e a complexidade dessas mudanças serão apresentadas aquelas mais frequentemente analisadas na literatura recente, a saber sobre o desemprego, a produtividade do trabalho, o *Job Matching*, e os novos requisitos com relação às habilidades dos trabalhadores.

4.1. IA: impactos sobre o desemprego

Existe na vasta literatura sobre o impacto da tecnologia no desemprego que, até a chegada em maior escala da IA, concentrava-se na discussão dos efeitos da automação na utilização da mão de obra em tarefas rotineiras e naquelas não-rotineiras. Com o advento da IA, os impactos sobre o uso da mão de obra são mais abrangentes, pois implica em saber seu alcance nas atividades de pensar, decidir, raciocinar, dialogar, e outras de caráter cognitivo. Ou seja, agora existe uma crescente preocupação no risco de desemprego em ocupações de alta qualificação, concentrada em atividades cerebrais até então impenetráveis aos processos de automação.

4.1.1. Um sumário das visões anteriores ao avanço da IA sobre o emprego e desemprego[18]

Os possíveis impactos negativos da IA sobre a utilização do trabalho humano tem sido, talvez, a preocupação mais frequente do avanço desta nova forma de tecnologia. Na realidade os avanços tecnológicos sempre trouxeram preocupações sobre o emprego, o desemprego e as condições de trabalho dos seres humanos. O temor de que as transformações tecnológicas e a velocidade destes processos inovadores ponham

[18] Parte desta seção foi baseada no texto de Chahad (2017) onde o autor abordou a questão se o desemprego tecnológico representaria o fim dos empregos.

em risco a utilização do trabalho humano, promovendo um desemprego de grandes dimensões na força de trabalho, acompanha o desenvolvimento da humanidade desde tempos imemoriáveis.

Historicamente, a primeira grande insatisfação contra a impacto deletério do avanço tecnológico na ocupação dos seres humanos, e nas suas condições de trabalho, veio durante a Primeira Revolução Industrial, na Inglaterra, através do chamado movimento Ludita (ou Ludismo). De acordo com Saes e Saes (2013, p.. 206): [...] *o movimento conhecido como Ludismo (pois teria sido liderado por um certo general Ludd) consistiu no ataque às fábricas e destruição dos teares por parte dos tecelões desempregados.*

Aos poucos o desenvolvimento econômico resultante do próprio avanço da tecnologia foi arrefecendo estas posições extremadas. Essa preocupação pessimista com o desenvolvimento tecnológico, no entanto, sofreu uma reversão com a posição de Keynes (1932), quando, no auge da recessão mundial, especulou sobre o futuro da humanidade discutindo as *Possibilidades Econômicas para os Nossos Netos*.

Nessa perspectiva, Keynes considerava o desemprego decorrente do avanço tecnológico como uma "doença" inevitável na trajetória secular da humanidade. Adotando um tom otimista isto seria como "*um mal necessário*", o qual, certamente, redundaria em mais progresso econômico, maior desenvolvimento no futuro e, consequentemente, na reposição dos empregos destruídos pela tecnologia.

Nesse contexto, a visão predominante entre os analistas, no início do século XX, passou a considerar que o *desemprego tecnológico*, apesar de inevitável, e indesejável, cedo ou tarde redundaria num crescimento da produtividade do trabalho. Nesse sentido, a automação da produção, ainda que poupando a mão de obra, se transformaria em um aumento da renda da economia, gerando demanda adicional por novos produtos e serviços em outros setores o que, por sua vez, criaria novos empregos para os desalojados pela tecnologia.

Nas primeiras décadas do século XXI, com o avanço das TI, da digitalização, da robótica, e da própria IA, esta visão branda e otimista deu lugar a visões sombrias sobre o futuro dos empregos, em resposta ao progresso técnico. Disseminou-se um temor, ainda que não unânime, e tampouco solidamente comprovado, de que essas novas tecnologias (e sua velocidade de penetração) possuíam grande potencial para levar ao *"fim dos empregos"* como propôs Rifkin (1995).

A principal fonte de um possível temor no fim dos empregos, em decorrência da nova onda tecnológica, deveu-se aos resultados de um amplo estudo para a economia americana realizado por Frey e Osborne (2013), que tentaram estimar a sensibilidade do emprego à penetração da computação.

Eles analisaram 632 ocupações praticadas nos Estados Unidos com relação ao risco de serem susceptíveis à automação, perguntando aos *experts* em tecnologia o potencial de automatização das mesmas num futuro próximo. O resultado por eles encontrado indicou que 47,0% dos trabalhadores americanos estavam trabalhando em ocupações que poderiam ser executadas por computadores e/ou algoritmos nos próximos 25 anos. Ou seja, até o ano de 2040, aproximadamente.

O contra-ataque veio logo em seguida no estudo de Arntz, Gregory e Zierahn (2016a). Utilizando dados de 21 países da OCDE, com base num enfoque denominado *"baseado em tarefas"* chegaram a resultados muito menos alarmantes do que os de Frey e Osborne (2013), cujo enfoque foi *"baseado em ocupações"*. Com fundamento neste princípio eles obtiveram que, na média dos países selecionados, apenas 9,0% se encontravam em alto risco de serem automatizados.

Em síntese, o impacto de novas tecnologias, sejam elas de qualquer origem, sobre os empregos é não só complexo, quanto controverso. Conforme afirmou Keynes (1932), todo progresso técnico representa uma etapa de ajustamento da sociedade e, no longo prazo, significa apenas que a humanidade está resolvendo seus problemas econômicos, via avanço tecnológico. Esta é a marcha da história.

A citação a seguir expressa com clareza o improvável fim dos empregos em decorrência da adoção de novas tecnologias, nesta fase de impactos da automação em atividades rotineiras e não-rotineiras:

> *The economic outlook for the future of work might not be as pessimistic as many suggest. In particular, automation and digitalization are unlikely to destroy large numbers of jobs. It seems more likely that workplaces will change and require different skills from workers compared to previous decades. Nevertheless, low qualified workers may face harder challenges to adjust in the digital transformation as the automatability of their jobs is typically significantly higher compared to those of highly qualified workers.* (Arntz, Gregory e Zierhan, 2016b).

4.1.2. A mudança de paradigma do impacto da IA sobre o desemprego

Os avanços da IA, notadamente a partir da década de 2010, trazem novidades e mudam a narrativa referente aos riscos de desemprego devidos à automação e à robotização. É certo que, como as máquinas a vapor, a eletricidade e a digitalização, a IA pode ser considerada uma tecnologia generalizante, devido à sua habilidade de ser

utilizada em todos os ramos da atividade econômica, assim como em praticamente todas as áreas do conhecimento científico.

A IA, contudo, é diferente das tecnologias de automação que a precederam. Conforme já mencionado, até então os efeitos tecnológicos sobre o trabalho se congregavam na discussão sobre a possibilidade de se automatizar atividades de rotina e de não-rotina. Já a IA fundamenta-se na utilização de máquinas inteligentes, fazendo previsões, recomendações ou influenciando ambientes reais ou virtuais. Escrito em outras palavras:

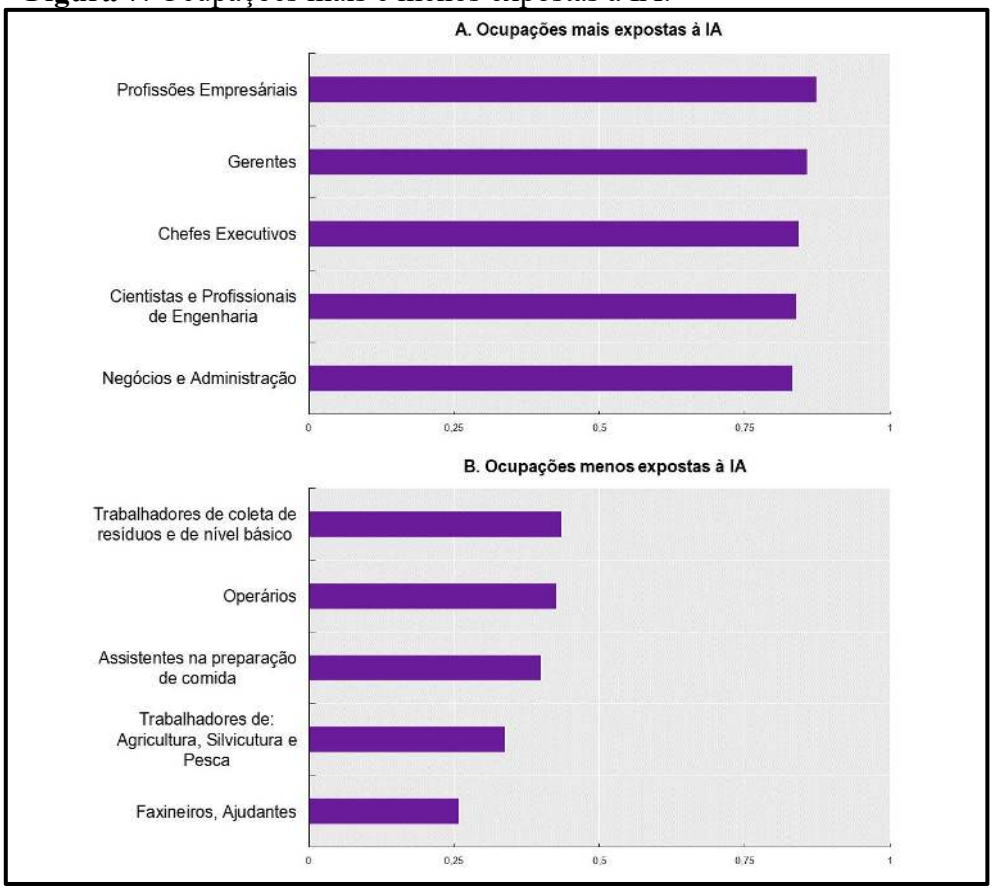
> *AI takes data and, (usually) using statistical models, generate predictions, decisions and recommendations. Importantly, AI can learn from its actions, and improve its predictions and recommendations over time. Noteworthy applications include credit long scoring and lending, legal assistance and medical diagnosis. Previously, it was widely believed that humans had a comparative advantage over machines in these sorts of complex tasks, AI, however, may render the tasks more amenable to automation.* (OECD, 2023, p.. 104).[19]

Essa constatação significa que o foco analítico sobre o impacto da IA na ocupação difere relativamente aos processos de inovações prévios, onde a automação recaía sobre as tarefas manuais, voltando-se, agora, para o exercício de *tarefas cognitivas* (Bordot, 2022, p.. 118). Em outras palavras, há uma diferenciação bastante nítida entre as ocupações rotineiras em risco de desemprego relativamente àquelas cognitivas, mais expostas a sofrerem interferência da IA, conforme mostra a Figura 7 que se segue. O foco do risco de desemprego se deslocou da automação e robotização das atividades manuais rotineiras, para aquelas que atuam utilizando a mente e a capacidade cognitiva.

