

OS IMPACTOS ESPERADOS DAS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS: NOVAS HABILIDADES DEMANDADAS DOS TRABALHADORES

Dora Kaufman¹



¹ Pesquisadora dos impactos sociais da inteligência artificial (IA) do Departamento de Tecnologias da Inteligência e Design Digital (TIDD) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP). Pós-doutora do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ) e pós-doutora no TIDD PUCSP. Doutora pela Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (ECA/USP) com período na *Université Paris – Sorbonne* IV. Mestre pela PUC-SP e economista pela PUC/RJ. Professora convidada da Fundação Dom Cabral (FDC).



RESUMO

Nas próximas décadas, tecnologias disruptivas estarão presentes em sistemas globais de produção, com modelos de negócios integrados, conectados e inteligentes (precisão nos parâmetros de eficiência, personalização de processos e produtos). A combinação de avanços nas tecnologias de inteligência artificial e robótica, por um lado, acelera a produtividade com a economia de custos e maior eficiência, por outro lado, tem fortes impactos sociais, particularmente no mercado de trabalho. Investigar as habilidades potenciais para o século XXI é o objetivo deste estudo baseado em fontes secundárias.

Palavras-chave: Mudanças tecnológicas. Mercado de trabalho. Inteligência Artificial.



INTRODUÇÃO

A maior investidora privada da Finlândia, Ilmarinen Mutual Pension Insurance, mudou o significado da sigla tradicional do departamento de recursos humanos (RH), para Robôs e Humanos (HR – Head of People and Robotization). Os cerca de 700 funcionários humanos do departamento não se sentem ameaçados pelo igualmente funcionário-robô Tarmo (em finlandês, “vigor e energia”), pelo contrário comemoram o fim de rotinas repetitivas e maçantes. Há fortes indicadores de que, em breve, a Ilmarinen contratará colegas de Tarmo mais qualificados, substituindo parte considerável da equipe de humanos.

Em 2014, a empresa de capital de risco, com sede em Hong Kong, Deep Knowledge, anunciou o sistema inteligente Validating Investment Tool for Advancing Life Sciences (VITAL) como novo membro de seu conselho de administração, agregando valor na captação e no processamento de informação com impactos positivos na qualidade das decisões de investimento. Aparentemente, não se trata de um fato isolado: pesquisa realizada pelo Fórum Econômico Mundial (2015) com 800 executivos revela que 45% afirmaram esperar que uma máquina de inteligência artificial (IA) tenha assento no conselho de administração de suas empresas até 2025.

A percepção crescente é de que os avanços na IA e na robótica transformarão radicalmente o local de trabalho nas próximas décadas (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2014). Pesquisa da consultoria McKinsey (2017) em 46 países aponta que 60% das ocupações têm pelo menos 30% de tarefas com potencial de automação e, na média, 15% das funções atuais serão substituídas ou eliminadas, com maior incidência em economias mais avançadas. Segundo Frey e Osborne (2017), Chui, Manyika e Miremadi (2015) e o Banco Mundial (2016), os avanços na automação ameaçam 45%-57% de todos os empregos nos Estados Unidos da América (EUA). O Conselho de Assessores Econômicos da Casa Branca prevê que a automação afetará 83% dos empregos que ganham US\$ 20 por hora ou menos (IMF, Working Paper: Should We Fear the Robot Revolution?, 2018). A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), por sua vez, estima em 9% os empregos na mesma categoria. As divergências refletem as respectivas percepções sobre a ingerência dos arcabouços sociais, legais e regulatórios.

Para Nigel Cameron (2017), enfrentamos uma ruptura que espelha as rupturas anteriores, mas em uma escala maior, cujo impacto não será geograficamente localizado nem circunscrito a uma indústria, por duas razões: a) os empregos transferidos diretamente de humanos para máquinas estarão disseminados em muitas e diferentes áreas da economia;

e b) haverá uma perda indireta de outros empregos (“efeito cascata”). Cameron alerta que o trabalhador humano estará competindo com outra “espécie”, mais barata de empregar e com a vantagem adicional de evoluir continuamente para formas mais inteligentes; o risco é não serem geradas oportunidades suficientes para os humanos cujas habilidades não serão mais relevantes.

Os estudos têm um alto grau de incerteza, além de metodologias distintas, dado que as máquinas inteligentes estão em seus primórdios, sendo prudente considerá-los mais como indicadores de tendências do que propriamente previsões.

Embora existam pontos de vista muito diferentes sobre a repercussão de longo prazo sobre o emprego como um todo, há amplo consenso de que o desenvolvimento da inteligência artificial e da robótica deverá ter um enorme impacto sobre o futuro do trabalho humano – elevando a produtividade, mas no processo eliminando completamente muitos empregos tradicionais (CAMERON, 2017, p. 8).

Independentemente do ritmo e da intensidade da transformação digital, à medida que a tecnologia avança, os trabalhadores serão realocados para tarefas não suscetíveis à mecanização, isto é, tarefas que exigem habilidades humanas. “Para que os trabalhadores ganhem a corrida, eles terão que adquirir habilidades criativas e sociais” (FREY; OSBORNE, 2013, p. 48).

Scott Hartley (2017) argumenta a favor das ciências humanas num mundo dominado pela tecnologia, em que o profissional do futuro irá lidar com questões complexas e multidisciplinares, que exigem, além de conhecimentos técnicos, habilidades de lógica, análise crítica, empatia, comunicação e *design*. O autor defende a parceria entre as ciências exatas e as humanas, em que os primeiros focam no “como fazer” da revolução tecnológica e os segundos no “por que”, “para que” e “quando”. O pleno exercício de atividades cognitivas demanda criatividade, capacidade de equacionar e resolver problemas, analisar

Independentemente do ritmo e da intensidade da transformação digital, à medida que a tecnologia avança, os trabalhadores serão realocados para tarefas não suscetíveis à mecanização, isto é, tarefas que exigem habilidades humanas.

cenários e tomar decisões, liderar equipes por meio de gestão baseada na persuasão, todas as características humanas, configurando vantagens comparativas em relação às máquinas inteligentes (ao menos no estágio atual). Harley indica como habilidades complementares: pensamento crítico, compreensão de leitura, análise lógica, argumentação, comunicação clara e persuasiva. Estudo do LinkedIn, em 2015, revelou que os profissionais formados em ciências humanas estão se unindo à força de trabalho tecnológica mais rapidamente do que os graduados técnicos. “Entre 2010 e 2013, o número de formandos em ciências humanas que entraram no setor de tecnologia ultrapassou em 10% os de ciência da computação e da engenharia” (HARTLEY, 2017, p. 38)

Os dados – matéria-prima da economia do século XXI – não são objetivos e na origem são “dados brutos”; são os algoritmos de IA que os transformam em informações úteis a partir de modelos preditivos. Em geral, esses modelos incorporam vieses humanos e os resultados são função de diversas escolhas de cientistas da computação, como, por exemplo, a seleção da amostra (um corte arbitrário do universo total) e a posterior interpretação. A mediação eficiente entre a tecnologia e os seus usuários depende, em grande parte, de agentes com atributos humanos.

Investigar as potenciais habilidades para o século XXI é o propósito deste estudo com base em fontes secundárias, dividido em cinco seções, além da introdução. A seção 1 apresenta um panorama geral dos impactos na sociedade e no setor produtivo da denominada Revolução 4.0, evidenciando a situação atual do Brasil; a seção 2 contempla uma revisão bibliográfica de algumas publicações de organismos internacionais e autores; a seção 3 apresenta as principais tendências tecnológicas que afetarão o mercado de trabalho; a seção 4 destaca as habilidades e os talentos necessários ao trabalhador do futuro; e a seção 5 aborda os efeitos sobre emprego e indica potenciais iniciativas visando preparar o trabalhador para a transformação digital em curso.

O pleno exercício de atividades cognitivas demanda criatividade, capacidade de equacionar e resolver problemas, analisar cenários e tomar decisões, liderar equipes por meio de gestão baseada na persuasão, todas as características humanas, configurando vantagens comparativas em relação às máquinas inteligentes (ao menos no estágio atual).

1 TRANSFORMAÇÕES NA SOCIEDADE E NO SETOR PRODUTIVO DECORRENTES DAS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS

Cunhado em 2011 na Alemanha, o termo Indústria 4.0 apareceu pela primeira vez no Plano de Ação da Estratégia de Alta Tecnologia 2020, coordenado pela Acatech¹ e apresentado ao governo alemão no Fórum de Implementação da *Industry-Science Research Alliance*, em Berlim (out./2012). O termo consolida uma revolução na indústria caracterizada por digitalização, interconectividade e novas tecnologias de produção e gestão. O foco central é gerar conhecimento a partir de dados captados por meio de sensores espalhados pela fábrica, acelerando os processos decisórios e promovendo maior agilidade, vantagens comparativas relevantes num ambiente de negócio dinâmico e complexo. A agilidade denota a capacidade de implementar mudanças em tempo real, reduzindo drasticamente o tempo entre um evento não previsto e a implementação da resposta apropriada.

A inteligência artificial está no pilar da Indústria 4.0, particularmente o aprendizado de máquinas (*Machine Learning/ Deep Learning*), que aperfeiçoa os sistemas automaticamente e aumenta a acurácia da capacidade preditiva, além de facilitar a personalização. Os algoritmos de IA, a partir de base de dados, identificam tendências e simulam cenários, contribuindo com o planejamento da cadeia de suprimentos, com a previsão de sazonalidades, no melhor entendimento das expectativas do consumidor, entre inúmeros outros benefícios. Agregando valor ao trabalho humano, a IA está transformando tarefas e funções, processos e modelos de negócio.

Os fundamentos da Indústria 4.0 foram adotados por vários países, em planos de governo compartilhados com o setor privado, como o *Industrial Internet Consortium* nos Estados Unidos e o *Industrial Value Chain Initiative* no Japão. Talvez o mais ambicioso seja o plano diretor industrial da China, *Made in China 2025*, lançado em 2016, com o propósito de transformar o país numa superpotência industrial; na essência está a substituição gradativa da tecnologia estrangeira, com a conquista de autossuficiência. Outro componente estratégico do plano chinês são aquisições aceleradas de empresas internacionais de alta tecnologia por investidores chineses, parcialmente apoiadas e orientadas pelo estado.

