



EFEITOS SOCIAIS DA SUPERAUTOMAÇÃO: O DEBATE EM DAVOS 2016

Bernardo F. E. Lins

Consultor Legislativo

Área XIV

Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática

ESTUDO

MARÇO/2016



Câmara dos Deputados
Praça dos Três Poderes
Consultoria Legislativa
Anexo III - Térreo
Brasília - DF

SUMÁRIO

1. Introdução.....	2
2. Origens e dimensão mítica do debate.....	5
3. A relação de longo prazo entre avanço tecnológico e desenvolvimento	8
A mensagem dos modelos de equilíbrio macroeconômico	8
Efeitos de parâmetros dos modelos	10
Sumário: a visão de longo prazo	11
4. Mercado de trabalho e superautomação: a visão de curto prazo.....	11
Automação e a estrutura de oferta de bens e serviços.....	12
Superautomação e demanda por trabalho	13
Superautomação como choque tecnológico.....	15
5. Agregação de capital intelectual, oferta de formação e o avanço da IA.....	17
Escassez de talentos	18
Descompasso entre superautomação e estrutura de treinamento	19
6. O preço da atenção e a demanda por formação	21
Capital humano e uberização do trabalho	21
Demanda por formação e deficit de atenção	22
Capital humano e custo da impaciência.....	23
7. Há políticas públicas viáveis nesse contexto?.....	24
Inserção global das economias nacionais.....	25
Quem é beneficiado pelas decisões de governo	26
Outros efeitos indesejáveis da intervenção do Estado	27
8. Considerações finais	27
Referências bibliográficas	29

2016 Câmara dos Deputados.

Todos os direitos reservados. Este trabalho poderá ser reproduzido ou transmitido na íntegra, desde que citados(as) o(a) autor(a) e a Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. São vedadas a venda, a reprodução parcial e a tradução, sem autorização prévia por escrito da Câmara dos Deputados.

Este trabalho é de inteira responsabilidade de seu)autor, não representando necessariamente a opinião da Câmara dos Deputados.

EFEITOS SOCIAIS DA SUPERAUTOMAÇÃO: O DEBATE EM DAVOS 2016

Bernardo F. E. Lins¹

Estão os robôs, de fato, tomando nossos empregos? Certamente. Mas sempre houve destruição de empregos por causa da automação e do progresso tecnológico. O que devemos observar é que também houve, sempre, criação de empregos por essas mesmas forças. Neste exato momento, há uma onda de tecnologia atingindo a economia e a força de trabalho. A pergunta é se esse equilíbrio está mudando.

(Andrew McAfee)²

1. INTRODUÇÃO

O debate sobre os efeitos da superautomação surgiu em meados dos anos noventa, com artigos e textos especulativos que apontavam para tendências de longo prazo no avanço da tecnologia da informação e nos seus efeitos sobre a sociedade. Bill Gates, por exemplo, apostava na consolidação de infovias (GATES, 1995), Nicholas Negroponte destacava os efeitos do uso da informática no comportamento e na forma de pensar das pessoas (NEGROPONTE, 1996), Kevin Kelly explorava a inteligência implícita nas estruturas em rede, a crescente sofisticação da robótica e as possibilidades de integração entre eletrônica e biotecnologia (KELLY, 1995).

As preocupações evoluíram, nos anos seguintes, para um conjunto mais focado de efeitos dessas inovações sobre o mercado de trabalho e os hábitos de consumo. Três tendências que se consolidaram na última década chamam mais a atenção: o surgimento de uma geração de programas e de robôs com uso intensivo de processos de decisão autônomos, a integração entre dispositivos e mercadorias mediante a “internet das coisas” e o acesso a grandes volumes de dados para apoio à decisão, o “big data”. A combinação dessas soluções eliminaria a necessidade de participação do homem em uma variedade de atividades, em praticamente todos os setores da economia.

¹ O autor agradece as observações de Claudio Nazareno, Fabio Luis Mendes e Marcos Tadeu Napoleão de Souza a uma versão anterior do texto.

² Em FIRTH (2014: 28).

Essa vertente do debate, inicialmente restrita à análise de especialistas (LEONHARD, 2010; BROWN, 2012; CERF, 2014; VAMOS, 2014), ganhou gradualmente o grande público, diante de evidências de que o mercado de trabalho não acompanhou a recuperação da economia nos anos subsequentes à crise financeira global de 2008, podendo haver fatores estruturais em jogo.

Ao contrário do Brasil, em que esse debate é ainda incipiente e contaminado pela conjuntura, países desenvolvidos já reconhecem as tendências aqui discutidas, agregadas sob o manto retórico de uma “quarta revolução industrial” (SCHWAB, 2016). O Fórum Econômico Mundial de Davos, em sua reunião anual de 2016, deu especial destaque ao tópico, tratando-o como tema principal do encontro. As recomendações do Fórum Econômico Mundial ao setor público concentram-se na revisão de modelos de educação e treinamento, no fomento à educação continuada, na colaboração público-privada e em novos arranjos trabalhistas, compatíveis com o emprego a distância e com plataformas flexíveis de prestação de serviços (FEM, 2016). Especialistas ouvidas no Fórum, a exemplo de Alicia Bárcena, secretária-executiva da CEPAL, e Vanessa Fuchs, pesquisadora da Universidade de St. Gallen, além desse amplo acordo social, apontam ainda a relevância de integrar mercados regionais em tecnologias chave e de priorizar investimentos em P&D para que o país não se torne mero consumidor de tecnologia de terceiros (WENTZEL, 2016). A tabela 1 aponta algumas das propostas de maior destaque.

Tabela 1 – Algumas propostas avançadas em Davos 2016

Proposta	Origem	Aplicação
Gestão de negócios		
Reinventar a função de RH, reforçando seu papel estratégico	Coordenação do Fórum	Setor privado
Fazer uso de <i>data analytics</i> , inovando no planejamento do capital humano e na gestão de talentos	Coordenação do Fórum	Setor privado
Liderar a criação de modelos de negócio voltados ao bem-estar	Pactworld	Terceiro setor
Investimento em capital humano		
Promover a participação das empresas na formação de profissionais e no desenvolvimento de talentos	Coordenação do Fórum	Setor privado
Reforçar a diversidade de talentos e compreender as demandas do ambiente	Coordenação do Fórum	Setor privado

Proposta	Origem	Aplicação
de trabalho		
Revisar os currícula de formação pós-secundária	Coordenação do Fórum	Governo
Repensar os sistemas educacionais, privilegiando o conteúdo educacional em lugar dos requisitos de certificação	Coordenação do Fórum	Governo
Incentivar a educação continuada ao longo de toda a vida e a requalificação diante de novos ambientes	Coordenação do Fórum	Governo
Ambiente de trabalho		
Fomentar arranjos flexíveis para o trabalho e ganhar agilidade por plataformas digitais	Coordenação do Fórum	Setor privado
Promover a colaboração intersetorial e a parceria público-privada para a identificação e formação de talentos	Coordenação do Fórum	Governo Setor privado
Flexibilizar a regulação do trabalho, para incorporar novos requisitos e modalidades	Coordenação do Fórum	Governo
Integração regional		
Integrar mercados regionais em tecnologias chave	CEPAL	Governo Instituições multilaterais
Investimentos em P&D e inovação		
Priorizar investimentos em P&D local, para garantir independência de soluções de terceiros	Univ. St. Gallen	Governo Setor privado
Tratamento de dados		
Codificar princípios globais de privacidade e segurança que possam ser adotados localmente e criar padrões de	Mastercard	Governo Instituições multilaterais

Proposta	Origem	Aplicação
acesso, uso e compartilhamento de dados		
Assegurar condições competitivas para oferta de comunicação de dados de alto desempenho para aplicações corporativas	BT	Governo

O debate no Fórum manteve-se no nível conceitual e político característico do encontro, carecendo de melhor detalhamento das propostas. Algumas dessas recomendações são de implementação onerosa e desafiam os cânones estabelecidos para o sistema educacional e as políticas trabalhistas predominantes. Mais do que combater uma situação de desemprego estrutural estabelecida, apontam para iniciativas de médio prazo, que desafiem o *status quo* e assegurem novas formas de identificação de talentos e extensão do conhecimento necessário para lidar com os novos ambientes de trabalho.