A Figura 7 deixa claro que setores onde predominam atividades manuais, como por exemplo, agricultura, pesca, extrativismo, construção civil, manutenção e transportes, estão menos expostos à introdução da IA. Já tarefas administrativas que utilizam mais o conhecimento, a destreza mental, o intelecto, conhecimentos financeiros, habilidades médicas, etc. sofrerão maior incidência da IA aumentando, nestas áreas, o risco de desemprego.

[19] Nordhaus (2021), prêmio Nobel de Economia em 2018**,** afirma que a IA tem o potencial para elevar sua própria produtividade e potencializar seus conhecimentos, a ponto de fazer a inteligência e o trabalho humano supérfluos.

Figura 7: Ocupações mais e menos expostas à IA.

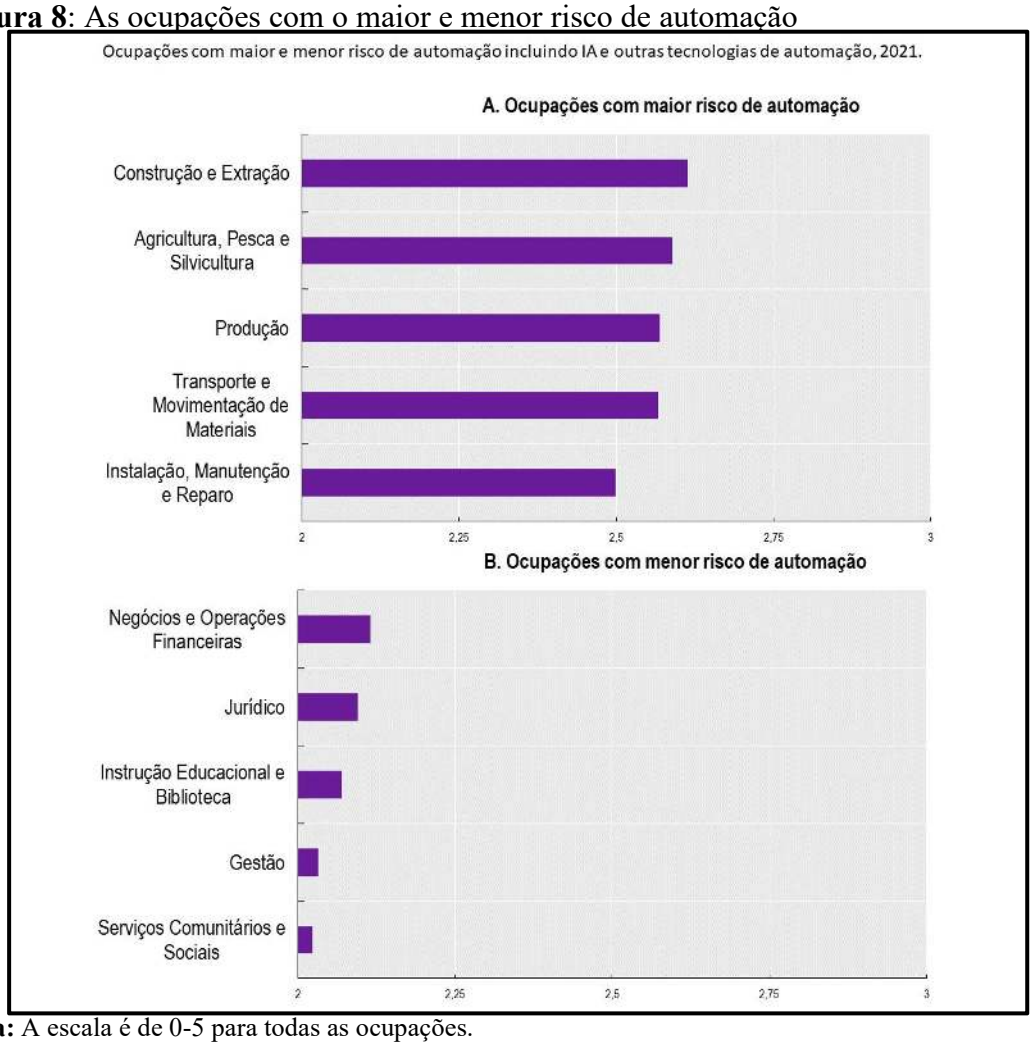


Nota: O eixo da figura indica a taxa de exposição, de modo que o máximo equivale a 1 e o mínimo a 0.
Fonte: Green (2023).

Outra forma de se observar o impacto da IA sobre o conjunto dos trabalhadores, relativamente ao desemprego, refere-se ao maior grau de exposição a essas máquinas entre trabalhadores mais bem-educados quando comparados àqueles de menor qualificação, conforme revela a Figura 8.

De fato, as ocupações de maior qualificação e/ou mais altamente educadas estão entre aquelas mais expostas à penetração da IA e, consequentemente, apresentam um maior risco de sofrerem algum tipo de desemprego.

Figura 8: As ocupações com o maior e menor risco de automação



Nota: A escala é de 0-5 para todas as ocupações.
Fonte: Green (2023)

4.1.3. O risco de desemprego devido à incidência da IA: resultados de estudos selecionados

Ainda que, historicamente, a IA não seja nova no mundo tecnológico, sua utilização acelerou-se a partir da década de 2010, conforme já mencionado. Desde então, o tema passou a ser amplamente investigado em termos de estudos e pesquisas procurando mostrar os impactos da IA sobre inúmeros aspectos, inclusive o risco de desemprego e/ou a criação de emprego.

Na impossibilidade de uma ampla resenha das evidências empíricas encontradas, selecionaram-se alguns textos, dentre os mais frequentemente citados na literatura, cujos resultados encontram-se na Figura 9. A figura é autoexplicativa, cabendo, porém, os seguintes comentários:

Parece claro que não se pode tirar uma conclusão cabal de que o impacto da IA, nas atividades nas quais ela incide com maior força, aumenta ou reduz o desemprego. Como exemplo, citam-se Acemoglu *et alii* (2022a e 2022b) os quais realizaram amplos estudos, e não encontraram evidência plausível de elevação do desemprego, acreditando,

inclusive na possibilidade de acréscimo do emprego. Já Bordot (2022) analisou o fenômeno para um significativo conjunto de países da OECD chegando à conclusão de que a incidência da IA conduz ao desemprego. Há os que concluíram que o impacto se dá sobre a rotatividade da mão de obra (Fossen e Sorger, 2022). Outros como Bessen (2017) dizem que nada se pode concluir sem uma análise conjunta com a elasticidade da demanda pelo produto final.

Em resumo, parece não haver consenso, ou mesmo convergência, sobre o real impacto da IA no desemprego, onde ela incide. Entre as razões para essa falta de uma conclusão mais assertiva podem ser atribuídas a fatores como o período relativamente recente em que a IA emergiu; as dificuldades de se criarem metodologias de análise para avaliar uma nova realidade sobre risco de desemprego; e questões relativas em separar o que é devido exclusivamente à IA relativamente a outros tipos de tecnologia tipo automação, digitalização e robotização.

Figura 9: Impacto da IA na ocupação - resultado de textos selecionados

Autor(es)	Ano de publicação	Resultado(s)
Bessen	2017	O número de ocupações pode aumentar após a implementação da IA, dependendo da elasticidade da demanda referente ao produto (após a automatização da produção).
Felten, Raj e Seamans	2019	A exposição à IA não gerou nenhum aumento no número de ocupações entres os anos de 2010 e 2016.
Georgiff e Hyee	2021	Efeito positivo, mas não significativo do impacto da IA na geração de empregos nos países da OECD.
Acemoglu et *alii*	2022a	**1.** Não se observou nenhum impacto significativo da IA na geração de empregos nos E.U.A. entre 2010 e 2018. **2.** Firmas com maior exposição à IA reduziram o número de vagas para ocupações que não necessitam de conhecimento em IA.
Acemoglu et *alii*	2022b	**1.** A maior parte das firmas não alterou o seu nível de emprego após a adoção de tecnologias de automação. **2.** 26% das firmas que adotaram IA relataram um aumento do número de empregados, contra 10% destas firmas que relatara uma redução.
Bordot	2022	IA e robôs tendem a aumentar o desemprego.
Fossen e Sorger	2022	Exposição à IA reduz a probabilidade do indivíduo deixar o emprego.
Hunt, Sakar e Warhurst	2022	**1.** IA está aumentando a rotatividade da mão de obra ("*turnover*"). **2.** O impacto líquido da IA no emprego é inconclusivo.
Guliyev	2023	Relação inversa entre IA e desemprego. Observou-se que o "d*isplacement effect*" é validado para o caso da IA.
Lane, Williams e Broecke	2023	A maior parte das firmas que adotaram IA dizem que a tecnologia não afetou o nível de emprego.

Fonte: Elaboração dos autores.

4.2. A IA e a produtividade do trabalho

Se as consequências das características e da velocidade da introdução da IA nos processos produtivos deixam incertos os resultados sobre a ocupação em geral, isto também ocorre sobre seus impactos na produtividade do trabalho, à luz da literatura atualmente conhecida. Os inúmeros estudos consultados mostram que "há mais calor do que luz", sobre os reais impactos e ganhos de produtividade do trabalho humano.