Apesar de maciços investimentos em tecnologia por parte das empresas na Alemanha, os resultados foram aquém do esperado. Segundo a Acatech, o foco das transformações na indústria alemã foram as tecnológicas, pouca atenção tem sido dada à estrutura organizacional e à cultural, ou seja, uma abordagem de tecnologia da informação (TI) e não holística. “Embora as tecnologias avançadas possibilitem o acesso a uma gama muito maior

1 A Academia Alemã de Ciências e Engenharia, fundada em 1º de janeiro de 2008, representa os interesses das ciências técnicas alemãs.

de dados, a capacidade de alavancar o potencial subjacente desses dados é igualmente dependente da estrutura organizacional e da cultura da empresa” (ACATECH, 2017, p. 1). Em 2017, a Acatech lançou o Índice de Maturidade com o objetivo, baseado em indicadores, de atestar o nível de maturidade das empresas no processo de transformação digital.

A automação a partir das tecnologias de IA não está restrita ao setor industrial, está ocorrendo simultaneamente em todos os setores no âmbito da chamada Transformação Digital, caracterizada pela convergência de tecnologias – mundo digital, mundo físico e mundo biológico. No mercado financeiro, a IA permeia a gestão de portfólio, a análise de crédito, a recomendação de produtos, a prevenção de fraudes, o atendimento ao público interno e ao cliente (*chatbots*), a identificação (autenticação biométrica), entre outros. Atualmente, do volume diário de 7 bilhões de ações negociadas nos mercados acionários dos EUA, 2/3 são negociados por algoritmos de IA. Igualmente está ocorrendo no varejo, com a automatização de processos e a propagação de lojas automatizadas. Provavelmente, o setor agrícola concentre hoje parte dos maiores investimentos em tecnologias de IA, com ganhos de produtividade e qualidade dos produtos e processos.

Na visão do Fundo Monetário Internacional – FMI (2018), a automação gera crescimento e desigualdade. O FMI reconhece, contudo, que não há consenso em torno dessa premissa por parte de economistas e estudiosos das novas tecnologias, agrupando-os em duas perspectivas: a) os pessimistas da tecnologia temem uma distopia econômica de extrema desigualdade e conflito de classes com previsões de queda acentuada da taxa de emprego; e b) os otimistas da tecnologia que, mesmo reconhecendo os impactos negativos da automação a curto prazo, baseiam-se nos processos históricos anteriores de rápida mudança tecnológica com vetor positivo entre destruição e criação de empregos, com aumento de salários e de renda *per capita*.

Historicamente, desde a Revolução Industrial no século XVIII, o progresso tecnológico priorizou a mecanização das tarefas manuais (trabalho físico); o progresso tecnológico do século XXI, no entanto, engloba igualmente tarefas cognitivas tradicionalmente sob domínio humano, pela maior capacidade e velocidade de processar enormes bases de dados (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2011). São passíveis de automação as tarefas rotineiras e previsíveis. O FMI (2018) propõe considerar três modelos: a) os robôs² substituem todo o trabalho em todas as tarefas, função da interconexão entre o aprendizado de máquina e *big data* que amplia o reconhecimento de padrões, automatizando a maioria das tarefas; b) os robôs não substituem tudo, a automação reduz a demanda por trabalho em algumas tarefas, mas aumenta em outras; e c) robôs não substituem o trabalho qualificado.

2 Robôs representando os sistemas e/ou máquinas inteligentes, não necessariamente associados à robótica.

A premissa nos modelos (a) e (b) é que os robôs substituem igualmente as funções de baixa e de alta qualificação, o que pode ser verdadeiro no futuro, mas não é no estágio atual de desenvolvimento da IA; além disso, alertam os autores, o modelo (b) não considera a equação mobilidade *versus* habilidade. O modelo (c) está sendo continuamente superado pelas experiências em distintas áreas de atividade.

Em paralelo, a substituição do trabalhador humano pelos sistemas inteligentes gera efeito negativo sobre a renda ao aumentar a competição pelos empregos remanescentes (redução salarial). Nesse sentido, a conclusão do FMI é de que, em qualquer cenário, a automação favorece o crescimento econômico, mas gera mais desigualdade. Percepção compartilhada pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), que prevê um cenário futuro de extinção das funções de menor qualificação, em geral exercidas pela população de baixa e média renda. Enquanto a automação ocorre no plano microeconômico, no plano macroeconômico, está em curso uma transição do capitalismo financeiro para o capitalismo de dados.

Schonberger e Range (2018) cunharam a expressão “capitalismo de dados”, enfatizando que os dados estão substituindo o preço como elemento estrutural da relação produtor e consumidor, e a moeda como meio de pagamento³. Hoje, já pagamos vários serviços com dados (Google, Facebook, Waze e outros) e, em breve, essa prerrogativa deve se estender às anuidades dos cartões de crédito, às taxas bancárias e aos custos da telefonia, setores que concentram grandes volumes de dados.⁴ Nesse sentido, as restrições ao livre compartilhamento de dados, contempladas nas legislações de proteção de dados privados, além de comprometer a evolução das tecnologias de inteligência artificial, geram concentração de mercado. A cada cinco solicitações de pesquisa originadas em *desktop*, o Google centraliza cerca de quatro e, a cada dez solicitações originadas de dispositivos móveis, nove são centralizadas – e seu similar Baidu – têm 60% do mercado chinês de busca. Amazon tem mais de 40% das receitas de varejo *on-line* nos Estados Unidos. Facebook tem dois bilhões de usuários no mundo, e a chinesa Tencent, proprietária do aplicativo WeChat, serviço de pagamento *on-line* e troca de mensagens instantânea, é a primeira empresa chinesa a superar os US\$500 bilhões em valor de mercado. Alibaba tem cerca de 51,3% de participação de mercado na China, seu principal concorrente, Jingdong, tem 32,9%. Os nichos menores reproduzem padrão similar: o GoDaddy, maior registrador de nomes de domínio da internet, é quatro vezes maior do que seu concorrente, o WordPress, domina os registros de *blog*. O Netflix governa

3 Os dados são o que os economistas chamam de “bem não rival”; os mesmos dados podem ser utilizados por múltiplos agentes, o que se constitui em uma vantagem sobre a moeda.

4 Não é suficiente, no entanto, a disponibilidade dos dados brutos. É necessário extrair as informações por meio de um processo de correspondência que seja inteligente o suficiente para levar em conta as múltiplas dimensões de preferências e seu peso relativo, viabilizado pelas tecnologias de inteligência artificial (IA).

streaming de filmes; o Instagram tem mais de 500 milhões de usuários ativos por dia, contra 173 milhões de seu principal concorrente, Snapchat. Facebook e Google detêm mais de 60% do mercado de anúncios *on-line* (MCKINSEY, 2018).

Essa concentração extraordinária deriva de três efeitos: escala, que reduz os custos operacionais; rede, ou “externalidade da rede”, que expande a adesão (quanto maior o número de usuários maior as novas adesões); e *feedback* contínuo, que aprimora o produto gerando ganhos de eficiência. Estabelece-se um círculo virtuoso: mais clientes significam mais dados, mais dados significam melhores previsões, melhores previsões significam mais clientes. Não resolve apenas abrir os algoritmos, que são instruções matemáticas que podem até ser deduzidas por terceiros; a vantagem comparativa dos gigantes de tecnologia está na posse e no controle dos dados (aparentemente, o *blockchain* é a única ameaça ao poder das grandes empresas de tecnologia ao permitir que serviços *on-line* deixem de ser controlados por uma “autoridade central”).

Nove empresas de tecnologia, seis norte-americanas e três chinesas (Google, Amazon, Microsoft, Apple, IBM e Facebook nos EUA; e Baidu, Alibaba e Tencent na China), estão liderando o futuro da inteligência artificial, sendo responsáveis pela maior parte das pesquisas, financiamento de *startups* e desenvolvedores, fusões e aquisições, desenvolvimento de aplicativos e relacionamento com os governos. A dependência das pesquisas acadêmicas dessas empresas transcende os aportes financeiros, sendo igualmente relevante o acesso aos dados^{5, 6}.

1.1 SITUAÇÃO ATUAL DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

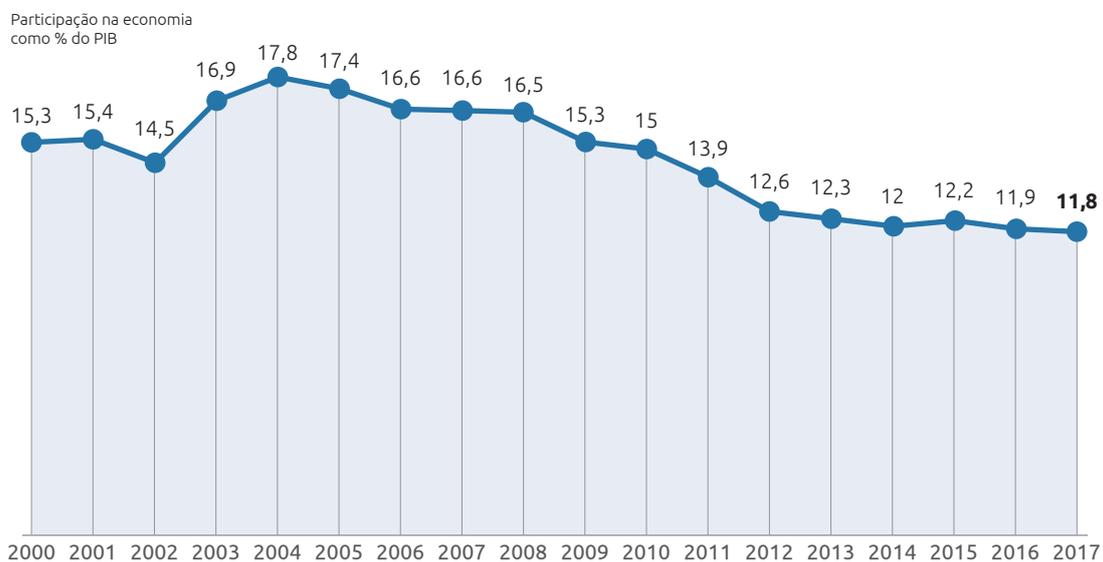
No Brasil, as tecnologias de automação digital, pilares das “fábricas inteligentes”, têm ainda baixa penetração na indústria. Apenas 27% usam sensores no controle de processos e 8% na identificação de produtos e condições operacionais (percentuais que sobem para 40% e 13%, respectivamente, entre as grandes empresas). A simulação e a análise, com base em modelos virtuais (gêmeos virtuais), são utilizadas por 5% das empresas; coleta e análise de grandes volumes de dados (*big data*), por 9%; e serviços em nuvem por 6% (CNI. *Sondagem Especial 66*, 2016). Essa tímida adesão às tecnologias digitais reflete as dificuldades enfrentadas pela indústria brasileira.