O objetivo deste texto é resenhar o debate anterior ao encontro de Davos, para situar as questões levantadas no âmbito do evento e apontar sua adequação ao momento econômico, inclusive em países em desenvolvimento como o Brasil.

A agenda discutida em Davos 2016 deu ensejo a uma variedade de textos explicativos e declarações de autoridades, que podem ser recuperadas no site do Fórum Econômico Mundial na internet. Não nos aprofundaremos em sua enumeração e descrição, tendo em vista que, de um modo geral, tendem a ecoar os temas já enumerados nesta introdução. Nosso objetivo é o de confrontar as recomendações já explicitadas com a literatura preexistente. Inicialmente, a análise é contextualizada historicamente e em termos de sua dimensão mítica, o que desenvolveremos na seção 2. A seguir, na seção 3, apresentam-se os argumentos relacionados à relação econômica entre tecnologia e crescimento. Na seção 4, abordaremos o aspecto mais específicos dos efeitos da automação sobre o mercado de trabalho. A seguir, na seção 5, trataremos o problema de agregação de capital intelectual e da oferta de formação de recursos humanos. Na seção 6, trataremos do preço da atenção e da demanda por formação. Na seção 7, da viabilidade das sugestões apresentadas. Apresentam-se, enfim, as conclusões.

2. ORIGENS E DIMENSÃO MÍTICA DO DEBATE

Nos anos sessenta, com o surgimento dos primeiros recursos para automação da manufatura, havia entre muitos estudiosos a preocupação de que essa introdução de tecnologia no setor produtivo se tornasse deletéria ao trabalhador, com a extinção irreparável de postos de trabalho. Houve, de fato, um longo período de transição em que diversas

especialidades foram extintas e novas oportunidades profissionais surgiram. Eventuais episódios de desemprego observado em países desenvolvidos entre os anos sessenta e oitenta podem ter resultado desse fator estrutural, combinado com políticas públicas ineficazes de previdência e proteção do emprego (MORTENSEN e PISSARIDES, 1999).

No longo prazo, porém, os ganhos de produtividade alcançados com a automação industrial possibilitaram um aumento da produção mais do que proporcional ao crescimento da força de trabalho. Novas especializações surgiram. A expansão da riqueza viabilizou demandas por serviços que asseguraram a criação de empregos em setores não industriais, desde consultoria até turismo e entretenimento. Vivia-se, até a crise financeira global de 2008, uma situação próxima de pleno emprego em vários países, algo diametralmente oposto às aflições das décadas precedentes.

Também havia uma incerteza nos anos sessenta quanto aos efeitos sociais da computação. Muito se discutiu sobre as possíveis mudanças que o computador iria provocar em nossas vidas. Filmes de ficção como “2001: uma odisséia no espaço”, de Stanley Kubrick, ou “A geração de Proteu”, de Donald Cammel, ambos baseados em best-sellers de ficção científica, retratavam enormes computadores, dotados de inteligência, emoções e acesso a aparelhos e recursos que os tornavam quase superiores a seres humanos, embora amarrados aos seus ambientes físicos. Compreende-se a incerteza diante desse quadro: aparelhos desse tipo poderiam substituir pessoas nas fábricas e nos gabinetes de governo, impondo-nos uma ditadura da produção automática e da dualidade de seres na sociedade, máquinas versus homens. Em certa medida, uma reprodução subconsciente da divisão racial e da prepotência contra as minorias então predominantes nos países ocidentais.

Sabemos que nada disso aconteceu. Os avanços da inteligência artificial (IA) ficaram muito aquém das mais modestas expectativas. Só nos últimos anos, entrados no século XXI, conseguimos avançar de modo relevante na interpretação de linguagem natural e de voz, apenas um dos muitos elementos de uma inteligência próxima dos feitos humanos. HAL, o mítico computador de “2001”, era exímio jogador de xadrez. Mas a primeira vez em que um computador logrou vencer um campeão humano foi em 1997, quando Deep Blue, um supercomputador da IBM, venceu uma série de jogos contra o enxadrista russo Garry Kasparov. No entanto, naquela oportunidade, os engenheiros responsáveis mudaram a programação do computador por diversas vezes para melhorar suas decisões, recurso obviamente inacessível a um jogador humano e bem afastado dos prodígios de que o HAL da ficção era capaz. Nos últimos anos, porém, com investimentos de grande monta em áreas específicas, como por exemplo a fabricação de automóveis com recursos automáticos de estacionamento e deslocamento, criou-se uma expectativa de rápidos avanços na IA (GUIZZO, 2011; LUFKIN, 2016).

Por outro lado, os computadores se miniaturizaram e alcançaram uma potência de processamento impensável há algumas décadas. Um tablet que podia ser comprado

por 200 dólares em 2014 tem a velocidade de processamento de um supercomputador de vinte anos antes. Um pendrive que cabe em nossa mão e custa menos de 20 dólares tem uma capacidade de armazenamento de alguns gigabytes, superior à de qualquer disco rígido de vinte anos atrás, vendido então por um preço centenas ou milhares de vezes mais alto. Um adolescente que levasse seu smartphone à praia em um dia de verão de 2014 carregaria uma capacidade computacional maior do que a de todos os computadores da NASA somados, no ano em que a agência levou o homem à Lua, em 1969. Mas esta é usada, sobretudo, para lazer e para relacionamento: fotos, música, chat, acesso a redes sociais e por aí vai.

Os analistas de meio século atrás, em suma, mais erraram do que acertaram em suas previsões.

Outro seriado dos anos sessenta, “Os Jetsons”, apresentava uma visão benevolente do futuro. No desenho animado, papai Jetson sustentava o padrão de classe média alta de sua família com um emprego em que, único funcionário de uma fábrica, se dedicava a apertar um só botão de um painel de controle da indústria. Os dias se passavam com eventuais problemas na produção, que ele resolvia desligando e religando os robôs, graças a esse solitário botão que lhe fazia companhia.

O mundo dos Jetsons pouco se parece com o de hoje: no desenho animado, as pessoas deslocam-se em aerocarros semelhantes a discos voadores e vivem em casas instaladas sobre colunas, reproduzindo a estética futurista da época, bem diferente dos centros financeiros, dos subúrbios e dos favelões das cidades atuais.

Olhando hoje para esses episódios, constatamos que se referem a um futuro que não houve. Em lugar da monotonia de um emprego calmo e do tempo disponível para as lides familiares, vivemos em um mundo de intenso envolvimento com o trabalho. O debate da substituição do homem pela máquina estaria, então, enterrado, diante das evidências de que a automação trilhou caminhos distintos dos imaginados pelos escritores de ficção científica e pelos futurólogos da sociedade industrial dos anos sessenta. Nunca se precisou tanto de pessoas, e de pessoas preparadas, para lidar com um ambiente profissional sofisticado e intenso. No mundo atual há espaço para que mulheres e homens assumam papéis importantes no mercado de trabalho e na vida pública. A expectativa parece ser a oposta: a de que o progresso e a inovação, ao assegurar taxas crescentes de produtividade do trabalho, viabilizam uma criação de riqueza mais do que proporcional e demandam crescente envolvimento das pessoas, assegurando a participação do trabalhador em sua apropriação.