Essa constatação aparece claramente no estudo de Brynjolfsson, Rock e Syverson (2017). Dois são os pontos principais de conclusão do artigo: (i) há um atraso entre o ganho de produtividade no trabalho e a implementação da tecnologia de IA; e, (ii) as ferramentas atuais de medição econômica devem ser atualizadas para melhor captar o efeito da IA em variáveis como produtividade, PIB e investimentos. "*Both the AI investments and the complementary changes are costly, hard to measure, and take time to implement, and this can, at least initially, depress productivity as it is currently measured."* (Brynjolfsson, Rock e Syverson, 2017, p. 34).

Nessa direção, Gries e Naudé (2018) separam alguns estudos que mostram a existência de visões *otimistas* e *pessimistas*, reforçando, assim, a inconclusividade da literatura econômica quanto aos ganhos produtivos via adoção da IA. Essa dicotomia de resultados pode ser observada na Figura 10:

Figura 10: Impacto da IA na ocupação - resultado de textos selecionados

Autor(es)	Ano de publicação	Resultado(s)
Pessimistas		
Jones	2009	A dificuldade de pesquisadores saírem da atual barreira das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) são reflexos do '*burden of knowledge*'.
Cowen	2016	A maior parte das novas tecnologias gera apenas impactos marginais no bem-estar, não há um grande salto.
Gordon	2018	**1.** As inovações nas (TIC) têm impacto marginal decrescente na produtividade. **2.** O capital humano não está acompanhando o desenvolvimento tecnológico, reduzindo ainda mais a produtividade.
Otimistas		
Mokyr	2014 e 2018	**1.** Os ganhos do desenvolvimento das TIC são transferidos ao excedente do consumidor, sem que haja medição. **2.** A Produtividade Total dos Fatores não é mais um bom método para avaliar as inovações.
Aghion et *alii*	2017	Os setores com os maiores ganhos de produtividade encolheram, reduzindo a produtividade média da economia.
Syverson	2017	Não há subestimação do impacto das novas tecnologias na economia.
Brynjolfsson, Rock e Syverson	2017	Há um atraso entre a implementação da tecnologia e seu impacto produtivo.

Fonte: Elaboração dos autores, com base em Gries e Naudé (2018)

Existem ainda outros estudos que revelam conclusões na direção da falta de convergência sobre os efeitos da IA na produtividade. Entre os resultados encontrados por Acemoglu e Rastrepo (2018b) estão: (i) caso não haja alguma força de contrabalanceamento do efeito de deslocamento das ocupações haverá perda de produtividade; (ii) há ganhos produtivos da implementação da IA, principalmente nas tarefas que já haviam sido automatizadas, pois isto aumenta o potencial de crescimento da produtividade; (iii) a automatização excessiva de tarefas – via IA e *Deep Learning* – gera uma redução da produtividade; e, (iv) se houver *mismatch* entre as habilidades ofertadas e as demandadas no mercado de trabalho, a implementação da IA terá efeito de redução da produtividade. Em suas palavras: *"Second our analysis highlighted the negative consequences of a shortage of skills for realizing the productivity gains from automation and for inequality. In practice, the problem may be workers acquiring the wrong types of skills rather than a general lack of skills*" (Acemoglu e Rastrepo, 2018b, p. 33).

Em outro estudo, Acemoglu e Rastrepo (2019) afirmam acerca da produtividade que: (i) a reinserção dos indivíduos – que tiveram suas ocupações substituídas por IA – acaba gerando um acréscimo positivo na produtividade; (ii) os ganhos de produtividade serão garantidos no longo prazo por meio de reformas estruturais da atual conjuntura econômica – sendo exemplos as políticas públicas, a competitividade, as habilidades, as instituições, as pesquisas etc.; (iii) a automatização acelerada sem a criação de novas ocupações incorrerá na estagnação da demanda por trabalho, que por sua vez poderá levar a uma redução da produtividade. *"Automation, by creating a displacement effect, shifts the task content of production against labor, while the introduction of new tasks in which labor has a comparative advantage improves it via the reinstatement effect."* (Acemoglu e Rastrepo, 2019, p. 27).

Os autores destacam, também, que o cenário dos baixos ganhos do nível de produtividade é explicado como consequência da automação de tarefas que já apresentavam um alto rendimento.

A possibilidade de recolocação do trabalhador no mercado de trabalho (*Job Matching)* pode, também, ter impactos sobre a produtividade do trabalho. Esses autores apontam, também, o princípio do "*skill mismatch"*, como possível consequência para os reduzidos ganhos produtivos observado nas firmas, após a implementação da IA. O descasamento entre as habilidades ofertadas pelos trabalhadores, e as habilidades demandas para operar as novas ferramentas tecnológicas, levam à uma ociosidade da capacidade produtiva das firmas, reduzindo, desta forma, sua produtividade.

O risco social do "*mismatch"* de habilidades – caso o setor de educação não venha a se adaptar às novas capacitações exigidas – vem atrelado ao reforço de fenômenos sociais negativos como a desigualdade social, uma vez que a inserção dos indivíduos no mercado de trabalho pós IA será cada vez mais difícil. *Evidence linking automation of many low-skilled occupations to wage inequality, labour market polarization and the ongoing decline in manufacturing jobs is interpreted as support for the claim that workers are falling behind in the race against the machine.* (Bakhshi *et alii*, 2017, p. 22).

4.3. IA e Job Matching

O termo "*Job Matching*" significa, no jargão de mercado de trabalho, o *"casamento entre uma vaga oferecida e um trabalhador adequado"*, ou seja, o *Job Match* é o fenômeno do mercado de trabalho no qual o candidato a uma vaga encontra uma oportunidade de seu interesse, e o empregador encontra um candidato à vaga que lhe seja, também, interessante. Caso ambos os lados – empregador e candidato – apresentarem interesse mútuo, e após rodadas de negociação, pode ser que haja um contrato de trabalho.

O *'casamento'* entre interesses é de importância fundamental para o bom funcionamento do mercado de trabalho, sendo este um dos fatores que influenciam o nível de desemprego. Quanto maior for o custo para realizar essa conversão de objetivos, maior será o tempo que o candidato estará desempregado[20].

Igualmente importante é a qualidade destas correspondências, já que havendo uma baixa qualidade haverá um incentivo por ambas as partes de se buscar uma correspondência alternativa, potencializando a rotatividade do trabalho, cujo fenômeno afeta negativamente tanto as firmas, quanto os próprios trabalhadores, com implicações adversas para a formação do capital humano.

Como em qualquer outro mercado, o processo de *Job Matching* sofre com fricções: assimetria de informações, discriminações, o viés de seleção, além de ser custoso e vagaroso para seus participantes. Entretanto, o avanço tecnológico da automatização, como a implementação da IA, aponta na direção de redução destas fricções: "*These tools claim they can bring: efficiencies and cost savings, faster and better*

[20] A definição mais abrangente sobre *desemprego* pode ser encontrada na Enciclopédia Britânica; "*é a condição em que o indivíduo está apto a trabalhar, procurando ativamente por trabalho, mas incapaz de encontrar qualquer tipo de ocupação"* (UNEMPLOYMENT, 2023, tradução livre dos autores). Em termos mais rigorosos é preciso considerar ainda que a pessoa deve ser um membro ativo da força de trabalho em idade de trabalhar, e que está disposta a aceitar uma remuneração compatível com a sua ocupação.

quality using larger applicant pools, as well as ways of improving diversity and addressing human bias and discrimination" (Broecke, 2023a, p. 9).

O contingente de trabalhadores aplicando para uma vaga de trabalho, regra geral, é crescente, e a utilização da IA permite que as firmas possam analisar mais rapidamente, e com maior precisão, os dados de todos aqueles que se candidatam para suas vagas. O tratamento deste grande número de informações é de complexidade elevada sendo muito desgastante, e quase impossível de ser executada pelas áreas tradicionais de recursos humanos das empresas[21].

A implementação da IA nas plataformas digitais que buscam otimizar os *matchs* – um exemplo sendo o *Linkedin* – podem trazer resultados extremamente positivos quanto ao *Job Matching*, auxiliando a promover uma redução do viés humano na seleção dos candidatos. Estima-se que tais plataformas serão responsáveis por um total de 72 milhões de empregos adicionais, gerando um acréscimo de 2% ao PIB mundial até 2025 (Manyika *et alii*, 2015).

As evidências sinalizam também que, em decorrência da implementação da IA nos processos seletivos de emprego, os candidatos gastarão menos tempo nas burocracias que envolvem as escolhas, podendo, então, utilizar-se deste novo tempo disponibilizado para garantir que a correspondência seja de boa qualidade. Isto tende a diminuir ainda mais as fricções do mercado, aumentando a qualidade geral dos *matchs*, e possibilitando a redução da rotatividade da mão de obra no mercado de trabalho trazendo, assim, impactos positivos para todos os participantes da relação de emprego.

No que diz respeito aos vieses e discriminações na seleção de candidatos, a IA tem a capacidade de ser programada e/ou treinada para que, na realização de correspondências entre as vagas e os candidatos, não haja uma exclusão ou menor favorecimento quanto aos indivíduos pertencentes a determinados subgrupos sociais.

Desse modo, a implementação desta tecnologia pode ser uma importante ferramenta para garantir um processo seletivo o mais justo possível. A IA utilizada em plataformas de combinações de vagas e candidatos de empregos acaba por garantir um maior número de contratações de candidatos pertencentes a grupos sociais sub representados (Cowgill, 2020).

[21] O crescente número de candidatos às vagas de emprego deve-se à redução do custo marginal para a aplicação em mais uma vaga de ocupação como consequência da digitalização. Ver maiores detalhes em Broecke (2023a), Leong (2018), Linkedin (2016) e US-EU Trade and Technology Council Joint Statement (2022).

Entre as principais críticas quanto a aplicação dessa tecnologia para *Job Matching* destaca-se a falta de transparência do funcionamento da IA, de modo que não se sabe exatamente quais as condições e processos que levaram à decisão da *máquina*. Nesse sentido, é necessário cuidado quanto ao próprio viés humano presente no código fonte das máquinas, os quais podem potencializar a perpetuação de discriminações sociais através da IA dificultando a eliminação desses problemas[22].