5 Os dados são gerados cotidianamente, em todas as atividades *on-line*, ativamente (fazendo *upload*, marcando fotos e postando nas redes sociais) e passivamente (investigando *on-line* sobre sintomas médicos, consultando exames médicos, realizando transações bancárias e/ou comerciais, acessando GPS e/ou Waze). Os dados são extraídos e utilizados por algoritmos de IA com inúmeros propósitos, em geral sem consentimento prévio, tais como na segmentação da comunicação e do *marketing*, no entendimento do comportamento dos usuários, na avaliação do grau de risco intrínseco no crédito bancário, nos processos de recursos humanos (RH), na prevenção de fraude e crimes.

6 A IBM disponibilizou, em 2017, cerca de 260 milhões de dólares para pesquisas do MIT (Fonte: Colóquio da IBM, 2017). A título de comparação, o programa de robótica com IA da Universidade de São Paulo (USP), *campus* São Carlos contou com 3 milhões de reais no mesmo ano.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2017, a participação da indústria brasileira no produto interno bruto (PIB) atingiu 11,8%, a menor desde 1950. É um fenômeno estrutural que transcende a recessão de 2015-2016 (contração de 3,8% e 3,6%, respectivamente); para alguns economistas, o Brasil vive um processo de desindustrialização, para outros se trata de uma mudança no conceito de indústria com divisão de setores mais fluida. Indicadores-chave, como produtividade e competitividade, explicam em parte esses resultados.

GRÁFICO 1 – A evolução do índice: em duas décadas, o peso do setor industrial na economia encolheu



Fonte: *Jornal O Globo*/IBGE (2018).

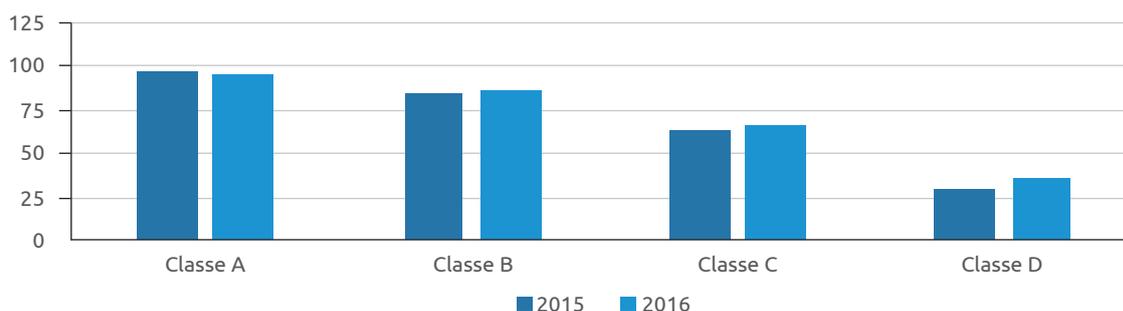
A produtividade aumentou 8,1% de 2016 a 2017, mas mantém-se inferior à dos concorrentes internacionais, consequência de diversos fatores, entre eles educação, burocracia (inclui instabilidade fiscal e tributária) e infraestrutura (CNI, 2016). Estudo do Insper, em parceria com a consultoria Oliver Wyman (2018), indica que a capacidade do país de transformar recursos em bens e serviços (trabalho em renda) está pior do que em 1994: produção por trabalhador, em 20 anos, passou de 25 mil dólares para 30 mil dólares, crescimento de 19%, enquanto nos EUA avançou 48%.

Em termos de competitividade, houve uma melhora nos *rankings* de sete dos nove fatores avaliados, mesmo assim, o Brasil manteve-se na penúltima posição num total de 16 países à frente apenas da Argentina – Canadá, Austrália, Coreia do Sul, Polônia, Rússia, Espanha, Chile, Argentina, Turquia, Brasil, Colômbia, África do Sul, Tailândia, México, Peru e Indonésia (CNI, 2016). O país ocupa o 10º lugar em Educação, e a 13ª posição em Tecnologia e Inovação, efeito em parte da baixa capacidade de inovar das empresas; a transformação digital da indústria brasileira está centrada em produtividade, incremento

de eficiência e redução de custo – e menos cadeia produtiva, produtos e modelos de negócio. O desconhecimento de seus benefícios associado ao alto custo explica o uso de tecnologias digitais por menos de 50% das empresas.

Para acelerar a transição, as empresas apontam como prioridade o desenvolvimento de uma infraestrutura digital, segundo o relatório *Sondagem Especial 66* da Confederação Nacional da Indústria (CNI). O Brasil possui uma das mais caras internet do mundo (três vezes mais cara do que nos EUA), a digitalização dos serviços públicos é insipiente e a inclusão digital ainda não abarca parte significativa da população. Somos o 4º país em total de cidadãos conectados, mas 39% da população nunca usou a internet (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, 2018). O gráfico a seguir reflete a disparidade do uso de internet por classe social no Brasil.

GRÁFICO 2 – Uso de internet por classe social - Brasil



Fonte: BrasilLab. Evento Govtechbrasil, 6 e 7 ago. 2018.

Em digitalização dos serviços públicos, o chamado “Governo Digital”, estamos na 51ª posição. Governo Digital significa ganhos de eficiência, transparência, qualidade e celeridade dos serviços (desburocratização), capacitação de gestores públicos, integração de agências e instituições governamentais, com base em um sólido e consistente arcabouço regulatório e legal. Representa redução no Custo-Brasil, com efeitos positivos na segurança e no controle da corrupção. Na Índia, por exemplo, a digitalização dos serviços públicos permitiu, em oito anos, a inclusão de 400 milhões de indianos que “não existiam” porque não tinham documentos. A plataforma digital do governo Aadhaar criou uma identidade digital para os indianos, promovendo o acesso a todos os serviços públicos virtualmente; qualquer cidadão indiano abre conta em banco em poucos minutos. A segunda etapa, após a digitalização, está calcada nas tecnologias de inteligência artificial: transformar os dados públicos em informações úteis, gerando previsões assertivas para uma gestão pública mais eficiente⁷.

⁷ Palestra de Sahil Kini, *Aspada Investments*, no evento *GovTech*, 6 e 7 de agosto de 2018, em São Paulo.

O Brasil contemporâneo caracteriza-se por ser uma sociedade conectada com o mundo e interconectada – instituições, cidadãos e governo –, o que implica ambientes econômicos complexos que requerem diagnósticos e soluções amplamente negociadas. A nosso favor, temos um mercado forte e diversificado; faltam-nos políticas públicas articuladas ao setor privado que promovam a inovação tecnológica. Os estudos do mercado brasileiro mostram a ainda tímida adoção dessas tecnologias em comparação a outros países, o que compromete nossa inserção no jogo competitivo mundial. O desafio é tirar o país da condição de mero consumidor de tecnologias produzidas no exterior e ofertadas aqui por multinacionais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA LITERATURA

Uma das lentes possíveis para analisar o tema das habilidades é fornecida pelo Relatório do Fórum Econômico Mundial (*World Economic Forum – WEF*)⁸ de 2016, *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workplace Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Em 2018, um novo relatório atualiza o anterior agregando novas colaborações. Ainda no âmbito das instituições internacionais, o Fundo Monetário Internacional (FMI) aporta contribuições no relatório *Should We Fear the Robot Revolution? (The Correct Answer is Yes)*, de autoria de Andrew Berg, Edward F. Buffie e Luis-Felipe Zanna, publicado em maio de 2018.

Complementando a revisão bibliográfica, há vários autores, pensadores da nova economia e dos impactos na sociedade da transformação digital (devidamente indicados nas referências bibliográficas).

2.1 O FUTURO DO TRABALHO PELO FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL

2.1.1 Relatório de 2016

Uma fonte de referência para avaliar as habilidades requeridas aos trabalhadores no cenário atual de transformação digital é fornecida pelo Relatório *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workplace Strategy for the Fourth Industrial Revolution* produzido pelo Fórum Econômico Mundial. O relatório é fruto de uma pesquisa entre diretores de Recursos Humanos e Estratégia sobre o significado das mudanças em curso, particularmente as variáveis de

⁸ Criado em 1971 e sediado em Genebra na Suíça, o WEF é uma fundação independente e sem fins lucrativos que visa promover a melhoria das condições socioeconômicas da humanidade por meio da cooperação entre o setor público e o privado.

emprego, habilidades e recrutamento⁹. Foi introduzida uma nova medida, “estabilidade de habilidades”, visando quantificar o grau de ruptura de habilidades em determinada ocupação, num conjunto de empregos ou na indústria. Em geral, as empresas enfrentam grandes desafios de recrutamento e escassez de talentos, tendência que deve se agravar nos próximos cinco anos. A requalificação e/ou qualificação dos profissionais é crítica para evitar o cenário de desemprego em massa e o aumento da desigualdade, nesse sentido, o WEF propõe que as empresas assumam um papel ativo na reciclagem de sua força de trabalho, que os indivíduos adotem uma proatividade e que os governos contribuam garantindo um ambiente favorável.

O foco do Relatório é um conjunto básico de 35 habilidades relevantes e amplamente demandadas em todos os setores da indústria. Em média, até 2020, mais de 1/3 dos conjuntos de habilidades essenciais desejadas para a maioria das ocupações será composto por habilidades que ainda não são consideradas cruciais para o trabalho atual. Do ponto de vista setorial, a previsão é de maior estabilidade nos setores de mídia, entretenimento e informação, e de menor estabilidade no setor financeiro.

2.1.2 Relatório de 2018

O foco desse segundo relatório – *Should We Fear the Robot Revolution? (The Correct Answer is Yes)* – é agregar novas contribuições ao entendimento do potencial das novas tecnologias, particularmente automação e algoritmos de IA, à melhora da qualidade do trabalho e ao incremento da produtividade. A onda de avanço tecnológico da Quarta Revolução Industrial tem a faculdade de gerar novos

Em geral, as empresas enfrentam grandes desafios de recrutamento e escassez de talentos, tendência que deve se agravar nos próximos cinco anos.

⁹ Metodologia: o processo de coleta de pesquisa foi realizado por meio de questionário *on-line* no primeiro semestre de 2015, em que as equipes da Iniciativa do Desafio de Gênero e Emprego do Fórum Econômico Mundial trabalharam em estreita colaboração com membros do Conselho da Agenda Global, Parceiros do Desafio Global e equipes setoriais e regionais do Fórum, garantindo um número máximo de respostas das empresas-alvo. Universo: os 100 maiores empregadores globais em cada setor da indústria-alvo, complementados, como um critério secundário, pelos 50 maiores empregadores nacionais em cada um dos países-alvo, num total de 2.450 empresas. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2019.

empregos com inéditas funções e, simultaneamente, reduzir o número de trabalhadores necessários para determinadas tarefas. O objetivo do Relatório, em uma perspectiva para os próximos cinco anos, é oferecer uma plataforma para os líderes acompanharem as transformações socioeconômicas e moldarem um futuro no qual as pessoas estejam no centro do crescimento econômico e do progresso social.