Há, no entanto, no discurso da “quarta revolução industrial”, a sugestão de uma combinação de mudanças em andamento no mercado de trabalho, todas decorrentes da tecnologia da informação, que poderiam solapar essa lógica, segundo o alerta de pessoas de notória influência, a exemplo de Klaus Schwab, diretor do Fórum Econômico Mundial, citado na

introdução (SCHWAB, 2016). Estamos, pois, em certa medida, promovendo uma volta ao debate de meio século atrás.

Tais conjecturas decorrem, em grande medida, de evidências anedóticas e reproduzem argumentos sugeridos há pelo menos duas décadas por vários analistas de cenários, como também pontuamos na introdução (GATES, 1995; KELLY, 1995; NEGROPONTE, 1996). Há, no entanto, registros de uma acumulação de episódios sugerindo que já estejam ocorrendo situações semelhantes às antecipadas por esses autores e que comentaremos mais adiante.

Por outro lado, o avanço do capitalismo nos séculos XIX e XX colocou em xeque as piores previsões malthusianas e relegou as reações ludistas ao limbo das curiosidades históricas³. As evidências dos últimos dois séculos mostram que a tecnologia tem sido capaz de oferecer alternativas de produção de alimentos, de substituição de matérias-primas, de diversificação de fontes de energia e de sintetização de novos materiais que superam com sobras as necessidades ditadas pelo aumento da população mundial e pela expansão da produção industrial. Da mesma forma, abre oportunidades de trabalho antes inexistentes e propicia aumento de renda agregada que alavanca o consumo e a popularização de bens e serviços antes considerados extravagantes.

O debate da superautomação ou, posto nos termos midiáticos mais recentemente utilizados, da “quarta revolução industrial”, não é portanto um debate novo, mas a reprodução de argumentos e conceitos periodicamente trazidos à luz diante de novos estágios da substituição de mão de obra por capital.

3. A RELAÇÃO DE LONGO PRAZO ENTRE AVANÇO TECNOLÓGICO E DESENVOLVIMENTO

Entre as premissas do debate conduzido no encontro de Davos 2016 sobre a “quarta revolução industrial” há uma premissa, que será mais vezes citada e ulteriormente detalhada neste texto, de que um efeito da tecnologia será a redução de postos de trabalho. Uma primeira abordagem dessa questão é o exame, no longo prazo, de como a economia se ajusta ao avanço tecnológico.

A mensagem dos modelos de equilíbrio macroeconômico

Na teoria neoclássica do crescimento econômico, o avanço da tecnologia ocupa um papel central. De um modo geral, admite-se que uma economia fechada requeira que

³ Os ludistas eram grupos armados, formados por artesãos, que reagiam com violência à instalação de teares mecânicos nas manufaturas por volta de 1800. O nome do movimento deriva do codinome Ned Ludd, atribuído a um de seus ativistas. Ludismo passou a ser um termo associado genericamente a posturas de resistência à inovação tecnológica.

haja avanço tecnológico para que possa existir uma expansão da produção no longo prazo. Sem esse motor da produção, a economia converge a um estado estacionário, em que o estoque de capital e o nível de consumo tendem a se estabilizar; o crescimento decorrente de outros processos será efêmero e os indicadores, eventualmente alavancados por decisões governamentais ou inovações financeiras, tenderão a refluir após certo tempo.

Vários dos modelos usualmente adotados para elaborar esses argumentos baseiam-se em processos de produção agregados, em que há dois fatores de produção considerados, capital e trabalho. A formulação mais simples é construída levando em conta o montante de capital per capita do país. A economia é fechada, produz um único bem numerário⁴ e não há considerações a respeito de comércio exterior ou fluxo transfronteiras de bens, serviços ou fatores⁵.

Em geral, assume-se a existência de um agente representativo que obtém uma utilidade do seu consumo. Seu problema é tratado pressupondo que este, antecipando o fluxo futuro de utilidade ou bem-estar, busque maximizar seu valor presente. Portanto, sua decisão é afetada por uma taxa de desconto intertemporal que quantifica sua impaciência ou sua percepção de risco. Busca-se, nesses modelos, uma solução simétrica, em que todos os agentes, sendo idênticos, tomem idênticas decisões.

Quanto à questão da produção do bem numerário, considera-se uma produção agregada que deverá gerar o suficiente para atender o consumo e prover o investimento, ou seja, a acumulação de capital, cobrindo inclusive sua depreciação⁶. Esse processo é descrito usualmente por uma função de produção.

Relevando as technicalidades de cada modelo, há geralmente uma trajetória de longo prazo que leva a economia a convergir a um estado estacionário. Esse comportamento, cuja discussão remetemos à literatura que trata de cada modelo em particular, sugere que, mesmo se partirmos de valores de consumo e estoque de capital per capita mais elevados que os do equilíbrio de longo prazo, a escolha da trajetória que maximiza a utilidade do agente levará a economia a convergir a esses valores de longo prazo. Em outras palavras, a economia se ajusta, mesmo que esse ajuste implique em decréscimo do produto e da renda, e não necessariamente em sua elevação.

⁴ O bem numerário é uma mercadoria única produzida pela economia modelada que serve, simultaneamente, como bem de consumo e como unidade monetária.

⁵ Embora essa consideração possa parecer forte se considerarmos a sociedade global em que vivemos, na realidade uma parcela grande das economias nacionais decorre de transações internas. Países como EUA ou Brasil, apesar da intensa atividade de comércio internacional, têm uma relação entre fluxo de comércio e PIB da ordem de 18 e 24%, respectivamente (SILVA, 2006: 58).

⁶ Um exemplo bastante imediato das construções lógicas que fundamentam esses argumentos é dado pelo modelo de Ramsey, cuja descrição simplificada pode ser encontrada nos manuais de macroeconomia, por exemplo em Blanchard e Fischer (1989: 38-40). Esse mesmo livro texto estende-se no desenvolvimento de outros modelos de equilíbrio geral e em aspectos mais detalhados de macroeconomia que exploramos igualmente neste artigo.

Esses modelos tendem, portanto, a colocar um véu de suspeição sobre políticas de fomento do lado da demanda. Uma pressão para elevar o consumo ou a dotação de capital (a exemplo dos subsídios ao crédito praticados em anos recentes) apenas cria um inchaço temporário da economia, que eventualmente irá refluir.

É importante frisar que os modelos neoclássicos de longo prazo são intrinsecamente modelos de plena substituíbilidade e pleno uso dos fatores, o que resulta em pleno emprego e pleno uso do capital. Ressalvada essa consideração, é interessante destacar alguns pontos relevantes para o debate aqui empreendido.

Efeitos de parâmetros dos modelos

O equilíbrio de longo prazo independe em geral de preferências do consumidor. Estas afetam o formato da trajetória ótima da economia no rumo do equilíbrio mas, no longo prazo, explica-se o comportamento da economia apenas com o lado da produção e do aumento inercial dos fatores: função de produção, taxa de depreciação do capital, taxa de crescimento da população e taxa de desconto intertemporal do agente representativo.