Outro aspecto relevante é que a implementação dessa nova tecnologia para aprimorar o *Job Matching* ainda não é amplamente difundida no mercado de trabalho por conta de duas principais barreiras. A primeira refere-se à falta de treinamento dos profissionais que usufruirão desta ferramenta, o que tende a limitar bastante sua eficiência. A segunda é justamente a barreira tecnológica, em decorrência das dificuldades em se trabalhar com processos que podem conter ainda algum tipo de viés: "*So far, these systems still seem to be far from perfect and riddled with biases, as anyone who has used them can confirm".* (Ernst; Merola e Samaan, 2018, p. 17).

De qualquer forma, a substituição total de humanos no processo de *Job Matching* é improvável, tanto no curto, quanto no longo prazo. Isso se deve a grande importância da interação humana em etapas de entrevistas, onde a IA carece de habilidades inatas para realizar um julgamento correto quanto ao candidato, além da dificuldade da coleta, interpretação e segurança de dados. No atual estado das artes tecnológicas, e da ciência computacional, há um consenso que ainda é necessária a supervisão humana quanto às decisões tomadas pela IA com relação ao casamento entre vagas e candidatos.

4.4. A IA demandará novas habilidades no mercado de trabalho

Os treinamentos e capacitações mais imediatas têm como alvo principal os grupos de ocupações relacionadas a *softwares*, cognição, interações sociais, gerenciamento de projetos e de pessoas, as quais por apresentarem um elevado potencial de complementariedade com a IA acabam, consequentemente, configurando o grupo de profissões mais expostas à esta tecnologia (Alekseeva *et alii*, 2021).

Assim, a demanda do mercado de trabalho, posterior à implementação de IA, será direcionada às áreas onde a atuação da tecnologia é limitada, ou seja, onde ela não consegue atuar com tanta precisão, principalmente nas tarefas relacionadas às

[22] De acordo com o Cambridge Dictionary "*código fonte*" (em inglês: *source code*) é definido como: "*the set of computer instructions that have been written in order to create a program or piece of software.*" (SOURCE CODE, 2023).

habilidades cognitivas avançadas – associadas à resolução de problemas, habilidades sociais e de organização (Lane e Saint-Martin, 2021).

Dentre os impactos dessa tecnologia no mercado de trabalho a Figura 11, que se segue, destaca as principais habilidades de IA demandadas pelas firmas, sinalizando os principais objetivos dos novos treinamentos profissionais no mercado de trabalho.

Figura 11: habilidades necessárias na era da IA

	Tipos de habilidades	Exemplos
Habilidades para o desenvolvimento e manutenção de sistemas de IA	Habilidades de IA especializadas	Conhecimento geral de IA (como *Machine Learning*).
		Conhecimento especifico de modelos de IA (*"decision trees"*, *"deep learning"*, *"neural network"*, *"random forest"*, etc.).
		Ferramentas de IA (*"tensorflow"*, *"pytorch"*, etc.).
		Softwares de IA (*"java"*, *"gradle"*, *"galaxy cluster"*, etc.).
	Habilidades da ciência de dados	Análise de dados.
		Software.
		Linguagens de programação, em particular *Python big data*.
		Visualização de dados.
		Computação em nuvem.
	Outras habilidades cognitivas	Resolução criativa de problemas.
	Habilidades transversais	Habilidades sociais.
		Habilidades de gestão.
Habilidades para adotar, usar e interagir com as aplicações de IA	Conhecimento elementar de IA	Princípios de *Machine Learning*.
	Habilidades digitais	Habilidade de utilizar computadores ou um *smartphone*.
	Outras habilidades cognitivas	Habilidades analíticas.
		Resolução de problemas.
		Pensamento crítico.
		Julgamentos.
	Habilidades transversais	Criatividade.
		Comunicação.
		Trabalho em equipe.
		Multitarefas.

Fonte: Lassebie (2023)

Referente à Figura 11, cabem os seguintes comentários relativamente às habilidades exigidas pelo mercado de trabalho, as quais podem ser segmentadas em dois grupos majoritários: (i) manutenção dos sistemas de IA e (ii) uso e interação com IA no trabalho. Destaca-se, também, que as habilidades demandadas para o manuseio correto das ferramentas tecnológicas são a educação tecnológica – conhecimento de conceitos básicos e aplicações – e a capacidade cognitiva.

Dentro do grupo de desenvolvimento da IA pode-se segmentar a atuação futura dos profissionais em três categorias principais de ocupações sendo: os "*trainers*" profissionais encarregados de treinar as IA, os "*explainers*" responsáveis por apresentar as explicações acerca dos resultados apresentados pelas IA para os consumidores e os "*sustainers*", aqueles incumbidos de monitorar a performance da IA assegurando, assim, um funcionamento ético (Acemoglu e Rastrepo, 2018b; Lane e Saint-Martin, 2021). "*This will not only mean acquiring AI-related skills, but also acquiring skills in areas*

that AI cannot perform so well, such as creative and social intelligence, reasoning, skills and dealing with uncertainty" (Lane e Saint-Martin, 2021, p. 9).

O relatório do World Economic Forum (2023) sobre o futuro do trabalho aponta que, até o ano de 2027, o treinamento para aquisição de novas habilidades no mercado de trabalho não será necessário para 39% da força de trabalho, ou seja, 61% de todos os indivíduos dentro do mercado de trabalho necessitarão de algum tipo de treinamento nos próximos quatro anos. Este mesmo relatório informa que para os integrantes da força de trabalho, no decorrer dos próximos anos, 16% dos participantes receberão treinamento até o ano de 2027, 12% necessitarão de treinamento que não ficará disponível – não existirá – até 2027, 15% necessitarão de treinamento que será inacessível no futuro, e 18% terão sido treinados e reinseridos em seus respectivos cargos até o ano de 2027. "*In the next five years, AI and big data will comprise more than 40% of the technology training programmes undertaken in surveyed companies operating in the United States, China, Brazil and Indonesia"* **(**World Economic Forum, 2023, p. 46).

5. Os impactos sociais da IA

O impacto social desencadeado pela implementação e desenvolvimento da IA no mercado de trabalho tem sido muito estudado e, devido à sua atualidade, o tema segue rodeado de expectativas não necessariamente realistas. Há uma grande preocupação referente aos impactos gerados quanto à distribuição de renda, inclusão de trabalhadores, e mesmo quanto à formação das chamadas *"superstar firms"* detentoras de um grande monopólio tecnológico e informacional, sendo possíveis redutores do bem-estar social geral trazido pelo avanço da IA.[23]

5.1. Implicações para a distribuição de renda

Entre os principais efeitos decorrentes da adoção dessa tecnologia está o fenômeno de polarização das ocupações (*job polarization)*. Define-se esta ocorrência como o resultado de um processo de profunda cisão da distribuição de ganhos salariais dentro do mercado de trabalho. Isto porque as ocupações cujos salários se encontram no meio da distribuição salarial acabarão desaparecendo para beneficiar a criação de empregos de baixa e de alta qualificação.

[23] Denominadas como "*superstar firms"* são as firmas do setor de tecnologia especializadas do desenvolvimento tecnológico, as quais utilizam da natureza 'd*o vencedor leva tudo'* no mercado da tecnologia para se comportarem como monopolistas. Este assunto não será abordado nesta resenha bibliográfica. Para mais informações sugere-se a leitura, entre outros, de Acemoglu *et alii*. (2022b); Bruckner, LaFleur e Pitterle (2017); Ernst, Merola e Samaan (2020); Gries e Naudé (2018) e Korinek e Stiglitz (2019).

A IA contribui, assim, efetivamente, para a manutenção bem como para o crescimento da desigualdade social, por incentivar a concentração maior de empregos nos extremos da distribuição salarial no mercado de trabalho - ou se ganha quase nada ou se ganha muito dinheiro: "*In other words, AI could compress wages in the middle of the distribution, but expand inequality at the top"* (Webb, 2020, p. 44).

A grande exposição das ocupações de média qualificação à IA estimula as firmas a substituírem estes empregados por novas tecnologias dela derivadas, aumentando a produtividade e reduzindo os custos (Ernst, Merola e Samaan, 2018).

Esses empregados mais expostos à polarização são pressionados a seguir um de dois caminhos possíveis: (i) dirigirem-se para o mercado informal, caracterizado por baixos níveis de produtividade e, consequentemente, níveis salariais reduzidos; ou (ii) buscarem elevar seu nível de qualificação por meio de treinamento e reciclagem profissional, levando a salários mais elevados, com maior produtividade e, provavelmente, maior estabilidade empregatícia.

Ocupações de alta qualificação obterão um aumento significativo de seus salários, uma vez que máquinas cuidarão de tarefas mais repetitivas e cotidianas – além de auxiliar também no tratamento de grandes bases de dados. Assim, estes profissionais serão direcionados a lidar com situações não rotineiras que exigem habilidades cognitivas, com potencial de salários maiores[24].

O estudo de Alekseeva *et al.* (2021) concluiu que o prêmio salarial relacionado com as habilidades da IA variam entre 11,0% e 5,0%. Este ganho é significativamente maior do que o associado às outras habilidades ocupacionais, evidenciando que a tendência do aumento do prêmio salarial, como consequência do desenvolvimento dessas habilidades, deverá ser crescente no mercado de trabalho.

Green, Pero e Verhagen (2023, p. 136) avaliando os efeitos da IA no mercado de trabalho chegaram a resultados semelhantes: *Most commonly, wage increases were an account of greater complexity of tasks or new skill acquisition following training.*

Outra interpretação do impacto da IA nas habilidades ocupacionais pode ser observada através do *"Paradoxo de Moravec"*, o qual afirma que tarefas de alta cognição necessitam de um menor poder computacional quando comparado às tarefas motoras e sensoriais – como por exemplo, jardinagem e pesca. Neste cenário, a expectativa é de que os trabalhos de baixa qualificação sejam o grupo menos impactado

[24] Mais detalhes quanto ao processo de longo prazo da substituição de tarefas repetitivas por aquelas que exigem um esforço cognitivo aparecem descritos no texto de Bruckner, Lafleur e Pitterle (2017).

pela IA, enquanto profissões de alta capacitação cognitiva sejam substituídas por máquinas (Gries e Naudé, 2018).