A pesquisa de campo foi realizada no primeiro semestre de 2018 por meio da comunidade global de membros do Fórum Econômico Mundial, com abrangência diversificada setorial e geograficamente, contando com a colaboração dos principais institutos de pesquisa e associações do setor ao redor do mundo.

Foram entrevistados prioritariamente os diretores de Recursos Humanos (CHROs¹⁰), com foco em três etapas: a) mapeamento das transformações em andamento; b) documentação das transformações no trabalho com as habilidades necessárias ao desempenho das novas funções em 2022; e c) compreensão das prioridades e dos objetivos estabelecidos relacionados a treinamento, requalificação e qualificação da força de trabalho¹¹.

Fundo Monetário Internacional (FMI) aporta contribuições no relatório *Should We Fear the Robot Revolution? (The Correct Answer is Yes)*, de autoria de Andrew Berg, Edward F. Buffie e Luis-Felipe Zanna, e publicado em maio de 2018.

O estudo analisou uma gama de fatores que refletem distintas visões sobre como a automação pode transformar o mercado de trabalho, concluindo que: a automação é positiva para o crescimento e negativa para a igualdade; no modelo de referência, os salários reais caem a curto prazo e, eventualmente, aumentam (o que pode demorar gerações). O modelo utilizado partiu de duas hipóteses: (a) o capital “robô” é distinto do capital tradicional em seu grau de substituição do trabalho humano; e (b) somente capitalistas e trabalhadores qualificados se beneficiam.

2.2 LIVROS RECOMENDADOS

- *The Future of The Professions: How technology will transform the work of human experts*, dos autores Richard e Daniel Susskind (pai e filho), considerado *Book of the Year*, de 2015, pelo *Financial Times*, analisa as profissões do século XXI, prevendo o declínio do modo de exercer as profissões atuais e o surgimento de novas práticas.

¹⁰ *Chief Human Resources Officer*: chefe de recursos humanos ou diretor de pessoal.

¹¹ Metodologia: o processo de coleta de pesquisa foi realizado por meio de questionário *on-line* no primeiro semestre de 2018. No total, o conjunto de dados contém 313 respostas exclusivas de empresas globais de vários setores representando coletivamente mais de 15 milhões de funcionários. A análise regional é baseada em uma amostra diversificada de 20 economias desenvolvidas e emergentes – Argentina, Austrália, Brasil, China, França, Alemanha, Índia, Indonésia, Japão, México, Filipinas, Federação Russa, Cingapura, África do Sul, Coreia, Suíça, Tailândia, Reino Unido, Estados Unidos e Vietnã – representando coletivamente 70% do produto interno bruto (PIB) global (*Appendix A: Report Methodology*).

Os autores propõem seis novos modelos para produzir e distribuir conhecimento na sociedade e abordam os desafios e as perspectivas de emprego com a crescente superação das máquinas no desempenho das funções repetitivas e previsíveis. O livro é baseado em pesquisa de mais de dez profissões, sendo ilustrado por inúmeros exemplos.

- *Rise of The Robots: Technology and the threat of a jobless future*, de Martin Ford, *New York Time best-seller*, também de 2015, aborda os empregos do futuro alertando para a especificidade do processo atual que, distinto de revoluções industriais anteriores, não criará novos empregos na mesma proporção dos que serão eliminados. Ford enumera as funções na eminência de serem automatizadas – como paralegais, jornalistas, funcionários de escritórios, programadores de computador –, prevendo o desemprego e o aumento da desigualdade.
- *Will robots take your job?*, de Nigel M. de S. Cameron, de 2017, analisa os impactos no mercado de trabalho decorrentes de um processo de automação acelerado, listando uma série de funções que já começaram a ser exercidas por sistemas inteligentes e outras que o serão muito em breve. Para Cameron é um equívoco imaginar uma transição suave, alertando para o fato de que os líderes políticos e os formuladores de políticas públicas não parecem sensibilizados para os riscos das tecnologias disruptivas.

3 PRINCIPAIS TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS QUE AFETAM/AFETARÃO O MERCADO DE TRABALHO

A combinação entre os avanços das tecnologias de inteligência artificial e da robótica (automação), se, por um lado, acelera a produtividade com redução de custos e aumento de eficiência, por outro, traz impactos sociais negativos particularmente sobre o mercado de trabalho. Distinto de ciclos anteriores, a nova onda de desemprego não virá da competição com os custos mais baixos de mão de obra dos países em desenvolvimento, mas pela automação. Em 2013, a Amazon tinha 1.000 robôs em seus centros de logística e distribuição de produtos, em 2016, esse número passou para 46 mil robôs¹².

Pesquisa realizada pela *McKinsey Global* (2018)¹³ sugere que, independente do setor, 30% das tarefas que compõem 60% dos empregos atuais são potencialmente automatizáveis. As tecnologias inteligentes coletam e processam grandes quantidades de dados com velocidade e precisão que supera a capacidade de qualquer ser humano; comumente, essas

¹² Em 2012, a Amazon adquiriu a Kiva, fabricante de robôs inteligentes para movimentação de cargas em armazéns.

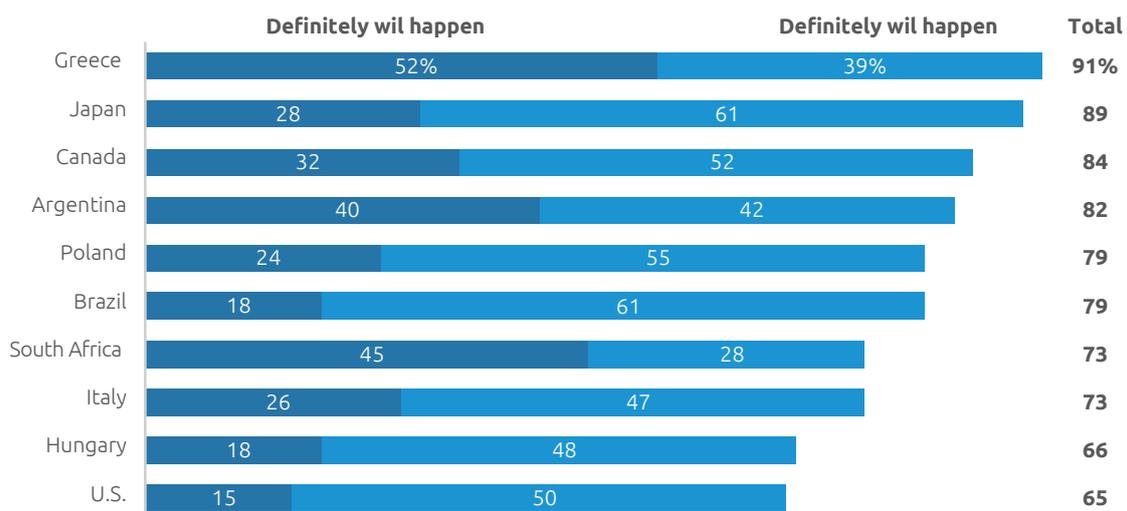
¹³ *The new frontier: Agile automation at scale* By Federico Berruti, Geet Chandratre, and Zaid Rab – *Large-scale automation of business processes requires a new development approach*.

atividades ocupam parte significativa do tempo de trabalho. O estudo destaca um conjunto de tecnologias – automação de processos robóticos (RPA), fluxos de trabalho inteligentes e técnicas de inteligência artificial, como aprendizado de máquina, ferramentas de linguagem natural e agentes cognitivos – que prometem melhorar radicalmente a eficiência, eliminando os erros e reduzindo o risco operacional; logo, o efeito negativo será o desemprego.

Estão sendo substituídos os empregos na indústria e, gradativamente, no setor de serviços com ênfase no varejo; no Brasil, o processo está mais evoluído no varejo financeiro pela maior capacidade de investimento dos grandes bancos. Estudo da consultoria *Pew Search Center*¹⁴, em dez países, quantifica a substituição de trabalhadores humanos por robôs: na Coreia do Sul, por exemplo, são mais de 600 robôs industriais instalados para cada 10.000 trabalhadores; no Japão são 300; e nos Estados Unidos quase 200 para igual proporção de trabalhadores. As vantagens são múltiplas, desde a capacidade de as máquinas trabalharem quase que em modo contínuo (sem descanso, sem férias, sem doenças) até o custo médio relativo por hora trabalhada: o custo do trabalhador de fábrica é de U\$49 na Alemanha e de U\$36 nos EUA *versus* U\$4 do robô. As fábricas de iPhone na China estão em processo acelerado de automação – 30% de substituição por robôs até 2020 – bem como os *call centers* em regiões, como Índia e Filipinas (IMF, 2018).

GRÁFICO 3 – A maioria pensa que robôs e computadores ocuparão muitos empregos realizados por humanos

How likely do you think it is that in the next 50 years, robots and computers will do much of the work currently done by humans?



Fonte: Spring 2018 Global Attitudes Survey - Pew Research Center.

¹⁴ *Pew Research Center*, realizada em nove países entre 21 de maio e 10 de agosto de 2018, entre 9.670 entrevistados. Também inclui análises de pesquisas anteriores do *Pew Research Center* realizadas nos Estados Unidos em 2015, 2016 e 2017 (*Pew Research Center Global Attitudes & Trends*, September 13, 2018. Disponível em: <http://www.pewglobal.org/2018/09/13/in-advanced-and-emerging-economies-alike-worries-about-job-automation/>. Acesso em: 10 out. 2018).

Entre as dez economias pesquisadas, desenvolvidas e emergentes, a expectativa dos executivos entrevistados é de automatização de parte significativa das tarefas atuais nos próximos 50 anos. Na Grécia, na África do Sul e na Argentina, quatro em dez consultados apostam que essa substituição se concretizará efetivamente e em larga escala.

Numa perspectiva mais otimista, o Fórum Econômico Mundial (2018)¹⁵ acredita que a revolução da robótica vai gerar 58 milhões de novos empregos nos próximos cinco anos¹⁶, adverte, contudo, para a premência do mercado se preparar para o futuro do trabalho. O ManpowerGroup é uma iniciativa nessa direção – formado pela Ferrari, Maserati, Lamborghini e Dallara como alternativa à escassez de profissionais qualificados – que conta com apoio do governo e de programas de treinamento *on-line*.