Em modelos de numerário, esses parâmetros são fixados *ex ante*, mas no mundo real têm variação reconhecível. A taxa de crescimento da população tende a cair com a melhoria de educação da população, períodos de paz prolongados e o acesso a padrões de vida e de consumo de classe média, o que elevaria capital e consumo per capita de longo prazo⁷. A taxa de depreciação representa a parcela do investimento que é destinada à reposição de capital desvalorizado e se relaciona à depreciação física do estoque de capital, sendo usualmente afetada por aspectos gerais de qualidade do investimento físico. A taxa de desconto intertemporal representa, enfim, uma estimativa de impaciência do agente representativo, ou seja, do desconto dado para trazer ao valor presente o fluxo de bem estar percebido na trajetória futura da economia. Tem acentuada fundamentação cultural e institucional.

Já a função de produção relaciona, a cada instante ou período (dependendo da construção de modelo adotada), o capital e o trabalho aplicados para se chegar a um determinado produto. A razão entre o montante de fatores aplicado e o produto alcançado, seja em termos totais ou per capita, representa a produtividade. A relação matemática estabelecida pela função de produção está condicionada pelos pressupostos de tecnologia assumidos.

Há usualmente dois tipos de tratamento da tecnologia nessas funções: mudanças que afetam a produtividade total dos fatores, fazendo com que uma mesma aplicação

⁷ Trata-se de um comportamento oposto ao que o sentido comum sugere, de que maior crescimento da população seja fator de maior crescimento econômico. A mensagem é a de que uma menor taxa de crescimento da força de trabalho assegura que menos esforço de produção seja destinado a preservar a dotação de capital per capita, sendo o produto revertido em crescimento efetivo da renda. Por outros motivos de natureza demográfica, não considerados nesses modelos, há um desejo de que a parcela da população em idade adequada para ser economicamente ativa seja proporcionalmente a maior possível, condição conhecida como janela demográfica.

de capital e trabalho resulte em maior produto, e mudanças que afetam a relação entre fatores, fazendo com que a agregação de capital se torne mais eficaz do que a agregação de trabalho. A automação, em particular, refere-se a esse último caso.

Nos modelos de desenvolvimento, ambas as intervenções resultam em aumento da dotação de capital e do nível de consumo no longo prazo. Portanto, seria aparentemente indiferente o tratamento dado. No entanto, veremos na próxima seção que há implicações adicionais a serem consideradas.

Sumário: a visão de longo prazo

Interessa por ora destacar que a mensagem desses modelos, em suma, é a de que, no longo prazo, uma melhor tecnologia e uma redução da taxa de crescimento da população são os fatores mais relevantes de crescimento econômico em uma economia fechada. E dois aspectos de tecnologia são significativos: a agregação de esforços de aumento da eficiência combinada dos fatores e a maior relevância do capital na produção. Ou seja, enquanto a produtividade crescer, estaremos bem. Além disso, uma melhor qualidade e durabilidade do investimento físico e uma maior disciplina ou paciência do consumidor, valorizando o consumo no futuro, seriam outros fatores de elevação do capital e do consumo per capita de longo prazo. Mas, havendo pleno uso dos fatores, não se configura no longo prazo uma situação de desemprego estrutural.

Para estender esse debate, justificando a possibilidade de desemprego estrutural no curto prazo, novos argumentos devem ser trazidos, o que faremos nas próximas seções. Iniciaremos a seguir essa ampliação do debate, com o problema do mercado de trabalho e os efeitos da automação.

4. MERCADO DE TRABALHO E SUPERAUTOMAÇÃO: A VISÃO DE CURTO PRAZO

Para compreender os aspectos de curto prazo é preciso considerar as circunstâncias que tornam mais rígida a reação econômica à introdução de inovações. Devemos olhar como esta afeta o ambiente das empresas e as decisões de alocação de fatores.

Automação e a estrutura de oferta de bens e serviços

A oferta de novos bens e serviços e a melhoria na relação entre preços e qualidade das mercadorias são a face visível da incorporação de tecnologia à produção. O público usualmente não vê os ganhos de produtividade decorrentes, no dia a dia, de melhorias nos processos industriais e gerenciais que fazem com que uma empresa opere com maior eficiência e com que toda uma cadeia de operações transforme matéria bruta em mercadorias e leve esses produtos ao mercado de atacado e de varejo, até chegar ao consumidor final.

Em cada passo desse longo processo de produção de materiais, de manufatura e de serviços há vários fatores e restrições significativos que afetam a produtividade e que podem ser beneficiados com a incorporação de tecnologia. Um modo convencional de classificá-los e descrevê-los é partir de categorias que, em língua inglesa, têm seus nomes iniciados pela letra “m”, o que tem um caráter mnemônico interessante: *machinery, manpower, money, methods, materials, management*.

A tecnologia afeta todos esses aspectos e pode contribuir para ganhos de produtividade através de vários canais. A organização das atividades para uma execução ordenada de tarefas, explorando a especialização dos profissionais envolvidos, eleva a produtividade. O treinamento de um operário, viabilizando seu melhor desempenho, representa uma forma de qualificação que também aumenta a produtividade. A melhoria na seleção dos insumos e a qualificação de fornecedores reduz o retrabalho e eleva a produtividade. Até a simplificação na contabilidade e no recolhimento de impostos sobre a produção, barateando sua administração e viabilizando seu tratamento automático, é mais um exemplo de canal para o ganho de produtividade.

Os ganhos mais dramáticos de produtividade, porém, são alcançados graças à incorporação de operações e decisões aos equipamentos, o que chamamos genericamente de automação, típica do ciclo que se iniciou há setenta anos, conhecido como “terceira revolução industrial” ou “revolução da tecnologia da informação (TI)” (DIAS et al., 2014: 56). Esta ocorre em todos os setores e resulta do refinamento no tratamento de dados e da eliminação de manipulação humana. Seus principais benefícios decorrem da economia de tempo e dos ganhos de precisão na execução de tarefas, da redução de custos de mão de obra e do redesenho dos processos industriais e de negócios, graças às alternativas de reorganização que propicia (HAMMER e CHAMPY, 2003).

Houve saltos importantes da automação nos anos 1950, com o uso de computadores nas atividades administrativas, gerenciais e de tratamento de dados, nos anos 1970, com a incorporação da robótica ao chão de fábrica nas indústrias de grande porte, e nos anos 1990, com a expansão da internet e a integração entre fornecedores e clientes em todas as etapas

da cadeia produtiva, até o consumidor final. Em todos esses estágios, ao final do ciclo de maturação da tecnologia envolvida, os ganhos de produtividade resultaram, no agregado, em ganhos de renda e expansão do emprego. A máquina incorporou “conhecimento” e “capacidade decisória” típicos dos humanos graças ao software, mas outros ramos de atividades se expandiram e demandaram mais pessoas do que as que foram substituídas pela automação.

Superautomação e demanda por trabalho

Há sinais de que a automação esteja alcançando um novo patamar de aplicação, uma “superautomação”, decorrente da combinação de três avanços: a inteligência artificial, com a incorporação de mecanismos decisórios mais sofisticados às máquinas, a conectividade estendida ao universo de equipamentos e facilidades, com comunicação direta entre dispositivos (“internet das coisas”) e a capacidade de tratamento de grandes volumes de dados, permitindo inferências que escapam às pessoas (“big data”) (DIAS et al., 2014: 55). Essa circunstância poderia resultar em uma contração no mercado de trabalho, possibilidade que foi aventada, por exemplo, em editorial da revista *Scientific American*, no qual se especula que novas soluções de automação poderão eliminar ou reduzir a importância de cerca de 700 denominações profissionais, incluindo bancários, analistas de negócios ou criadores de animais, atingindo 47% dos postos de trabalho hoje disponíveis nos EUA (SCIENTIFIC AMERICAN, 2014). Entre estas, um amplo rol de atividades de baixa qualificação, suscetíveis de automação (FREY e OSBORNE, 2013). Quando o debate chegou, em 2016, ao Fórum Econômico Mundial, estimava uma perda líquida de cinco milhões de empregos entre 2015 e 2020, em países selecionados, em decorrência de mudanças estruturais no mercado de trabalho (FEM, 2016).