Korinek e Stiglitz (2019) advertem que o aumento da desigualdade social ocorrerá por meio de dois principais canais: (i) o primeiro ocorrerá através do aumento dos chamados *"aluguéis de inovação"* da IA, onde as poucas firmas detentoras da tecnologia e de patentes concentrarão os benefícios das inovações para si; e (ii) o segundo pela mudança na demanda relativa por trabalho que a IA causará, levando a uma consequente mudança nos salários. *We believe that the primary economic challenge posed by the proliferation of AI will be one of income distribution.* (Korinek e Stiglitz, 2019, p. 351).

O aumento da desigualdade pode, também, ser verificado nos resultados do modelo desenvolvido por Gries e Naudé (2018). Esses autores, contudo, ressaltam que a velocidade de implementação e a capacidade atual das IAs não se materializarão tão cedo em desemprego tecnológico e/ou no incremento da desigualdade. Assim concluem que:

> *As such the substitutability between labour and AI is a vital parameter. At high elasticities of substitution we illustrated that this will lead to a decline in employment, a decline in wages and the labour share of income, and greater inequality with a larger share of income accruing to the providers of AI.* (Gries e Naudé, 2018, p. 23).

O impacto não imediato na desigualdade também é mencionado no texto de Webb (2020), onde o autor sugere que devido à alta complexidade para o desenvolvimento destes sistemas – por exemplo *big data* e capacidade computacional – a difusão pode ocorrer de maneira mais lenta do que o esperado. O autor, entretanto, não descarta a possibilidade da IA ter maior velocidade de propagação quando comparada com as demais tecnologias desenvolvidas anteriormente nas Revoluções Industriais, uma vez que não há necessidade de se especificar manualmente suas regras de operação.

A crescente desigualdade social pode ser verificada também no longo prazo. Isto acontecerá a partir do momento em que as máquinas (IAs) forem tão capazes quanto os humanos, assim, levando a um cenário de competição entre humanos e máquinas pelos recursos escassos do planeta. Estima-se que, nesta perspectiva de futuro, devido à rapidez e precisão das máquinas, não haverá sequer espaço para a existência de uma força produtiva humana: haverá uma 'distopia'[25]. Medidas de regulação e contenção são fundamentais, para autores como Makridakis (2017) e Korinek e Stiglitz (2019), a fim de se evitar este cenário de disseminada desigualdade social.

[25] A definição de "distopia" pelo dicionário Houaiss é: "*lugar ou estado imaginário em que se vive em condições de extrema opressão, desespero ou privação*. " (DISTOPIA, 2023).

Já no modelo desenvolvido por Acemoglu e Rastrepo (2018a), ilustrou-se a possiblidade da IA causar uma redução da desigualdade. Isso se sucederá pela viabilidade da automação de tarefas ocorrer somente no grupo composto por atividades de alta capacitação, ou seja, ocorrer apenas dentro do grupo de indivíduos com elevados salários e, desta forma, o salário para tarefas de maior capacitação iria se reduzir, aumentando o custo de capital – pelo menos no curto prazo, conforme as firmas troquem trabalhadores por máquinas – o que poderia levar a aumentos de produtividade.

5.2. A IA promoverá a inclusão social?

Como vimos na secção referente ao *Job Matching*, a IA possui, também, um significativo potencial inclusivo que não se restringe apenas aos processos seletivos de trabalhadores. Uma das novas vias de inclusão potencializada pela aplicação da IA pode ser descrito como o *'nivelamento'* produtivo. O artigo de Green, Pero e Verhagen (2023) mostrou que a utilização do *ChatGPT*, como ferramenta auxiliar, melhorou a qualidade da escrita dos profissionais de pior performance. O uso, entretanto, da mesma ferramenta por outros profissionais, que já possuíam uma escrita de qualidade, pouco alterou a já alto padrão dos textos[26]. *"Indeed, the entire logic of AI-based systems is to offer expert knowledge to non-specialists*." (Ernst, Merola e Samaan, 2018, p. 11).

A aplicação da IA no mercado de trabalho sinaliza, assim, para ganhos de produtividade e uma maior equidade salarial entre os empregados que desempenham a mesma função. Ou seja, o nivelamento produtivo por meio desta tecnologia fará com que as máquinas compensem alguns fatores carentes nos funcionários de menor produtividade, como por exemplo, as habilidades específicas, a qualidade e a experiência.

Esses impactos positivos, contudo, não podem ser tomados como regra, principalmente por haver necessidade de se realizar treinamentos específicos para os trabalhadores, pois tratando-se de uma inovação técnica, estes não estarão ainda familiarizados com os instrumentos da IA. Assim, o usufruto dessa tecnologia em todo seu potencial só ocorrerá se os profissionais souberem como manusear as ferramentas produtivas advindas da IA.

Outro aspecto importante é que a IA parece promover um ganho significativo quanto a inclusão de pessoas com deficiências – como visual, auditiva e de fala – no ambiente de trabalho (Green, Pero e Verhagen, 2023). Instrumentos de auxílio, voltados para este grupo de indivíduos, utilizam-se da tecnologia de IA para aprimorar as

[26] Para mais detalhes ver: *OECD (*2023), p. 136, Box 4.2.

comunicações interpessoais presentes nas firmas, facilitando a realização de trabalhos em equipe. Estas tecnologias de inclusão levarão a um aumento significativo na qualidade das ocupações de pessoas com deficiência dentro das firmas.

Não obstante, destaca-se, também, que a capacidade da IA de traduzir inúmeros idiomas em tempo real – tanto de textos quanto de fala – o que gera oportunidades de inclusão de falantes não-nativos nos ambientes de trabalho. São todos exemplos de situações nas quais a IA pode servir como peça fundamental de inclusão, contribuindo para que novas oportunidades, antes vistas como fora de alcance, sejam acessadas por indivíduos de subgrupos tipicamente marginalizados no mercado de trabalho.

Todos estes benefícios se estendem também para a área de educação, possibilitando que um maior número de crianças, pertencentes a subgrupos socialmente excluídos, possam ter acesso a um ensino de melhor qualidade, além de garantir com que não haja prejuízo na fase de socialização, fundamental para uma boa formação humana.

Assim, a implementação da IA em ambientes escolares trará benefícios fundamentais a estas crianças marginalizadas – e consequentemente à sociedade – possibilitando uma formação de maior equidade e amenizando algumas das grandes barreiras que elas enfrentarão ao ingressar no mercado de trabalho.

> *Furthermore, the development of AI is currently taking place within a homogenous environment principally consisting of young, white men, with the result that (whether intentionally or unintentionally) cultural and gender disparities are being embedded in AI, among other things because AI systems learn from training data.* (European Economic and Social Comitee, 2017, p.. 8).

Logo, para que a inclusão social ocorra de modo sólido, é preciso certificar-se que a IA que se tem em mãos é, de fato, livre de vieses e preconceitos. Embora seja um preceito fundamental para o bom funcionamento da tecnologia isto é quase impossível de se realizar, uma vez que se tratando de uma criação humana os vieses são intrínsecos à IA.

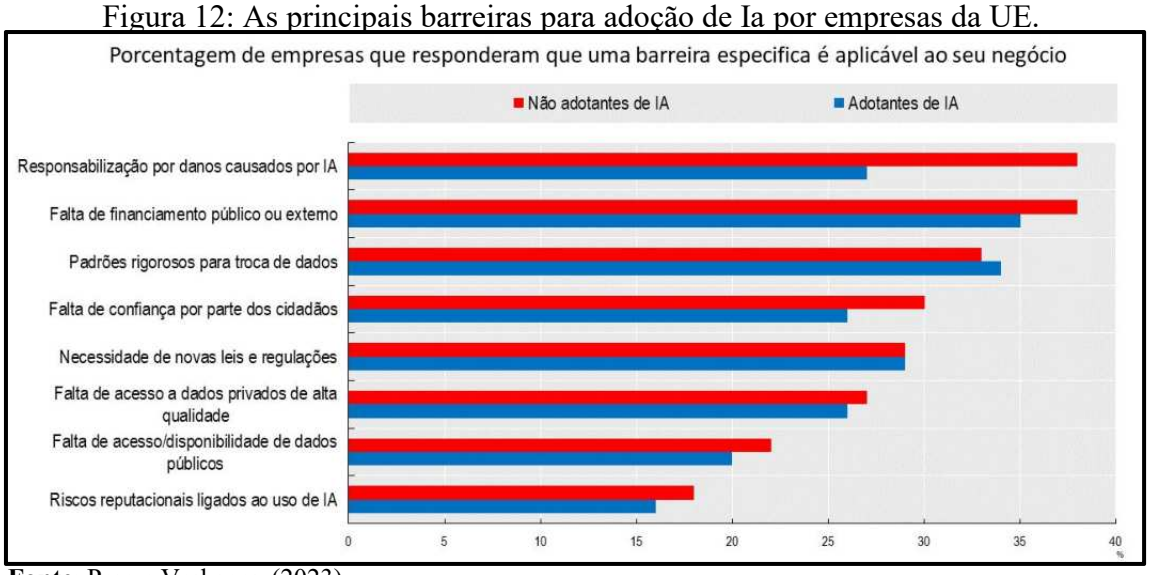
6. O controle dos efeitos adversos trazidos pela IA: o papel das políticas públicas e da barganha coletiva

As políticas públicas possuem papel fundamental para que a implementação da tecnologia de IA ocorra de modo eficiente, amenizando e controlando, assim, os impactos indesejados gerados por uma transição tecnológica. A amplitude e persistência de políticas públicas serão, provavelmente, as principais agentes responsáveis para que a IA possa promover um maior bem-estar social.

6.1. O papel do Estado na prevenção das barreiras de implementação

Atualmente, início da década de 2020, as firmas que se utilizam de IA ainda compõem pequena parcela do mercado. Uma das razões apontadas se deve a algumas barreiras impeditivas da implementação plena da IA pelas empresas. A Figura 12 enumera as principais barreiras citadas por firmas com sede na União Europeia quanto à adoção da IA.