Com base na realidade operacional das maiores empresas globais, o WEF assinala cinco condições a serem observadas:

- (a) Abordagem compartilhada, baseada num roteiro específico por setor industrial, com o pressuposto de que desenvolver talentos, em larga escala (requalificação e qualificação), pode não ser viável para uma empresa isolada, mas é compatível com a estrutura de um consórcio.
- (b) Definição da estratégia de crescimento, com prioridade para a formação de capital humano liderados pelos diretores de RH.
- (c) Ativação pelos governos de políticas de mercado de trabalho, proatividade na melhoria dos centros de emprego, nas redes de segurança, treinamento individual, ecossistemas de retenção público e privado e trabalhos oferecidos e realizados *on-line*.
- (d) Criação de empregos por formuladores de políticas e investidores, por meio de incentivos apropriados e de uma estrutura de investimento e empreendedorismo, isto é, uma nova abordagem para a “política industrial”.
- (e) Linguagem comum para definir e avaliar as habilidades – função não mais exercida plenamente pelos diplomas e certificados. Faz-se necessário criar uma taxonomia comum em torno de talento que defina e avalie as habilidades, as competências, as características.

Para o WEF, a crescente onipresença da internet móvel combinada com o amadurecimento da Internet das Coisas transformará a rotina diária de muitas funções de linha de frente nas famílias de empregos de Vendas e Relacionadas, Instalação e Manutenção e Produção, exigindo maior nível de alfabetização tecnológica; esses funcionários terão de ser capazes de assumir responsabilidades relacionadas ao controle e à manutenção dos equipamentos.

¹⁵ Relatório sobre o futuro do emprego de 2018, realizado em 20 economias e 12 indústrias (ver referências bibliográficas).

¹⁶ Mesmo prevendo que, em 2022, as máquinas ocupem mais de 28% do total de horas/tarefas, comparadas aos 19% em 2018.

Impulsionados pelas novas tecnologias, estamos vivenciando uma era caracterizada por uma mudança fundamental na relação entre trabalhadores e máquinas. Segundo Martin Ford (2015),

Essa mudança acabará por desafiar uma das nossas suposições mais básicas sobre tecnologia: as máquinas são ferramentas que aumentam a produtividade dos trabalhadores. Em vez disso, as próprias máquinas estão se transformando em trabalhadores, e a linha entre a capacidade do trabalho e do capital está se desfazendo como nunca antes (*Rise of The Robots: technology and the threat of a jobless future*, 2015, p. xii).

Aparentemente, está superado o debate entre se a automação vai substituir os trabalhadores humanos ou vai ampliar a capacidade deles. A realidade, em todos os países e setores de atividade econômica, mostra que ambos os processos estão acontecendo simultaneamente: existe uma nova forma de relacionamento homem-máquina que, em algumas situações, empodera os humanos e em outras os substituem.

As previsões da *Singularity University*¹⁷ até 2038 são referências para pensar e se preparar para a próxima década. Destacamos, entre as que parecem viáveis, as que impactarão a economia e os modelos de negócio:

Ano 2020

- Internet 5G entrega velocidades de conexão de 10 a 100 *gigabytes* para dispositivos móveis.
- Impressoras 3D imprimem roupas e materiais para construção civil.
- Comercialização dos carros autônomos nos EUA e alguns outros países.
- Robôs domésticos proliferam (leitura labial, reconhecimento facial e de gestos).
- Robôs substituem recepcionistas, assistentes de lojas e escritórios.

Ano 2024

- *Drones – delivery* em telhados dos prédios e casas, e robôs de superfície levam até porta.
- Contratos de energia solar e eólica de “um centavo por kWh”.
- Veículos elétricos são metade das vendas totais.

Ano 2026

- Veículos autônomos dominam.
- Agricultura vertical se torna vital para produção de comida na maioria das grandes megacidades.

¹⁷ “*Think tank*” oferece programas educacionais em inovação e incubadora de *startups*, localizada em Nasa *Research Park*, no Vale do Silício. Fundada em 2008 por Peter Diamandis e Ray Kurzweil.

- Oito bilhões de pessoas já se conectam à internet em velocidades de 500 mbps.
- Realidade virtual se torna onipresente.

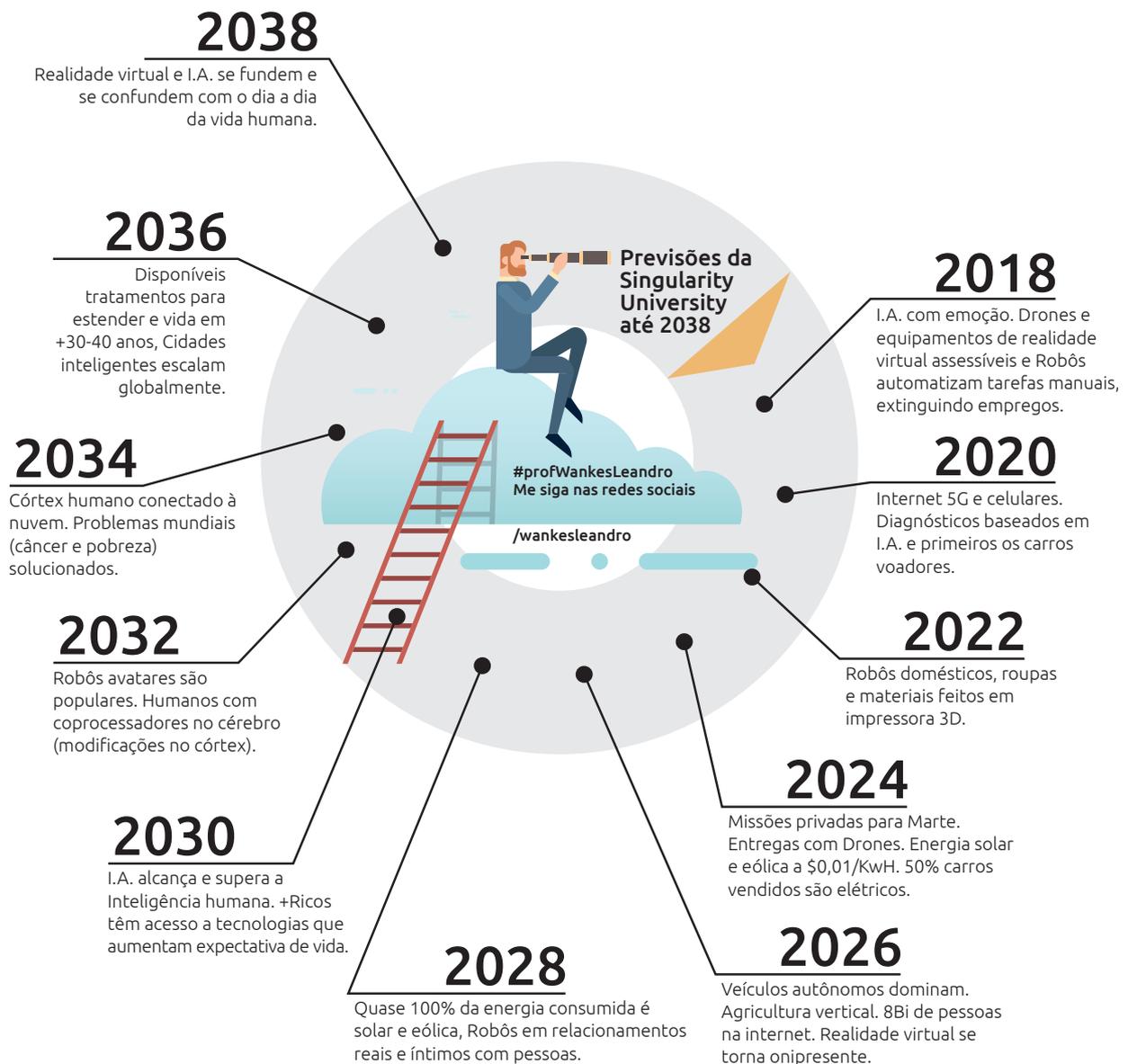
Ano 2028

- Energia solar e eólica representa quase 100% do consumo mundial.

Ano 2032

- Robôs substituem o trabalho manual e as interações repetitivas.

FIGURA 1 – Previsões da Singularity University até 2030



Adaptado pelo Prof. Wankes Leandro para fins didáticos, do original da Clear Inovação disponível em: <http://clearinovacao.com.br/>

4 HABILIDADES MAIS DEMANDADAS DOS TRABALHADORES EM DECORRÊNCIA DO AVANÇO TECNOLÓGICO

Gabo Arora é um cineasta de realidade virtual (RV) criador, entre outros projetos, de uma série de filmes para as Nações Unidas que se tornaram estratégicos no esforço de arrecadação de fundos para projetos sociais. O Fundo das Nações Unidas para a Infância – em inglês *United Nations Children's Fund*, agência das Nações Unidas – apresentou esses filmes em 40 países, duplicando a propensão a doar (de 1 em cada 12 doadores, passou-se para 6 em cada 12). Em sua atividade profissional, Arora usa tecnologia de ponta, contudo, quando se trata da educação do filho, ele valoriza as habilidades ditas “humanas”: seu filho de 5 anos de idade está numa escola *Waldorf*¹⁸ e não tem ideia do que seja um iPad. Longe de ser uma exceção, Arora segue um padrão comportamental entre os fundadores e/ou dirigentes de empresas de tecnologia do Vale do Silício: (a) em geral, não têm formação básica em tecnologia (Arora estudou filosofia e cinema na Universidade de Nova York); e (b) matriculam seus filhos em escolas “humanistas” que enfatizam a curiosidade intelectual, a criatividade, a comunicação interpessoal, a empatia e a capacidade de aprendizagem e resolução de problemas (HARTLEY, 2017). Essas duas constatações contrariam o senso comum de acreditar que, em um mundo dominado pela tecnologia, as profissões do futuro são as que envolvem diretamente conhecimento e habilidades em tecnologia (engenheiro de sistemas, cientista de dados). A formação em ciências humanas tem se mostrado essencial para liderar a inovação, de produtos a modelos de negócio.

Analisando a origem de inúmeros *startups*, Scott Hartley (2017) aponta a predominância entre seus fundadores de formação em ciências humanas e sociais; a constatação é de que essas habilidades foram determinantes para o sucesso de seus empreendimentos. Estudo do economista David Deming da Universidade de Harvard¹⁹ identifica uma retração do mercado de trabalho para profissões técnicas e uma expansão para funções que demandam habilidades interpessoais; num estudo com Lisa B. Kahn (2017), Deming classificou uma ampla variedade de palavras-chave encontradas em anúncios de emprego, com foco nas habilidades cognitivas e sociais, identificando correlações positivas entre cada habilidade e variáveis externas como remuneração.