Para examinar a hipótese de contração da demanda por trabalho, além de considerar que esses avanços extinguirão profissões hoje existentes e criarão novas denominações profissionais, com atribuições distintas, o que conduz a um debate sobre o balanceamento dessas tendências, é necessário avaliar, em termos mais gerais, as condições para a expansão ou contração de empregos. Para isso, é preciso compreender (a) em que circunstâncias uma inovação pode resultar em redução de salários ou em corte de postos de trabalho e (b) por que nesses casos a economia tenderia a se ajustar pela redução de empregos.

Veja, em primeiro lugar, que o avanço de tecnologia decorrente da automação poderá eventualmente resultar em uma redução da taxa de salários em contraponto a um aumento da taxa de juros, dentro de certos limites. Isto pode ocorrer porque a automação incorpora aos bens de capital e aos serviços automatizados (equipamentos, instalações, software em geral) a capacidade de execução de tarefas e de tomada de decisões antes executadas por intermédio de trabalhadores. E o faz ao ponto em que a incorporação de capital torna-se mais eficaz do que a incorporação de trabalho para aumentar a produção.

Desse modo, para as empresas, poderá ser mais desejável agregar mais capital à produção do que agregar mais trabalhadores e, no agregado da economia, a demanda por

capital poderá ser mais intensa do que a demanda por trabalho. Assim, a um estoque dado de capital e trabalho, a taxa de salários pode, eventualmente, cair. O empregado, em suma, teria motivos para temer a automação. A incorporação da automação, em um mercado puramente competitivo, pode em certos casos induzir uma queda de salários, a depender das condições técnicas de produção⁸.

Essa redução salarial, porém, não se verifica na prática. O que se constata, em certas circunstâncias, é uma elevação do desemprego. Se, em teoria, a mudança provocada pela tecnologia poderia ser ajustada pela manutenção do pleno emprego a salários mais baixos e todos os setores, atraídos por trabalhadores menos caros, buscariam tornar eficiente a combinação de capital e trabalho, por que isto não ocorre, ou seja por que o salário se mantém?

Isto não é observado de forma consistente por vários motivos, que podemos agregar em dois grandes conjuntos. Por um lado, há situações em que a inovação termina por elevar a disponibilidade de empregos, seja porque o aumento da produtividade compensa o menor uso relativo do fator, seja porque a inovação tem aplicação em setores bem delimitados da economia e seus efeitos são compensados pelo aumento da demanda por trabalho em outros setores, decorrentes do aumento de renda agregada e do nível de consumo estimulado pela inovação. Assim, o nível dos salários é preservado nesses casos. Por outro lado, mesmo quando há queda relativa de demanda por trabalho, há razões institucionais específicas que sustentam os salários, como as pressões sobre o governo por proteção do mercado de trabalho e uma ampla negociação social que preserva o nível dos salários nominais. O ajuste, quando inevitável, dá-se nesses casos pela redução na quantidade de postos de trabalho, ou seja, pelo desemprego.

Em relação ao nível salarial, há indicadores que sugerem que em economias desenvolvidas os salários reais não aumentam, apesar do extensivo avanço tecnológico e do aumento do bem-estar aparente. Textos de divulgação exploram bastante esse aspecto. Por exemplo, um registro publicado na revista *Wired* aponta que os salários permaneceram relativamente estáveis nos EUA nos últimos trinta anos. O salário médio de um profissional de vendas ou serviços situa-se hoje, segundo é apontado na reportagem, por volta de 25 mil dólares ao ano, subindo para 35 mil no caso de posições administrativas ou de manufatura e para 50 mil quando se trata de engenheiros e cientistas. A matéria aponta, também, que a demanda por profissionais de elevada qualificação subiu de 4% da força de trabalho nos primórdios da computação para apenas 7% nos dias de hoje, colocando em questão o argumento usual de que empregos pouco qualificados são substituídos por empregos qualificados em nível equivalente dentro de cada setor. Na realidade, pode estar ocorrendo algo diferente: empregos pouco qualificados são substituídos por outros postos igualmente pouco qualificados em outros setores.

⁸ Tecnicamente, isto depende da forma assumida para a função de produção, em dois aspectos. Um destes é a suposição de algum grau de correspondência entre os níveis dos fatores. Outro é a elasticidade do produto em relação a cada um dos fatores.

O artigo sugere, também, que conjunturalmente foram observadas quedas nos níveis salariais após o 11 de setembro e a crise global de 2008, não tendo sido recompostas desde então (WIRED, 2014).

No contexto do agregado da economia, a extensão dos efeitos da tecnologia se faria sentir se estivéssemos tratando de uma inovação tecnológica que afetasse todos os setores e atividades. Tecnologias que afetem apenas alguns processos (como a biotecnologia, que exerceu influência determinante no setor farmacêutico, na química fina ou no agronegócio, mas não afetou os serviços em geral) abrem oportunidades de realocação de pessoas em outros setores. Mas um avanço da automação que afete a economia em geral (o que é refletido pelos modelos de numerário comentados na seção anterior) efetivamente poderá induzir uma mudança da taxa de salários, dentro dos limites anteriormente mencionados. O uso da tecnologia da informação recai precisamente nesse caso.

No entanto, é preciso destacar mais uma vez que essa discussão não deve ser tratada no contexto do pleno uso dos fatores, válido para o longo prazo. Sabemos que o mercado real é mais complexo do que um modelo de mercado perfeitamente competitivo, em que os agentes são tomadores de preços e logram antever o comportamento da remuneração dos fatores ao longo do tempo. E esse é o contexto do segundo conjunto de motivos anteriormente colocado.

No caso do mercado de trabalho real, há fontes de incerteza que podem induzir rigidez nas relações entre empregadores e empregados, sustentando o nível de salários. Da parte do empregado, existe a incerteza da manutenção do emprego, que está sujeita à decisão autárquica do empregador e às condições de mercado. Em períodos de recessão ou diante de situações em que seja adotada uma nova tecnologia para a qual esteja despreparado, teme por sua empregabilidade. Da parte do empregador, a perda do empregado tem um custo administrativo e implica na perda do conhecimento que este agregou acerca da empresa e de suas operações. Em períodos recessivos, a empresa tende a postergar demissões por algum tempo para garantir a preservação do investimento em capital humano, optando inicialmente por ações protelatórias como férias coletivas ou redução de jornada, que agregam rigidez à dinâmica do mercado de trabalho. Haverá um momento, porém, em que os cortes se mostrarão inevitáveis, ou nos salários, ou no número de postos de trabalho.

Superautomação como choque tecnológico

Essas incertezas são agravadas por um aspecto recorrente da inovação tecnológica: chega rapidamente e transforma a vida das pessoas em um tempo muito curto. Trata-se, em suma, de um choque tecnológico. Em termos de dinâmica econômica, a questão crucial é a

de que, no momento em que haja um choque tecnológico não antecipado, haverá um efeito sobre a remuneração dos fatores e a trajetória da economia⁹.