Figura 12: As principais barreiras para adoção de Ia por empresas da UE.



Fonte: Pero e Verhagen (2023)

A "*responsabilização por danos causados por IA"* destaca-se como a principal barreira alegada para adoção de IA, pelas firmas que ainda não a adotaram. Desta maneira, necessita-se de mecanismos regulatórios que levem à criação de uma máquina que seja confiável, ressaltando, assim, o papel fundamental das políticas públicas para a difusão dessa nova tecnologia.

> *"Legal clarity may enhance trust amongst potential users that AI's risk are already being mitigated. It may also alleviate ungrounded fears for litigation amongst employers and developers, which can stimulate research, development and innovation, leading to improvements in AI systems in the future.* (Pero e Verhagen, 2023, p. 185).

A falta de confiança quanto à responsabilização vem associada à escassez de uma legislação clara para as IA, as quais geram efeitos diretos não só no mercado de trabalho, como em toda sociedade. Esta não delimitação legal da tecnologia incorre em riscos, notadamente quanto aos direitos humanos – exemplificados em privacidade, discriminação, qualidade de trabalho e transparência – soma-se, também, à falta de transparência desses sistemas, dificultando ainda mais os processos de responsabilização.

Destaca-se, também, a necessidade de legislações para a proteção de dados, principalmente em decorrência da capacidade da IA de compor sistemas invasivos de monitoramento dos trabalhadores, potencialmente desumanizando o ambiente de trabalho: *"The use of artificial intelligence and other technological tools to supervise working activities, therefore, should not be regarded as necessarily negative*." (De Stefano, 2018, p. 9).

Buscando superar estas barreiras, é notável o aumento do número de países desenvolvendo legislações voltadas para a regulação da privacidade dos dados dos usuários, marcando os passos iniciais da busca por uma maior responsabilização[27].

Ainda que de forma embrionária tem sido apontada duas vias principais para a regulamentação da IA, as chamadas *soft laws* e as *hard laws*. O grupo das *soft laws* se refere a princípios e diretrizes, sendo mais maleáveis e rápidas de implementar, enquanto, as *hard-laws* são legislações mais robustas e de menor flexibilidade.

> *"Additionally, since soft and hard law both have benefits and drawbacks, a well-coordinated combination of both may be necessary to effectively ensure that AI policies are enforced and easy to comply with, while staying up to date with the latest developments in AI*." (Pero e Verhagen, 2023, p. 204).

6.2. O papel do dálogo social e da barganha coletiva

As barganhas coletivas e os diálogos sociais são instrumentos de regulação que não podem passar despercebidos no tocante aos impactos da IA no mercado de trabalho. Estas ferramentas cumprem papel fundamental quanto à suavização dos choques decorrentes de transições organizacionais, sendo complementares às políticas públicas: *"It has also shown how collective bargaining, provided it has high coverage and leaves some margins of flexibility, can foster inclusive and dynamic labour markets when systems are coordinated*" (Cazes, 2023, p. 223).

O mecanismo de barganha coletiva deverá ser utilizado como ferramenta de manutenção e de diálogo acerca dos direitos trabalhistas na transição para um novo paradigma laboral decorrente da IA. Neste sentido, os acordos firmados serão imprescindíveis para tratar de temas sensíveis quanto ao direito trabalhista, e um ambiente de trabalho sustentável, tais como o uso de tecnologia, coleta de dados e regulação de algoritmos – essenciais para a sustentabilidade social e transparência dos programas embutidos na IA.

---

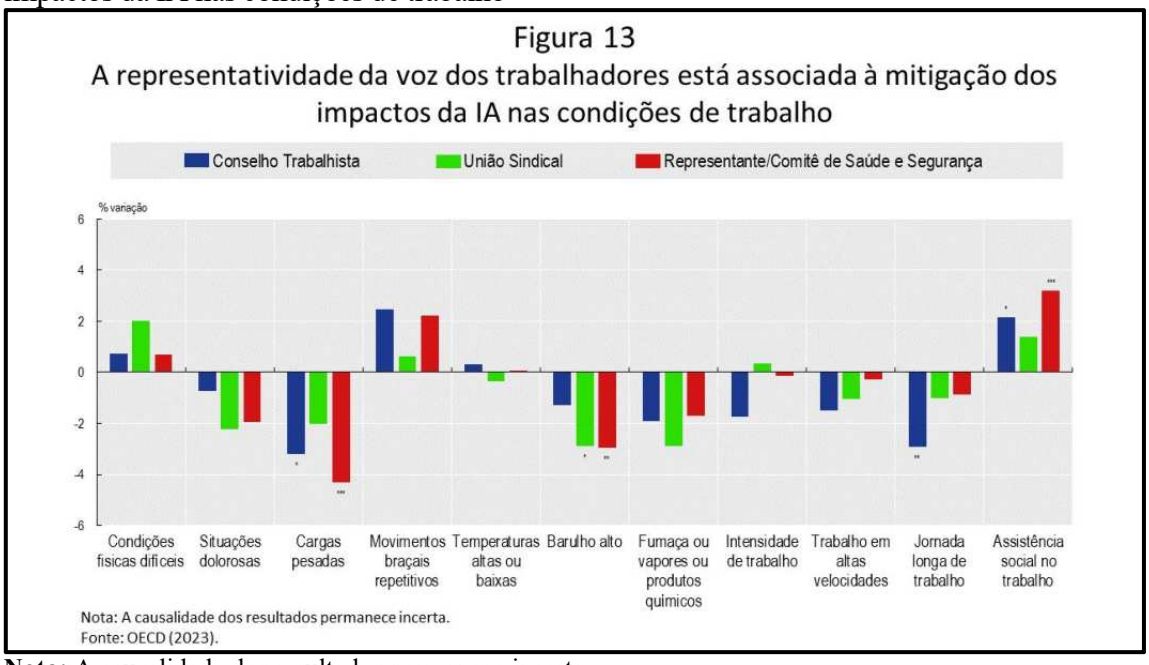
[27] Alguns países atualmente já apresentam uma robusta legislação voltada à proteção de dados pessoais, sendo bons exemplos o Brasil com a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados), e os países da União Europeia com o GDPR (General Data Protection Regulation). Ver Pero e Verhagen (2023).

A construção das parcerias sociais entre firmas e sindicatos contribui para a determinação da tecnologia trazida pela IA, as quais serão adotadas, possibilitando a criação antecipada de programas de treinamento para os trabalhadores afetados. Portanto, as entidades sindicais, através da barganha coletiva, possuem um papel crucial na adaptação desta mão de obra prejudicada pela IA, por meio do direcionamento e financiamento do ensino das novas habilidades necessárias no mercado de trabalho.

> *"Collective bargaining can also be essential in this respect, by introducing a right to lifelong training for workers to be better prepared to face the introduction of new machinery at the workplace and the need to move to other tasks or occupations, in cases where their jobs are displaced by automation*." (De Stefano, 2018, p. 22).

A importância das organizações sindicais pode ser observada na Figura 13 a qual revela resultados do estudo da OECD (2023) referente ao impacto da opinião dos trabalhadores decorrentes das consequências da IA nas condições de trabalho. Os resultados observados comprovam que os efeitos de apoio e mitigação dos impactos da IA no mercado de trabalho são mais positivos quando os trabalhadores e os sindicatos são ouvidos.

Figura 13: A representatividade da voz dos trabalhadores está associada à mitigação dos impactos da IA nas condições de trabalho



Nota: A causalidade dos resultados permanece incerta.
Fonte: OECD (2023)

Dessa forma, as organizações sociais compõem o grupo de práticas de regulamentação de IA no mercado de trabalho essencial para a manutenção da dignidade do trabalhador, da saúde ocupacional e da segurança no trabalho. Os governos devem, assim, fortalecer a barganha coletiva como ferramenta de mitigação dos efeitos adversos da IA, por meio de legislações que estimulem o diálogo entre

sindicatos e empresários, promovendo a garantia que as situações indesejadas sejam solucionadas: "*For instance, they* (governments) *can use fiscal incentives to stimulate technological business strategies, on the condition that they fully integrate sustainability objectives and are subject to social dialogue"* (De Stefano, 2018, p. 24).

A atuação conjunta de todas estas medidas incorre na construção de capacitação humana para a implementação da tecnologia garantindo, assim, uma transição justa – através do diálogo social – num mercado de trabalho com a presença da IA. O incentivo à criação a comitês nacionais – compostos de empresários e sindicalistas – para consulta das pautas sociais, como o uso de dados pessoais, é um dos caminhos possíveis para a modelagem da transição.

7. Síntese conclusiva

Para este artigo foi realizada uma resenha da literatura recente referente à evolução da IA contemplando, principalmente, os elementos históricos, trabalhistas, sociais e regulatórios. Ainda que não se questione o enorme avanço que a IA representa como progresso tecnológico da humanidade perduram, ainda, muitas dúvidas sobre seus reais benefícios, especialmente com relação ao mercado de trabalho, e aos ganhos sociais dela resultantes.

A vasta bibliografia consultada, quando observada sob uma perspectiva mais ampla, parece indicar que se está produzindo, ainda, *"mais calor do que luz"* relativamente aos custos e benefícios da IA, em praticamente todos os temas investigados. O potencial e os benefícios da IA parecem inegáveis, mas os inúmeros riscos, e efeitos adversos, que acompanham sua rápida disseminação precisam ser rapidamente controlados.