18 *Waldorf School of the Peninsula*, em Los Altos, que, segundo o *New York Times*, é “Uma escola do vale do Silício que não computa” (artigo com esse título, 2011).

19 *The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market* (2015).

Com o processo acelerado de automação, as máquinas inteligentes estão substituindo os humanos em funções que, preferencialmente, envolvem rotinas ou processos previsíveis e geram grande quantidade de dados. Hartley (2017), porém, especula que, em muitos casos, “o resultado não será deslocar trabalhadores humanos: em vez disso, será liberar as pessoas para passar mais tempo nos aspectos do seu trabalho que exigem habilidades humanas exclusivas” (p. 22). Como declara Renata Quintini, investidora e sócia da firma de Venture Capital Lux Capital.

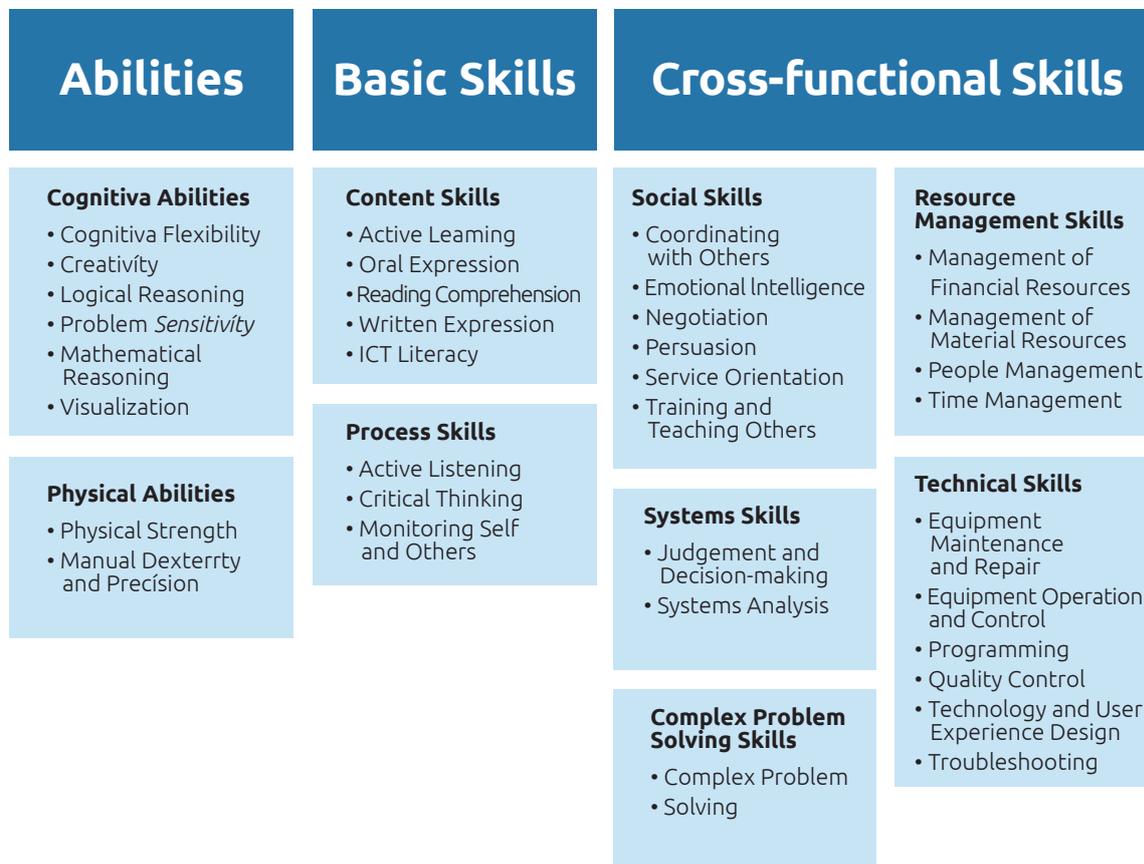
O herói do futuro vai ser aquele que entende os problemas e oportunidades reais da humanidade e consegue lidar e inspirar times para resolvê-los. Esses problemas são complexos e multidisciplinares, exigindo, além de conhecimento técnico, habilidades lógicas, análise crítica, empatia, comunicação, design. Chegou a vez dos graduados em ciências humanas (HARTLEY, 2017, p. 14).

Parece haver consenso de que: (a) as funções repetitivas/rotineiras e as previsíveis, ou seja, com histórico que permita gerar padrões, são fortes candidatas a serem automatizadas; e (b) as aptidões humanas exclusivas são mais relevantes, como habilidades interpessoais e empatia. Sem minimizar o papel estratégico das habilidades para exercer as funções diretamente envolvidas no desenvolvimento das tecnologias, tais como engenheiro de sistemas e cientista de dados. A capacidade de trabalhar com dados e tomar decisões com base nos dados, gradativamente, constitui-se em uma habilidade vital.

A partir do O’Net²⁰, o Fórum Econômico Mundial detecta as habilidades cognitivas e físicas mais valorizadas.

A capacidade de trabalhar com dados e tomar decisões com base nos dados, gradativamente, constitui-se em uma habilidade vital.

20 Plataforma americana sobre o mercado de trabalho para uso por candidatos a emprego. Disponível em: <<https://www.onetonline.org>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

FIGURA 2 – Competências essenciais relacionadas com o trabalho

Fonte: World Economic Forum, baseado no modelo de conteúdo O'NET.

O WEF indica um conjunto básico de 35 habilidades relevantes no mercado de trabalho do futuro, amplamente demandadas em todos os setores da indústria. Contudo alerta que, em média, até 2020 mais de 1/3 das habilidades essenciais ao exercício da maioria das ocupações será composto por habilidades que ainda não são consideradas cruciais ao trabalho atual. Os estudos do WEF ratificam a percepção generalizada de que as habilidades sociais – como persuasão, inteligência emocional e ensino de outras pessoas – serão mais demandadas do que habilidades técnicas restritas, como programação ou operação e controle de equipamentos. Habilidades de conteúdo (alfabetização em TIC e aprendizado ativo, etc.), habilidades cognitivas (criatividade e raciocínio matemático, etc.) e habilidades de processo (escuta ativa e pensamento crítico, etc.) serão uma parte crescente dos requisitos de habilidades essenciais para muitas indústrias.

Proliferam estudos acadêmicos e não acadêmicos sobre “habilidades”. A fundação inglesa *National Endowment for Science, Technology and the Arts* (NESTA²¹), em parceria com

²¹ A organização atua por meio de uma combinação de programas práticos, investimentos, políticas e pesquisas e formação de parcerias na promoção de inovação em uma ampla gama de atividades e setores. Originalmente financiada por uma dotação de £250 milhões da Loteria Nacional do Reino Unido.

especialistas da Oxford Martin School, e a Pearson mapearam as novas habilidades até 2030. A equipe identificou dois grupos de ocupações: o grupo que tende à automação e o grupo que tende à expansão. Com base nas tarefas a serem desempenhadas pelo segundo grupo, o estudo listou as cinco principais habilidades desejáveis para o futuro do trabalho: a) discernimento, bom senso e capacidade de tomar decisão: ser capaz de avaliar os custos e os benefícios associados às alternativas; b) fluência de ideais: ser capaz de apresentar múltiplas ideias sobre determinado tópico; c) aprendizagem ativa: ser capaz de escolher métodos e procedimentos apropriados para aprender ou ensinar; d) estratégias de aprendizagem: ser capaz de compreender as implicações de novas informações para a resolução de problemas atuais e futuros; e e) originalidade: ser capaz de apresentar ideais originais sobre determinado tópico ou situação.

Com base no estudo de Frey e Osborne (2013)²², no qual os autores estimam a probabilidade de automação de 702 funções por meio de uma metodologia exclusiva – as posições de *telemarketing*, por exemplo, têm 99% de probabilidade de serem automatizadas em um futuro próximo. O *site Will robots take my job?*²³ facilita a busca por trabalho. Com base no estudo dos pesquisadores de Oxford que indica 97% de chances de a função arquivista ser automatizada, ou 97% de risco de automação, o *site* projeta um crescimento negativo de 6% no ano de 2024, ou seja, uma atividade não recomendada; como complemento, o *site* oferece o nível salarial e o número de empregados na função no momento da busca.

Martin Ford (2015) pondera sobre o equívoco, amplamente difundido, em considerar a automação uma ameaça aos trabalhadores com pouca educação e níveis de habilidades inferiores, que tendem a desempenhar tarefas rotineiras e repetitivas. O avanço acelerado das tecnologias, particularmente os algoritmos preditivos, substituirá igualmente as funções cognitivas desempenhadas por trabalhadores com diploma universitário. O desafio atual é identificar quais as habilidades necessárias para que o robô²⁴ não roube seus empregos, e como se capacitar para não perder a relevância econômica e social no século XXI.

A estimativa é que haverá uma migração da segmentação de cargos para segmentação de tarefas, implicando um mercado de trabalho não mais baseado em funções, mas em habilidades. Nesse cenário, o foco do RH deixará de ser a experiência anterior, visando as habilidades necessárias para lidar com os desafios das tarefas propostas. O risco é gerar mais desigualdade, privilegiando o progresso econômico em detrimento do progresso social.

22 Carl Benedikt Frey e Michael A. Osborne publicaram um relatório intitulado *O Futuro do Emprego: Quão suscetíveis são os empregos para a informatização?* (2013).

23 Disponível em: <<https://willrobotstakemyjob.com>>. Acesso em: 28 out. 2018.

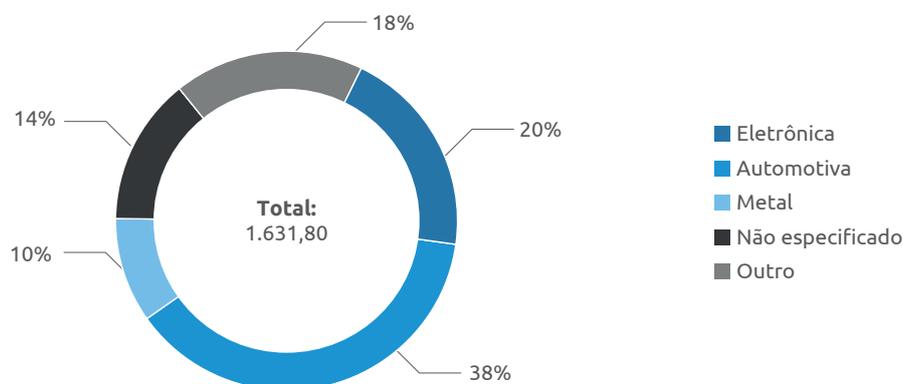
24 Robô aqui representando os sistemas e as máquinas inteligentes.