O empregado, nesse contexto, é avesso ao risco, pois a situação de desemprego é emocionalmente desgastante e há uma possibilidade de que ele sofra um achatamento do salário ou não consiga outra colocação em condições equiparáveis. A empresa, de sua parte, é neutra ao risco, pois tem mecanismos de proteção contra uma situação de crise, podendo contratar seguros de diversas modalidades e ajustar seu processo produtivo e seu plano de negócios a uma nova conjuntura. As instituições (governo, sindicatos, partidos políticos, etc.) tendem por sua vez a se posicionar diante de uma situação de demissões apoiando ações em benefício da categoria profissional atingida, para neutralizar o desgaste político correspondente, o que resulta em políticas anticíclicas que enrijecem os níveis de salários.

Isso abre uma oportunidade para que a empresa ou as instituições ofereçam mecanismos contratuais ou legais de proteção ao trabalhador. Alguns serão temporários, tais como postergação de demissões, seguro desemprego ou negociação de quotas de demissões. Outros serão institucionais, como garantia legal de não redutibilidade de salários, estabilidade no emprego, pecúlios e fundos de garantia, compensações por perdas pecuniárias, etc.

O efeito mais relevante dessas garantias é a preservação dos níveis salariais nominais praticados. Desse modo, sendo inviável ou limitada a negociação de reduções na remuneração, o ajuste de curto prazo da economia acaba se dando pela redução de postos de trabalho e pelo aumento de exigências sobre o trabalhador que preserva seu emprego.

Em situações de crise, a redução de postos de trabalho é agravada, ainda, pela incerteza sobre as expectativas da evolução da economia. Os agentes se vêem incapazes de formular uma visão antecipada do comportamento de preços, salários e juros, pois a crise estabelece uma ruptura dos cânones adotados para estimar, ex-ante, a evolução dos indicadores econômicos. As empresas tornam-se particularmente precauionais em suas decisões, postergando contratações, mesmo quando o processo de aprendizado diante da inovação tecnológica estiver completo. Desse modo, uma mudança tecnológica, que é vista, em geral, como benéfica, pode ter em certos casos um efeito deletério sobre o emprego.

⁹ A tecnologia da informação traz em si, efetivamente, essa possibilidade de estender a automação a todas as atividades, particularmente após a consolidação da internet comercial nas últimas duas décadas. E as evidências anedóticas desse processo se reproduzem continuamente. Observe-se na última década, por exemplo, o reposicionamento do nível de empregos e a redução de salários em todos os serviços de informação (imprensa, radiodifusão, mercado editorial, fornecimento de bases de dados, consultoria, relações internas nas empresas, publicidade, etc.) decorrentes da expansão das redes sociais em geral. Mudanças repentinas e abrangentes, como as que ocorrem pelo lançamento de produtos inovadores, como foi o caso do smartphone e do tablet, ou pela expansão de serviços, como foi o caso do twitter, afetaram em um tempo muito curto a organização do mercado e os hábitos e práticas da população.

Um aspecto importante a observar, porém, é o de que este é um processo temporário: no longo prazo, a remuneração real dos fatores conduziria novamente a sociedade ao pleno emprego, em um novo patamar de produção. Porém, o ajuste pode ter efeitos dinâmicos variados e bastante prolongados, configurando uma situação de desemprego crônico até seu desenlace. Em certos casos, após uma queda inicial dos postos de trabalho disponíveis, poderá ocorrer um gradual alinhamento do mercado de trabalho, até que um novo patamar de emprego e de taxa de salários real seja alcançado, eventualmente em situação melhor ou pior do que a existente antes do choque, em vista do acréscimo de produtividade decorrente da inovação e da mudança da relação entre fatores de produção. Em outros casos, alternâncias de expansões e contrações dos indicadores poderão ocorrer, até que o patamar anteriormente mencionado seja alcançado.

5. AGREGAÇÃO DE CAPITAL INTELECTUAL, OFERTA DE FORMAÇÃO E O AVANÇO DA IA

A automação traz consigo uma demanda por especializações antes inexistentes. Se, por um lado, pode até diminuir a taxa de salários agregada, por outro lado abre oportunidades de diferenciação entre profissionais e o acesso a remuneração privilegiada. Os números do Fórum Econômico Mundial apontam a criação de dois milhões de postos de trabalho decorrentes de mudanças tecnológicas nos próximos cinco anos¹⁰ (FEM, 2016).

Do ponto de vista da economia, a tecnologia não é incorporada apenas pelo canal da sua agregação ao capital (embora este seja o canal mais vigoroso de elevação da produtividade), mas também às pessoas, materiais e procedimentos em geral, os seis emes mencionados na seção anterior. Novos bens de capital demandam novos insumos e novas qualificações das pessoas que os operam ou manipulam. Enquanto o casamento entre os vários fatores de produção não atinge a maturidade, os benefícios da tecnologia são parciais. Ao capital físico devem corresponder capital humano e capital organizacional, em quantidades e natureza adequadas¹¹.

Capital humano tem um sentido de qualificação geral da força de trabalho e de agregação de conhecimento e habilidades inovadoras às pessoas. A formação de

¹⁰ Esse número de novos postos de trabalhos tecnológicos é insuficiente, na avaliação do Fórum, para compensar a perda de postos de trabalho convencionais extintos, a maior parte no segmento de empregos administrativos ou de “colarinho branco”, estimando-se, ao final do período, o déficit mencionado na seção 4.

¹¹ Esse é mais um aspecto que diferencia o curto e o longo prazo. No curto prazo, há uma proporcionalidade no uso de fatores, pois não há como se agregar indefinidamente pessoas a uma máquina ou a uma mesa de escritório, ou no extremo oposto fazer com que móveis e equipamentos produzam por si mesmos; os fatores não são substituíveis entre si. Já no longo prazo, essa substituíbilidade ocorre porque as empresas investem em inovação trocando equipamentos, as pessoas mudam de emprego e de setor, algumas modalidades de negócios se expandem enquanto outras se contraem, dotando a economia de uma flexibilidade que no curto prazo não se observa (PIKETTY, 2015: 36-39).

contingentes de profissionais qualificados deve acompanhar a incorporação de tecnologia ao processo produtivo. No entanto, se a qualificação escolar e profissional é desejável para toda a população, o acesso aos postos de elevada especialização é para poucos. Embora se diga popularmente que a realização de atividades de alto nível dependa de 10% de talento e 90% de esforço, as qualidades inatas são indispensáveis e diferenciam, especialmente nos estágios iniciais de incorporação de inovações, aqueles que serão mais bem-sucedidos nessas tarefas. É o mundo dos talentos escassos.

A escassez de mão de obra especializada, ou seja, de pessoas em número suficiente para operar ambientes fabris ou de serviços a cada dia mais sofisticados, envolve duas considerações distintas. Em primeiro lugar, pode ser afetada por um crescimento insuficiente da parcela economicamente ativa da população. Em segundo lugar, pelo custo para equipar as pessoas com conhecimentos e adestramento suficientes para lidar com novas tarefas, seja em termos pecuniários, seja em termos do tempo mais prolongado de preparação.

Escassez de talentos

O primeiro gargalo citado entra em aparente conflito com um dos resultados básicos dos modelos de crescimento convencionais, discutido na seção 3 deste texto: considerando o agregado da economia, uma taxa de crescimento mais baixa da população garantiria menor esforço em preservar a dotação per capita de capital, sendo portanto um fator benéfico ao crescimento de longo prazo.