Em termos específicos, as conclusões mais importantes que emanam da resenha realizada são os seguintes:

1) Em termos históricos existe um consenso de que o advento recente da IA nada mais representa do que a continuação de um longo processo de automação que acompanha o desenvolvimento da humanidade. Ela difere das tecnologias anteriores porque se aproxima muito da inteligência humana, ameaçando, para alguns, tornar rapidamente obsoleto o trabalho humano, pois a IA tem o potencial de se inserir em praticamente todos os domínios da atividade produtiva;
2) Sob a ótica do mercado de trabalho haverá uma drástica mudança de paradigma na questão do desemprego. O foco do risco de desemprego se deslocará da automação e robotização das atividades manuais rotineiras, para aquelas tarefas que atuam utilizando a mente, o raciocínio e a capacidade cognitiva. De fato, as ocupações de maior qualificação e/ou mais altamente educadas estão entre aquelas mais expostas ao ingresso da IA no mercado de trabalho e,

consequentemente, apresentam um maior risco de sofrerem algum tipo de desemprego;

3) Os estudos empíricos recentes, contudo, são conflitantes com relação ao impacto no desemprego devido à inserção da IA: alguns indicam aumento, enquanto outros mostram diminuição, deixando inconclusivo o real impacto da IA no desemprego. Isto pode estar ocorrendo (i) porque a adoção da IA ainda é relativamente baixa, (ii) em razão das empresas confiarem mais no ajustamento voluntário da força de trabalho, ou (iii) até mesmo pela inexistência de ferramentas adequadas para medir corretamente o impacto da IA no desemprego;
4) Aparentemente a literatura tem mostrado que o maior impacto não é sobre a quantidade, mas sim sobre a qualidade das ocupações que decorrem do ingresso da IA, nas várias áreas e setores da sociedade. Inúmeros relatos advindos dos trabalhadores e dos empresários indicam que a IA tem grande potencial para reduzir o tédio e a periculosidade de inúmeras tarefas, promovendo maior segurança no ambiente de trabalho;
5) Do ponto de vista conceitual, parece claro que a IA tem um grande efeito potencial para trazer impactos positivos para a elevação da produtividade do trabalho. Os estudos consultados, contudo, não indicam que isto está ocorrendo no atual estágio da IA. Em parte, isso se deve a não existência de novas ferramentas de medição econômica que possam captar, na plenitude, o impacto na produção. Alguns autores, porém, acreditam que existe um atraso entre o ganho de produtividade no trabalho e a implementação da tecnologia da IA;
6) Com relação aos impactos sociais, sobressai-se a questão o impacto negativo que a IA pode trazer para distribuição de renda. Estudos mostram que ela tende a intensificar o fenômeno de *job polarization.* Isso porque ocupações cujos rendimentos se encontram no meio da distribuição salarial acabarão desaparecendo beneficiando a criação de empregos de baixa e alta qualificação. Outro argumento frequentemente levantado para justificar a possibilidade de concentração salarial, refere-se ao fato de que haverá uma mudança na demanda relativa por trabalho causada pela IA levando a uma mudança relativa nos salários;
7) A IA tem forte potencial de inclusão social principalmente pelo aumento da qualidade de recolocação dos trabalhadores via *Job Matching*. Outra via do aumento da inclusão se deve à possibilidade de disseminação de instrumentos de auxílio voltados para pessoas com deficiências auditivas, visuais e de fala, pois haverá uma melhora nas comunicações interpessoais, facilitando a realização de trabalhos em equipe. Também, os migrantes poderão se beneficiar na medida em que a IA pode gerar instrumentos que minimizem a barreira do idioma.
8) É certo que existem muitos benefícios potenciais e vantagens derivadas do avanço tecnológico trazidos pela IA, porém existem riscos significantes associados ao seu avanço, os quais precisam ser contidos. Há um consenso que existem três frentes para combater esses efeitos adversos: a atuação do Estado através da adoção de políticas públicas; o fortalecimento da atuação das organizações sindicais através dos Acordos Coletivos, e da sociedade em geral por meio de um amplo diálogo envolvendo os principais atores sociais afetados pelo avanço da IA.

Apesar de haver uma percepção positiva do salto tecnológico trazido pelo avanço a IA existe um certo desconforto com a velocidade com que ela vem avançando (muito mais rapidamente que as tecnologias prévias) deixando bastante incertas as

implicações para a economia e para sociedade sob as mais diversas óticas. Enquanto os processos de automação e robotização se concentravam em certos setores, a IA tem a capacidade de alcançar todos os âmbitos e atingir todas as ocupações, em especial as de cunho cognitivo. Isto representa um alerta para os governos e formuladores de política tentarem antever o avanço da IA, e tomarem ações preventivas para controlarem seus efeitos adversos.

Ao se questionar uma máquina capacitada em IA quanto às suas consequências no mercado de trabalho, ela própria forneceu a seguinte resposta:

> *The impact of AI on workers is likely to be both positive and negative. On the positive side, AI can automate tasks, which can increase efficiency and productivity, and free up workers to focus on more creative and higher-level tasks. This can lead to new job opportunities and higher wages for workers with necessary skills to take advantage of the new technologies. On the negative side, AI can also lead to job displacement as machines and algorithms take over tasks that were previously performed by humans. This could lead to a decline in wages and employment opportunities for certain types of workers.* (Broecke, 2023b**,** p. 94).

Observa-se que os impactos dessa tecnologia no mercado de trabalho, e na sociedade, são de tamanha complexidade que nem mesmo as próprias "Inteligências Artificiais" são capazes de identificá-los por completo.

Referências

Acemoglu, D.; Rastrepo, P. (2018a). Low-Skill and High-Skill Automation. ***Journal of Human Capital***, v. 12, n. 2.

Acemoglu, D.; Rastrepo, P.. (2018b) Artificial Intelligence, Automation and work. ***NBER Working Paper***, n. 24196.

Acemoglu, D.; Rastrepo, P.. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. ***Journal of Economic Perspectives***, v. 33, n. 2, p. 3-30.

Acemoglu, D. et *alii*. (2022a). Artificial Intelligence and Jobs: Evidence from Online Vacancies. ***Journal of Labour Economics***, v. 40, n. S1.

Acemoglu, D. et *alii*. (2022b). Automation and the Workforce: A Firm-Level View from the 2019 Annual Business Survey. ***National Bureau of Economic Research***.

Aghion, P.; Jones, B.; Jones, C. (2017). Artificial Intelligence and Economic Growth. ***NBER Working Paper***, n. 23928.

Alekseeva, L. et *alii*. (2021). The demand for AI skills in the labor market. ***Elsevier Labour Economics***, v. **71.**

ALGORITHM. (2023). ***In***: Cambridge Dictionary. Disponível em: https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/algorithm. Acesso em: 7 nov. 2023.

Anyoha, R. (2017). The History of Artificial Intelligence. ***Harvard University Graduate School of Arts and Sciences Blog***. Disponível em: https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/. Acesso em: 20 jul. 2023.

Arntz, M.; Gregory, T.; Zierahn, U. (2016a). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. ***OECD Social, Employment and Migration Working Papers***, n. 189. Disponível em: https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en. Acesso em: 9 out. 2023.

Arntz, M.; Gregory, T.; Zierahn, U. (2016b). Digitization in unlikely to destroy jobs, but may increase inequalities. ***World Bank Blogs***. Disponível em: https://blogs.worldbank.org/jobs/digitization-unlikely-destroy-jobs-may-increase-inequalities. Acessado em: 20 out. 2023.

Assumpção, J. C. (1997). Deep Blue usa jeitinho para bater humano. ***Folha de São Paulo***, maio, São Paulo.

Bakhshi, H. et *alii*. (2017). The Future of Skills Employment 2030. ***Pearson and Nesta***.

Barrat, J. **(2013)**. Our Final Invention: Artificial Intelligence and the End of the Human Era. ***New York: St. Martin's Press***.

Bessen, J. E. (2017). AI and Jobs: The Role of Demand. ***Boston University School of Law, Law & Economics Paper***, n. 17-46.

Bordot, F. (2022). Artificial Intelligence, Robots and Unemployment: Evidence from OECD Countries. ***Journal of Innovation Economics & Management***, n. 37, p. 117-138.

Broecke, S. (2023a). Artificial Intelligence and labour market matching. ***OECD Social, Employment and Migration Working Papers***, n. 284. Disponível em: https://dx.doi.org/10.1787/2b440821-en. Acesso em: 21 de jul. de 2023.

Broecke, S. (2023b**)**. Artificial Intelligence and the labour market: Introduction. In: Bassanini, A.; Broecke, S. (Org.). ***OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market***, OECD Publishing, p. 93-101.

Bruckner, M.; LaFleur, M.; Pitterle, I. (2017). The impact of the technological revolution on labour markets and income distribution. ***Department of Economic & Social Affairs***.

Brynjolfsson, E.; Rock, D.; Syverson, C. (2017). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics, ***NBER Working Paper***, n. 24001. Disponível em: https://www.nber.org/papers/w24001. Acesso em: 6 de out. de 2023.

Cazes, S. (2023). Social dialogue and collective bargaining in the age of artificial intelligence. *In*: Bassanini, A.; Broecke, S. (Org.). ***OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market,*** OECD Publishing, p. 221-256.

Chahad, J. P. Z. **(2017)**. Desemprego Tecnológico: Fim dos Empregos? ***Boletim Informações FIPE***, n. 443, p. 14-19, ago. 2017. Disponível em: https://downloads.fipe.org.br/publicacoes/bif/bif443.pdf. Acesso em: 18 jul. 2023.

Chahad, J. P. Z.; Gollo, A. C. (2019). O Futuro do Trabalho: Demografia, Ocupação e Qualidade do Emprego. ***Boletim Informações FIPE***, n. 471, p. 21-35. Disponível em: https://downloads.fipe.org.br/publicacoes/bif/bif471.pdf. Acesso em: 18 jul. 2023.

Cowen, T. (2016). Is Innovation Over? The Case Against Pessimism. ***Foreign Affairs***.

Cowgill, B. (2020). Bias and Productivity in Humans and Algorithms: Theory and Evidence from Résumé Screening. ***Columbia University***.

De Stefano, V. (2018). "Negotiating the algorithm": Automation, artificial intelligence and labour protection. ***Comparative Labor Law & Policy Journal***, v. 41, n. 1.

DISTOPIA. (2023). *In:* Dicionário Houaiss. Disponível em: https://houaiss.uol.com.br/corporativo/apps/uol_www/v6-1/html/index.php#1. Acesso em: 7 nov. 2023.

Donepudi, P. K.; Ahmed, A. A. A.; Saha, S. (2020). Emerging Market Economy (EME) and Artificial Intelligence (AI): Consequences for the Future of Jobs. ***PalArch's Journal of***

Archaeology of Egypt/Egyptology, v. 17, n. 6, p. 5562-5574. Disponível em: https://archives.palarch.nl/index.php/jae/article/view/1829. Acesso em: 23 ago. 2023.