5 EFEITOS DAS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS SOBRE O EMPREGO E A EDUCAÇÃO DO TRABALHADOR

Estudo da consultoria McKinsey (2018) prevê que, até 2030, entre 400 a 800 milhões de trabalhadores serão afetados pela automação, número equivalente a 11% e 23% da população mundial economicamente ativa (estimada pela OIT em 3,5 bilhões). Os impactos variam entre a perda de emprego para um sistema inteligente, até a necessidade de se adaptar a novas interações com as máquinas (trabalho compartilhado homem-máquina). No Brasil, 15,7 milhões de trabalhadores brasileiros serão afetados pela automação; a Federação Internacional de Robótica estima que, até 2020, serão comercializados 11.900 robôs industriais no Brasil. Como referência, atualmente, nos EUA, são quase 1,8 robô para cada 1.000 trabalhadores (em 2010, 1,4; na virada do século, 0,7): cada novo robô industrial desempregou três trabalhadores²⁵. Nos setores intensivos em tecnologia, a automação ocorrerá de forma mais acelerada com a substituição do trabalho humano de uma parte maior das tarefas.

As transformações no mercado de trabalho não advêm exclusivamente da automação. Pesquisa do Fórum Econômico Mundial (2015) com diretores das áreas de RH, em 15 países, mostrou que 44% dos entrevistados reconhecem que o maior impacto provém de mudanças no ambiente de trabalho, como *Home office* e contratação por projeto (pejorização). Outro fator emergente advém da categoria chamada *gig economy* – plataformas e aplicativos *on-line*, *freelancers*, incluindo os motoristas de Uber. A tendência é as empresas reduzirem o número de empregados fixos, regidos pelas leis trabalhistas, como a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), com ganhos de redução de custo e ganhos de eficiência, inclusive na qualidade do serviço prestado.

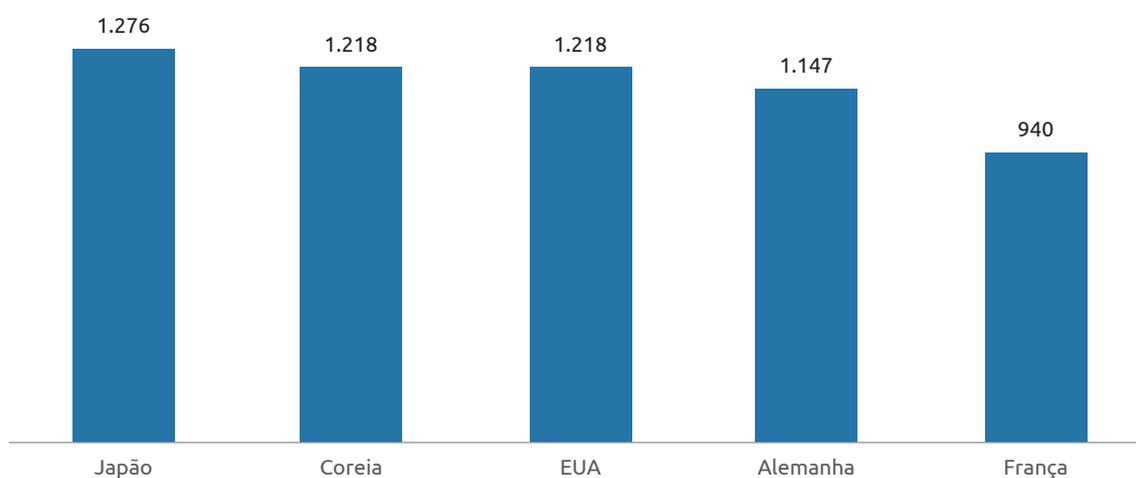
GRÁFICO 4 – Estoque de robôs em operação no mundo, por setor, em 2015



Fonte: Institute for Futures Research – IFR

²⁵ Estudo de Daron Acemoglu, professor do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), e Pascual Restrepo, da Universidade de Boston (2018).

GRÁFICO 5 – Robôs multitarefa em operação para cada 10 mil trabalhadores, na indústria automotiva, em 2015



Fonte: Institute for Futures Research - IFR

O relatório do WEF de 2018 ressalta que, em todos os setores, as novas funções serão intensivas em tecnologia. As profissões-chave no mercado de trabalho dos próximos anos são analista de dados, cientista de dados, desenvolvedores de *software* e aplicativos, especialista em comércio eletrônico, especialista em mídias sociais, profissional de IA com ênfase em aprendizado de máquina, especialista em *big data*, analista de segurança da informação e engenheiro de robótica. Em paralelo, existe um grande potencial em funções centradas em habilidades humanas, como atendimento ao cliente, vendas e *marketing*, treinamento e desenvolvimento de pessoas e cultura, gestão da inovação e desenvolvimento organizacional.

Pesquisa global da empresa de recrutamento *Hays Global Skills Index*, produzida anualmente em parceria com a *Oxford Economics*²⁶, assinala a carência de profissionais qualificados no Brasil: incompatibilidade entre as necessidades das empresas e as habilidades disponíveis. Foram pesquisados 33 países, sendo 17 europeus; entre os europeus, 16 países indicaram um aumento do número de vagas não preenchidas por falta de profissionais adequados. Na média global, a nota representativa dessa discrepância passou de 6,4 para 6,6 (intervalo de variação de 0 a 10), o Brasil recebeu a nota 8,7, que, segundo Jonathan Sampson, CEO da Hays no Brasil, “*não temos as habilidades que os empregadores brasileiros precisam, e isso pode desacelerar o crescimento e prejudicar a recuperação da economia*”.

Na mesma direção, pesquisa sobre escassez de talentos da ManpowerGroup (2015) mostrou um desequilíbrio entre a oferta e a demanda das principais habilidades, com 38%

26 ARCOVERDE, Leticia. Faltam profissionais qualificados no Brasil. Valor Econômico, 29 out. 2018.

Na mesma direção, pesquisa sobre escassez de talentos da ManpowerGroup (2015) mostrou um desequilíbrio entre a oferta e a demanda das principais habilidades, com 38% dos empregadores relatando dificuldades em preencher vagas; em alguns setores, o desequilíbrio tende a ser maior.

dos empregadores relatando dificuldades em preencher vagas; em alguns setores, o desequilíbrio tende a ser maior. É importante observar que a transformação digital gera novos modelos de negócio, que geralmente se traduz na obsolescência de parte das habilidades anteriores, retardando o próprio processo de transformação.

O *MIT Sloan Management Review (MIT SMR)*, periódico acadêmico do *Massachusetts Institute of Technology*, publicou recentemente um estudo da Accenture (2017) num universo de mais de 1.000 grandes empresas que já utilizam ou estão testando sistemas de IA. Os autores identificaram o surgimento de três novas categorias “exclusivamente para humanos”, que requerem habilidades e treinamentos inéditos. São elas: *trainers*, *explainers* e *sustainers*, funções que complementam as tarefas realizadas pelas tecnologias cognitivas, garantindo que as mesmas sejam eficazes, responsáveis, transparentes e auditáveis.

Tarefas dos *trainers* (os que ensinam): ensinar os sistemas de IA, em colaboração com os processadores de linguagem natural, reduzindo potenciais erros. Igualmente, treinam os algoritmos a espelhar os comportamentos humanos e as sutilezas da comunicação, pré-requisito para os *chatbots*.

Tarefas dos *explainers* (os que explicam): mediação entre tecnólogos e gestores empresariais, contribuindo para eliminar a opacidade dos sistemas de IA. Explicar o funcionamento dos algoritmos complexos para profissionais não técnicos, sendo responsável por realizar “autópsias” sobre eventuais falhas dos sistemas inteligentes.

Tarefas dos *sustainers* (os que monitoram): gerente de ética e *compliance*, atuando como um *ombudsman*, garantindo que as normas, os valores e os costumes humanos estejam sendo contemplados. Em parceria com os *explainers*, devem detectar, compreender e corrigir distorções e vieses dos sistemas.

QUADRO 1 – Novas categorias de funções exclusivamente humanas

Trainers	
Customer-language tone and meaning trainer	Teaches AI systems to look beyond the literal meaning of a communication by, for example, detecting sarcasm.
Smart-machine interaction modeler	Models machine behavior after employee behavior so that, for example, an AI system can learn from an accountant's actions how to automatically match payments to invoices.
Worldview trainer	Trains AI systems to develop a global perspective so that various cultural perspectives are considered when determining, for example, whether an algorithm is "fair".
Explainers	
Context designer	Designs smart decisions based on business context, process task, and individual, professional, and cultural factors.
Transparency analyst	Classifies the different types of opacity (and corresponding effects on the business) of the AI algorithms used and maintains an inventory of that information.
AI useful strategist	Determines whether to deploy AI (versus traditional rules engines and scripts) for specific applications.
Sustainers	
Automation ethicist	Evaluates the noneconomic impact of smart machines, both the upside and downside.
Automation economist	Evaluates the cost of poor machine performance.
Machine relations manager	"Promotes" algorithms that perform well to greater scale in the business and "demotes" algorithms with poor performance.

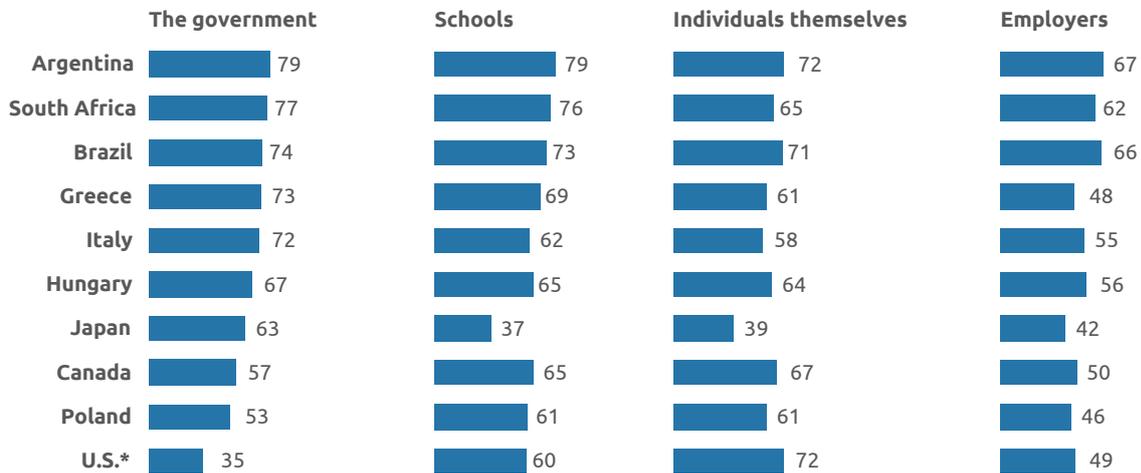
Fonte: MIT/SMR (2017).