No entanto, no curto prazo, a adoção de um avanço esbarra em restrições e em limitações de caráter prático que induzem um choque na economia, como discutimos na seção anterior. Deter um número suficiente de pessoas dotadas de talento natural e de um nível de educação básica de boa qualidade, que possam rapidamente ser qualificadas ou adaptar-se de modo autônomo à inovação, é uma inegável vantagem. Uma sociedade afluyente, que já esteja enfrentando um período prolongado com baixas taxas de crescimento populacional e tenha uma distribuição demográfica desfavorável, com parcelas elevadas de pessoas em processo de aposentadoria, terá mais dificuldades em suprir talentos escassos.

Uma solução usualmente adotada é a da imigração seletiva. Economias desenvolvidas necessitam de um investimento constante na formação de capital humano próprio e dispõem de uma estrutura de ensino técnico ou superior de excelência. Essa mesma estrutura poderá ser adequada para que atraia pessoas qualificadas de outros países, desejosas de engajar-se em formação adicional e incorporar-se posteriormente à economia local. E complementa-se esse mecanismo com formas de prospecção e seleção de talentos em nível internacional.

Em países em desenvolvimento, esse primeiro gargalo se expressa de outro modo. A fragilidade do sistema básico de ensino ou sua oferta a uma pequena parcela da população limitam a disponibilidade de um contingente de pessoas sobre as quais se possa criar

uma expectativa de identificação de talentos. Situação agravada, em muitos casos, por uma estrutura de ensino superior menos avançada do que a dos países desenvolvidos.

Descompasso entre superautomação e estrutura de treinamento

O segundo gargalo citado é o do custo e do tempo para que novos quadros sejam formados. Na medida em que os profissionais jovens devam adequar-se a ambientes fabris e comerciais intensivos em tecnologia, terão que dominar novas modalidades de interação com equipamentos os mais diversos. Parte dessa expertise é desenvolvida desde a infância, graças à crescente convivência com computadores, tablets, jogos eletrônicos e redes sociais. No entanto, há uma distinção entre o uso habitual, de consumo, em que as escolhas do usuário não têm efeitos relevantes e podem de qualquer modo ser revistas, e o uso profissional, em que as decisões tomadas têm resultados significativos, muitas vezes definitivos. A complexidade da tecnologia não se limita a impor uma intimidade com as interfaces adotadas, mas demanda em muitos casos uma compreensão bastante precisa de todos os processos disparados a partir de uma decisão.

Que esse rol de conhecimentos seja multidisciplinar, *ça va sans dire*. A questão maior é a de que essa capacidade de identificar, compreender e trabalhar as camadas de procedimentos mascaradas pela ergonomia das interfaces demanda qualificações extensas e um domínio apropriado de modos de pensar e analisar situações que envolvem grande complexidade. Isto decorre de dois desafios emergentes: (a) a diversidade de informações disponíveis traz ao processo decisório uma combinação de fatores à qual a pessoa não está habituada; (b) a interação direta entre máquinas ou ambientes, sem intervenção do operador, estende as implicações do processo a situações que não são prontamente reconhecíveis.

O primeiro desafio coincide com o que chamamos de “*big data*”, um termo provavelmente ruim, pois pode dar lugar a uma variedade de interpretações. O importante é apontar que estamos lidando com dados de um modo diferente. É o uso de dados não estruturados, continuamente criados ou detectados, oriundos de fontes variadas, disponíveis em uma variedade de formatos e que se tornam relevantes em determinado contexto. Muitos desses dados são gerados pelo monitoramento de processos, equipamentos ou pessoas, eventualmente com evidências indiretas e até sem o conhecimento do interessado¹².

¹² Por exemplo, todos nós estamos gerando informações sobre nós mesmos, sem nosso conhecimento ou autorização, decorrentes da localização geográfica obtida por um GPS de celular, do endereçamento de mensagens eletrônicas, de decisões de compras pela internet, da aceitação de contato ou amizade em redes sociais, da nossa imagem capturada em câmeras públicas e assim por diante. Essas informações, quando cruzadas, podem sugerir perfis a nosso respeito que sequer seríamos capazes de imaginar e que podem orientar avaliações de comportamento em entrevistas de emprego, ofertas de produtos e serviços, presença em listas de sugestões de redes sociais, análise de risco de seguros, e assim por diante.

Os volumes de dados a examinar podem ser de fato enormes, como sugere o termo big data, mas a verdadeira dificuldade se dá em outras dimensões: como lidar com dados heterogêneos ou relações que as pessoas não são capazes de ver sozinhas e como estruturar rapidamente sua descrição e sua análise. Em vários casos, não se trata de estabelecer correlações relevantes entre dados, mas de identificar relações fracas, que orientem iniciativas que possam ser “interessantes”. Em outras palavras, é preciso criar dados, desenterrar dados e experimentar com eles. E isto requer uma postura investigativa e um talento para lidar com instrumental específico e compreender sua utilidade e seu alcance (DAVENPORT, 2014: 70-73).

Já o segundo desafio, a interação direta entre máquinas e ambientes, a “internet das coisas”, torna possível a execução automática de ajustes ou de decisões sem intervenção de uma pessoa. Essa concepção do bem de capital cuja aplicação independe das pessoas possibilita a estruturação de grandes processos de supervisão de atividades as mais variadas, podendo envolver milhares de equipamentos e pontos de sensoriamento. É humanamente impossível deter um acompanhamento de tudo, mas é possível formar um quadro agregado do conjunto de processos que dão retaguarda a uma decisão. Esta deve ser tomada levando em conta descrições macroscópicas e alguns processos críticos selecionados.

A visão agregada desses ambientes complexos e o exame das implicações que oferecem podem ser apoiados na incorporação de técnicas de inteligência artificial. Desse modo, um número grande de variáveis pode ser levado em consideração e as alternativas decisórias podem ser avaliadas em uma fração do tempo da tomada de decisão humana. A solução seria, pois, semelhante à adotada para os modernos aviões de grande porte com tecnologia fly by wire: a aviônica cuida do aparelho e as decisões do piloto se dão a um nível macroscópico. Em termos comparativos, poucas pessoas altamente qualificadas lidariam com instalações fabris extensas. A imagem do papai Jetson do seriado de TV, gerente de um botão, é uma caricatura que iria finalmente refletir uma realidade.

Essas qualificações podem perfeitamente ser incorporadas às pessoas. De fato, as interfaces dos processos de gestão e de execução de tarefas avançam na medida das necessidades de supervisão humana. E os processos de ensino-aprendizagem também avançam, com a incorporação de modalidades de educação a distância, de simulação e de desenho instrucional que complementam, substituem ou redirecionam as técnicas preexistentes. Novas ferramentas estão incorporando diferentes perspectivas de aprendizado, maior foco no desenvolvimento de habilidades no treinando e o uso de inteligência artificial para tornar o processo de adestramento adaptativo (GUSTAFSON, 2002: 65). No entanto, há uma defasagem a ser superada entre o surgimento da tecnologia, sua incorporação aos processos de trabalho e seu tratamento na formação de capital humano.

O platô na agregação de capital intelectual, em suma, não corresponde a uma incapacidade humana diante da variedade e da complexidade dos processos sob supervisão.

A própria tecnologia oferece, junto com a visão expandida dos problemas, os instrumentos para que estes sejam tratáveis. Decorre de uma limitação na formação de quadros, associada a limites impostos pela didática ou por deficiências da estrutura de ensino e treinamento, que deve ainda evoluir. É resultado, também, de limites na quantidade de quadros disponíveis, seja por questões demográficas, seja pelo retardo em entrar no mercado imposto por um período de formação mais longo.