Ernst, E.; Merola, R.; Samaan, D. (2018). The economics of artificial intelligence: Implications for the future of work. ***ILO Future of Work Research Paper Series***, n. 5.

Felten, E. W.; Raj, M.; Seamans, R. (2019). The Occupational Impact of Artificial Intelligence: Labor, Skills, and Polarization, ***NYU Stern School of Business***.

Fossen, F.; Sorgner, A. **(2022)**. New Digital technologies and heterogeneous wage and employment dynamics in the United States: Evidence from individual-level data. ***Technological Forecasting and Social Change***, v. 175, p. 121381.

Frey, C. B.; Osborne, M. A. (2013). The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerization? ***Oxford Martin Programme on Technology and Employment***.

Future of Life Institute. (2023). Pause Giant AI Experiments: An Open Letter, ***Future of Life Institute***. Disponível em: https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/. Acesso em: 9 nov. 2023.

Georgieff, A.; Hyee, R. (2021). Artificial Intelligence and Employment: New cross-country evidence. ***OECD Publishing***, n. 265.

Gordon, R. (2018). Why Has Economic Growth Slowed When Innovation Appears to be Accelerating? ***NBER Working Paper*****,** n. 24554.

GPT (2023). ***In***: Cambridge Dictionary. Disponível em: https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/gpt. Acesso em: 9 nov. 2023.

Green, A**.** (2023). Artificial intelligence and jobs: No signs of slowing labour demant (yet). *In*: Bassanini, A.; Broecke, S. (Org.). OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market, OECD Publishing, p. 102-127.

Green, A.; Pero, A. S, del; Verhagen, A. (2023). Artificial Intelligence, job quality and inclusiveness. *In*: Bassanini, A.; Broecke, S. (Org.). ***OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market***, OECD Publishing, p. 128-154.

Greenemeier, L**.** (2017). AI versus AI: Self-Taught AlphaGo Zero Vanquishes Its Predecessor. ***Scientific American***, 18 de out. de 2017. Disponível em: https://www.scientificamerican.com/article/ai-versus-ai-self-taught-alphago-zero-vanquishes-its-predecessor/. Acesso em: 20 nov. 2023.

Gries, T.; Naudé, W. (2018). Artificial Intelligence, Jobs, Inequality and Productivity: Does Aggregate Demand Matter?. ***IZA Institute of Labor Economics***.

Guliyev, H. (2023). Artificial Intelligence and unemployment in high-tech developed countries: New insights from dynamic panel data model. ***Research in Globalization***, v. 7, p. 100140. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100140. Acesso em: 9 out. 2023.

Hunt, W.; Sarkar, S.; Warhurst, C. (2022). Measuring the impact of AI on jobs at the organization level: Lessons from a survey of UK business leaders. ***Research Policy***, v. 51/2, p. 104425.

Jones, B. (2009). The Burden of Knowledge and the Death of Renaissance Man: Is Innovation Getting Harder? ***Review of Economic Studies***, v. 76, n. 1, p. 283–317.

Keynes, J. M. (1932). Economic Possibilities for our Grandchildren. ***Essays in Persuasion***.

Korinek, A.; Stiglitz, J. E. (2019). Artificial Intelligence and Its Implications for Income Distribution and Unemployment. ***In***: Agrawal, A.; Gans, J.; Goldfarb, A. (Org.). The Economics of Artificial Intelligence an Agenda. University of Chicago Press, p. 349-390.

Lane, M.; Saint-Martin, A. (2021). The impact of Artificial Intelligence on the labour market: What do we know so far? ***OECD Social, Employment and Migration Working Papers***, n. 256. Disponível em: https://dx.doi.org/10.1787/7c895724-en. Acesso em: 22 de ago. de 2023.

Lane, M.; Williams, M.; Broecke, S. (2023). The impact of AI on the workplace: Main findings from OECD AI surveys of employers and workers. ***OECD Social, Employment and Migration Papers***, n. 288.

Lassebie, J. (2023). Skills Needs and Policies in the Age of Artificial Intelligence. In: Bassanini, A.; Broeck e, S. (Org.). ***OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market***, OECD Publishing, p. 155-181.

Leong, C. (2018). Technology & Recruiting 101: how it works and where is going. ***Strategic HR Review***, vol. 17.1, p. 50-52.

Linkedin (2017). Global Recruiting Trends 2017: What you need to know about the state of talent acquisition. ***Linkedin Talents***. Disponível em: https://business.linkedin.com/content/dam/me/business/en-us/talent-solutions/resources/pdfs/linkedin-global-recruiting-trends-report.pdf. Acesso em: 4 de out. de 2023.

Makridakis, S. (2017). The forthcoming of Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. ***Elsevier Futures***, n. 90, p. 46-60.

Malsej, N. et *alii*. (2023). The AI Index 2023 Annual Report. ***AI Index Steering Committee - Stanford University - Institute for Human-Centered AI***.

Manning, C. (2020). Artificial Intelligence Definitions. ***Stanford University – Human Centered Artificial Intelligence***.

Manyika, J. et *alii*. (2015). A Labor Market That Works: Connecting Talent with Opportunity in the Digital Age. ***Mckinsey Global Institute***. Disponível em: https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/employment%20and%20growth/connecting%20talent%20with%20opportunity%20in%20the%20digital%20age/mgi%20online%20talent_a_labor_market_that_works_executive_%20summary_june%202015.pdf. Acesso em: 3 ago. 2023.

McCorduck, P. A. (1977). The History of Artificial Intelligence. ***IJCAI-77***, v. 2, p. 951-954.

Microsoft. (2021). O que é um chatbot? ***Microsoft Power Virtual Agents***. Disponível em: https://powervirtualagents.microsoft.com/pt-br/what-is-a-chatbot/. Acesso em: 28 ago. *2023.*

Mokyr, J. (2014). Secular Stagnation? Not in Your Life. In Teulings, C. and Baldwin, R. ***Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures***. CEPR, p. 83-90. Disponível em: https://voxeu.org/content/secular-stagnation-facts-causes-and-cures. Acesso em: 30 out. 2023.

Mokyr, J.. (2018). The Past and the Future of Innovation: Some Lessons from Economic History. ***Explorations in Economic History*****,** v. 69, p. 13–26.

Nilsson, N. J. (1984). Artificial Intelligence, Employment and Income. ***The AI Magazine***, Menlo Park, v. 5, n. 2, p. 5-14.

Nordhaus, W. D. (2021)**.** Are We Approaching an Economic Singularity? Information Technology and the Future of Economic Growth, ***American Economic Journal: Macroeconomics***, v. 13, n. 1, p. 299-233. Disponível em: https://doi.org/10.1257/mac.20170105. Acesso em: 7 nov. 2023.

OECD. (2019a). Artificial Intelligence in Society, ***OECD Publishing***. Disponível em: https://doi.org/10.1787/eedfee77-en. Acesso em: 20 jul. 2023.

OECD. (2019b). Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. ***OECD/LEGAL/0449***.

OECD. (2023). OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market, ***OECD Publishing***.

OECD.AI. **(2023)**. AI research publications time series by country. ***The OECD Artificial Intelligence Policy Observatory***. Disponível em: https://oecd.ai/en/data?selectedArea=ai-research&selectedVisualization=ai-publications-time-series-by-country. Acesso em: 23 de ago. de 2023.

Office of Educational Technology. (2023). Artificial Intelligence and The Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations. ***U.S. Department of Education***.

Pero, A. S. del; Verhagen, A. (2023). Ensuring trustworthy artificial intelligence in the workplace: Countries' policy action. *In*: Bassanini, A.; Broeck e, S. (Org.). ***OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market***, OECD Publishing, p. 182-220**.**

Regona, M. et *alii*. (2022). Opportunities and Adoption Challenges of AI in the Construction Industry: A PRISMA Review. ***Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity***, v. 8, n. 45.

Rifkin, J. N. (1995). ***O Fim dos Empregos***: o contínuo crescimento do desemprego em todo o mundo. São Paulo: Makron Books.

Rollings, M. (2023). The History and Evolution of Artificial Intelligence: A Journey Through Time. ***Linkedin***. Disponível em: https://www.linkedin.com/pulse/history-evolution-artificial-intelligence-journey-mark. Acesso em: 24 jul. 2023.

Saes, F. A. M.; Saes, A. M. (2013). ***História Econômica Geral.*** São Paulo: Saraiva.

Smith, C. et *alii*. (2006). The History of Artificial Intelligence. ***University of Washington***. Disponível em: https://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/projects/history-ai.pdf. Acesso em: 24 jul. 2023.

SOURCE CODE. (2023). ***In****:* Cambridge Dictionary. Disponível em: https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/source-code. Acesso em: 14 nov. 2023.

Syverson, C. (2017). Challenges to Mismeasurement Explanations for the US Productivity Slowdown. ***Journal of Economic Perspectives***, v. 31, n. 2, p. 165–186.

Tableau. (2023)**.** The Ultimate Guide to Artificial Intelligence (AI): Definition, How it Works, Examples, History, & More. ***Tableau***. Disponível em: https://www.tableau.com/data-insights/ai/what-is. Acesso em: 21 ago. 2023.

Turing, A. M**.** (1950)**.** Computing Machinery and Intelligence. ***Mind***, v. 59, n. 236, p. 433-460.

UNEMPLOYMENT. (2023). *In*: Brittanica Money, Encyclopaedia Brittanica. Disponível em: https://www.britannica.com/money/unemployment. Acesso em: 9 nov. 2023.

US-EU Trade and Technology Council Joint Statement. (2022). The Impact of Artificial Intelligence on the Future of Workforces in the European Union and the United States of America. ***The White House***. Disponível em: https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/12/TTC-EC-CEA-AI-Report-12052022-1.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

Webb, M. (2020). The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market. **Stanford University**. Disponível em: https://www.michaelwebb.co/webb_ai.pdf. Acesso em 11 ago. 2023.

World Economic Forum. **(2023).** Future of Jobs Report 2023. **World Economic Forum**. Disponível em: https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/. Acesso em: 30 ago. 2023.