Sendo as funções inéditas, preparar profissionais para desempenhá-las requer mudanças nas estruturas tradicionais de educação (demanda tempo e envolvimento de governo).

5.1 EDUCAÇÃO

Não há consenso sobre a quem cabe a responsabilidade de preparar os profissionais para o novo mercado de trabalho. Pesquisa da *Pew Research* com distintos públicos, em diversos países, apurou que a responsabilidade deve ser compartilhada com o governo no papel de liderança. O investimento atual em políticas públicas apresenta grande variação entre os países: a Dinamarca aloca 3,22% do PIB, a Alemanha, 1,45% e os Estados Unidos, 0,27% do PIB.

GRÁFICO 6 – % de adultos que acreditam que a força trabalho possui a habilidade e a educação necessárias para o futuro



Note: U.S. data from Pew Research Center survey conducted May 25-June 29, 2016. In U.S., question asked about success in "today's economy". In U.S., asked about "federal government" and "public K-12 education system".
Source: Spring 2018 Global Attitudes Survey. Q82a-d.

Fonte: Spring 2018 Global Attitudes Survey, Pew Research Center.

No Brasil, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), líder na educação profissional na América Latina, no período de 2012-2018, investiu cerca de R\$ 3 bilhões em tecnologia e inovação em suas 1.000 unidades distribuídas em 1.600 municípios. Em 2014, sua área de inteligência desenvolveu um aplicativo de realidade aumentada (RA) facultando ao aluno, por meio do *smartphone*, acessar simuladores e projetar vídeos e objetos em 3D; a tecnologia está presente em 17 cursos – automação industrial, eletroeletrônica, manutenção automotiva e edificação, etc. – e, desde seu lançamento, teve mais de 69 mil downloads. O Senai está investindo em novas tecnologias em todos os setores e, segundo informa, 85% deles contam com tecnologias de ponta, esforço extensivo a faculdades e escolas de ensino médio de tecnologia – Faculdades de Tecnologia (Fatecs) e Escolas Técnicas (Etecs).

No setor privado, as áreas de RH estão inovando nos programas de treinamento com metodologias que contemplam *games*, simuladores de situações reais, entre outros. Em paralelo, ainda tímido, percebe-se maior incentivo a realizações de cursos externos, particularmente em áreas de formação em tecnologia de inteligência artificial; o *marketplace* de ensino *on-line* *Udemy* disponibiliza mais de 500 cursos, 60% com foco em iniciantes, como o de cientista de dados. A *Data Science Academy* (DSA) é outra alternativa, fundada em 2016, oferece treinamentos avançados para profissionais de tecnologia, desenvolvimento de sistemas, matemática e estatística.

As respostas à pesquisa do WEF (2018) indicam que os líderes estão conscientes em relação à premência de requalificar e reciclar a força de trabalho, prioridade para mais de 2/3 dos entrevistados. O relatório classifica as habilidades em três categorias: habilidades básicas, cognitivas e multifuncionais. As habilidades multifuncionais estão no escopo de uma empresa individual ou de um grupo de empresas (maior sinergia e eficiência), mas as habilidades básicas e cognitivas dependem de políticas do governo porque envolvem a educação formal em todos os ciclos (pré-escolar, primária, secundária e superior). Para serem bem-sucedidos, os esforços devem partir de um planejamento que contemple os elementos disruptivos; apenas 53% dos entrevistados estão confiantes em relação à adequação de suas estratégias, comprometidas por (a) falta de compreensão do cenário futuro, (b) limitação de recursos em função das pressões por rentabilidade de curto prazo e (c) falta de alinhamento entre as estratégias da força de trabalho e as estratégias de inovação. Observam-se iniciativas inovadoras na gestão de RH, tais como proporcionar maior exposição a diferentes funções, investir nos talentos femininos e na educação em geral, mas não se mostram suficientes.

Como assinala o FMI (2018), a educação pode ser vista como estratégica para converter trabalhadores “não qualificados” em “qualificados”, reduzindo a desigualdade salarial. No entanto essa transição demanda tempo e um esforço compartilhado entre setor privado e público; além disso, confrontado com a aceleração atual, quase 50% do conhecimento adquirido durante o primeiro ano de um diploma técnico está desatualizado na formatura (curso de quatro anos).

5.2 ESTUDO SOBRE O MERCADO DE TRABALHO EM SÃO PAULO

A FGV EESP (2017) investigou as lacunas²⁷ e os descasamentos²⁸ de habilidades técnicas no mercado de trabalho do estado de São Paulo, constatando:

- (a) A mão de obra de nível técnico que ingressa no mercado de trabalho não está adequadamente apta a desempenhar as tarefas inerentes às funções propostas.
- (b) Cerca de 40% das empresas entrevistadas enfrentam dificuldade para preencher vagas de nível técnico por inadequação dos candidatos.
- (c) Embora reconhecendo as especificidades setoriais, investir em habilidades socioemocionais – perseverança, responsabilidade e capacidade de cooperação – melhora o capital humano e a empregabilidade dos trabalhadores.

²⁷ Lacunas = habilidades necessárias ao desempenho de uma função que faltam ao trabalhador.

²⁸ Descasamentos = diferença entre as habilidades que o trabalhador possui e aquelas necessárias à realização das funções dos postos de trabalho.

6 RECOMENDAÇÃO

- Desenvolvimento de um sistema de plataformas *on-line*, colaboração do governo e do setor privado de ensino, contendo informações sobre as demandas do mercado (ocupações e habilidades profissionais) e ofertas de ensino técnico disponíveis para cada ocupação.

Os seres humanos possuem duas categorias de habilidades, física e cognitiva. Nas tecnologias disruptivas anteriores, as máquinas competem preferencialmente com os humanos em habilidades físicas, enquanto os humanos mantiveram a supremacia em capacidade cognitiva.

No entanto, a IA está começando agora a superar os humanos em um número cada vez maior dessas habilidades, inclusive a de compreender as emoções humanas. Não sabemos de nenhum terceiro campo de atividade – além do físico e do cognitivo – no qual os humanos manterão sempre uma margem segura (HARARI, 2018, p. 41).

REFERÊNCIAS

- BERRUTI, Federico; CHANDRATRE, Geet, RAB, Zaid. **The new frontier: agile automation at scale**. 2018. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-new-frontier-agile-automation-at-scale>. Acesso em: 02 nov. 2018.
- BRYNJOLFSSON, Erik; McAfee, Andrew. **A segunda era das máquinas: trabalho, progresso e prosperidade em uma época de tecnologias brilhantes**. Rio de Janeiro: Alta Brooks, 2015.
- BUGHIN, Jacques; SEONG, Jeongmin; MANYIKA, James, CHUI, Michael; JOSHI, Raoul. **Notes from the AI frontier modeling the impact of AI on the world economy**. 2018. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy>. Acesso em: 02 nov. 2018.
- CAMERON, Nigel M. de S. **Will robots take your job?** Cambridge: Polity Press, 2017.
- CORRÊA, Marcelo. Indústria tem menor participação no PIB desde os anos 1950. **O Globo**, Rio de Janeiro, Economia, 05 mar. 2018. Disponível em <https://oglobo.globo.com/economia/industria-tem-menor-participacao-no-pib-desde-os-anos-1950-22455531>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- FORD, Martin. **Rise of the robots: technology and the threat of a jobless future**. New York: Basic Books, 2015.
- FREY, Carl Benedikt; OSBORNE, Michael. **How susceptible are jobs to computerisation?** 2013. Disponível em: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf. Acesso em: 20 out. 2018.
- HARARI, Yuval Noah. **21 lições para o século 21**. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.
- HARTLEY, Scott. **O fuzzy e o techie: por que as ciências humanas vão dominar o mundo digital**. São Paulo: BEI, 2017.
- INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **Statistics**. 2018. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>. Acesso em 10 nov. 2018.
- OECD. **OECD skills outlook 2017: skills and global value chains**. 2017. Disponível em: <http://www.oecd.org/education/oecd-skills-outlook-2017-9789264273351-en.htm>. Acesso em: 02 nov. 2018.

PEARSON; NESTA; OXFORD MARTIN SCHOOL. **The future of skill**: employment in 2030. 2017. Disponível em: <https://futureskills.pearson.com/research/assets/pdfs/technical-report.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2018.

PEW RESEARCH CENTER. **In advanced and emerging economies alike, worries about job automation: many fear robots, computers will eliminate jobs, increase inequality**, 2018. Disponível em: <http://www.pewglobal.org/2018/09/13/in-advanced-and-emerging-economies-alike-worries-about-job-automation/>. Acesso em: 25 out. 2018.

SCHUH, Günther *et al.* (Eds.). **Industrie 4.0 maturity index**: managing the digital transformation of companies. (Acatech Study). Disponível em: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_Maturity_Index_eng_WEB.pdf>. Acesso em: 07 set. 2018.

SHONBERGER, Viktor Mayer; RAMGE, Thomas. **Reinventing capitalism in the age of big data**. New York: Basic Books, 2018.

SHRM. **Critical skills needs and resources for the changing workforce**. 2018. Disponível em: <http://www.octech.edu/Content/Uploads/octech.edu/files/Critical%20Skills%20Needs%20and%20Resources%20for%20the%20Changing%20Workforce%20Survey%20Report.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2018.

SUSSKIND, Richard; Daniel. **The future of the professions**: how technology will transform the work of human experts. United Kingdom: Oxford University Press, 2015.

WILSON, H. James; DAUGHERTY, Paul R.; MORINI-BIANZINO. The jobs that artificial intelligence will create. **MIT Sloan management review**. 2017. Disponível em: <https://sloanreview.mit.edu/projects/artificial-intelligence-in-business-gets-real/>. Acesso em: 02 nov. 2018.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Here are 5 ways for workers to win in the robot age**. 2018. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2018/09/ways-to-win-as-a-worker-in-the-robot-age/>. Acesso em: 25 out. 2018.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs**: employment, skills and workplace strategy for the fourth industrial revolution. 2016. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf. Acesso em: 25 out. 2018.