Nesse contexto, algumas das recomendações do Fórum são apropriadas e devem ser entendidas em seu alcance mais amplo: inovar no planejamento do capital humano e na gestão de talentos, promover a participação das empresas na formação de profissionais e no desenvolvimento de talentos, reforçar a diversidade de talentos e compreender as demandas do ambiente de trabalho, revisar os currículos de formação pós-secundária, repensar sistemas educacionais, privilegiando o conteúdo educacional em lugar dos requisitos de certificação.

Um agravante, porém, é a falsa expectativa criada pelo domínio superficial dos novos ambientes de interação e o escasso incentivo a empreender um esforço pessoal e persistente de formação técnica. Em outras palavras, não basta a identificação de talentos e a oferta de formação de que acabamos de tratar. É preciso que haja demanda, ou seja, que as pessoas queiram empreender um esforço de educação. Abordaremos a seguir este ponto.

6. O PREÇO DA ATENÇÃO E A DEMANDA POR FORMAÇÃO

Há, evidentemente, a necessidade de que os novos ambientes gerem estímulos para que as pessoas se sintam atraídas a novas atividades, o que de um modo geral parece estar de fato ocorrendo. As pessoas gostam de computadores, de tablets, de smartphones, de redes sociais, de blogs. Em casos pontuais, viciam-se em seu uso (GRIFFITHS, 2004).

Capital humano e uberização do trabalho

A combinação de tecnologias de TI gera também uma expectativa de que se abram oportunidades excepcionais àqueles que tenham um domínio geral das suas interfaces e dos seus ambientes. Desse modo, estimula uma atitude empreendedora e uma revisão das relações tradicionais entre empresa e empregado ou entre fornecedor e cliente, o que tem por certo elementos positivos. Em decorrência disso, há um extenso debate sobre o gap digital e sobre as desvantagens que inevitavelmente afetariam aqueles que não tivessem acesso à internet, em termos de informação, de oportunidades profissionais e de consumo. Mas acumulam-se as evidências de que um número elevado de pessoas vem migrando de ambientes de trabalho tradicionais para atividades que usam intensivamente as interfaces de comunicação mais atuais, persistindo, no entanto, em atividades assemelhadas às que já realizavam. Em suma, uma “uberização” do trabalho.

Os dados a respeito de um crescimento de atividades autônomas ou de empreendedorismo são controversos, mas parece estar ocorrendo um aumento de trabalhadores não assalariados, ou seja, sem vínculo de emprego, desde a virada do século, tendo crescido 10% na França, 38% no Reino Unido e 50% nos EUA, principalmente no setor de serviços. Muitos desses profissionais exploram com sucesso as oportunidades e nichos criados pela universalização dos espaços virtuais e combinam com sagacidade competências tradicionais e conhecimento de redes sociais e do mercado distribuído (L'EXPANSION, 2015: 26-27).

Por outro lado, a “uberização” da oferta de serviços cria desafios ao mercado de trabalho tradicional e à previdência social, pois reduz a capacidade de custeio das garantias sociais convencionais, tais como pensão, atendimento médico ou seguro-desemprego, deprimindo a arrecadação do sistema e elevando o risco a que os trabalhadores ficam expostos. Tais atividades são, em certa medida, novas roupagens para trabalhos preexistentes, expondo o profissional a um ambiente mais dinâmico, mais estimulante, porém mais precário do que o tradicional (L'EXPANSION, 2015: 44-47).

Demanda por formação e deficit de atenção

Além disso, a tecnologia de comunicação e a rede social tomam uma parcela de tempo significativa das pessoas para a troca de símbolos, com resultados controversos em termos de capacitação: por um lado, oferecem uma variedade muito grande de informações sob os mais variados enfoques mas, por outro lado, são fonte de distração e, em alguns casos, não possuem critérios de mérito do conteúdo, reduzindo a capacidade de formação profissional autônoma. Estaríamos cada vez mais informados e habilitados em aspectos triviais do nosso dia a dia, mas com crescente dificuldade de alcançar adequado grau de competência em atividades complexas, por insuficiência de adestramento e disciplina.

Há, então, um contraponto entre investimento em formação e consumo simbólico que se estende à vida escolar. E a moeda desse compromisso é a atenção. O consumo está se tornando crescentemente simbólico e sua remuneração crescentemente indireta, pela venda de audiência. O preço da atenção é dado pela remuneração do anunciante. Vídeos de YouTube, por exemplo, podem alcançar remunerações da ordem de dezenas de milhares de dólares, com números da ordem de milhões de visualizações. Essas receitas são um estímulo à produção de conteúdo atraente, que educa o consumidor a persistir na seleção de conteúdos e a desviar-se de outras atividades.

Em outras palavras, esse consumo de conteúdo não é pago pelo consumidor, no sentido corriqueiro: é a captura da sua atenção que é revendida (LEONHARD, 2010: 8-10). Desse modo, o conteúdo está disponível a pessoas de todas as faixas etárias e classes de renda. A decisão de dedicar a atenção a atividades lúdicas ou de relacionamento, em oposição a

atividades de aprendizado, perpassa a vida de cada pessoa desde a infância. A superautomação, em suma, não se restringe a permear todos os setores da atividade econômica, mas afeta igualmente os modos e práticas de lazer e relacionamento. O resultado é o de que no Brasil, de modo semelhante aos demais países, o uso da rede é intenso: em pesquisa do cgi.br, cerca de 55% da população disse em 2014 acessar a internet, sendo que 80% o fazem diariamente; troca de mensagens e acesso a redes sociais foram as atividades mais realizadas (cgi.br, 2015: 305-307). No Reino Unido, as pessoas consomem em média cerca de três horas do seu dia interagindo em redes sociais e ambientes computacionais, número que se eleva para mais de quatro horas entre os jovens (OFCOM, 2015: 60). Por um lado, a convivência contínua com esses ambientes ajuda a desenvolver habilidades não cognitivas que facilitam o relacionamento em ambientes de trabalho emergentes. Mas, por outro lado, consomem o tempo e a atenção necessários para estudo e treinamento. Afastar-se deliberadamente desses ambientes para focar-se em outras atividades demanda esforço intencional e disciplina, não o contrário. O dilema é: esforçar-se ou consumir?

A desagregação do preparo profissional associado a esse ambiente tem sido apontada por vários críticos, embora em nível de observação impressionista. Teríamos novas gerações de adultos com elevado grau de cultura geral, bem informados, porém com formação específica insuficiente e uma percepção irrealista de suas qualificações, sendo portanto hedonistas, reativos à crítica e pouco resilientes diante das agruras do mundo do trabalho. Tal visão, no entanto, ainda está condicionada ao confronto entre diferentes organizações do trabalho e diferentes experiências profissionais que coexistem no mercado. A emergência de um novo padrão dominante nas relações entre capital e trabalho poderá, em algum tempo, dar nova compreensão a esse processo. Por ora, o que é certo é que o alcance da automação é revelado por sintomas sociais intensos, muitos destes típicos de um momento de transição: mudanças no mercado de trabalho, nas relações sociais, nos espaços de lazer, na educação e no estilo de vida (VÁMOS, 2014).

Capital humano e custo da impaciência

O investimento em educação formal e em treinamento profissional responde também ao custo da impaciência: o estudante precisa decidir, em algum momento da sua vida, se reduz sua atividade de formação e avança em sua prática profissional, começando a obter o retorno do investimento realizado em si mesmo. Pessoas mais impacientes tendem a antecipar a entrada no mercado de trabalho e afastar-se dos estudos mais cedo. Em alguns casos, dá certo. Muitos dos lendários inovadores de TI dos anos oitenta deixaram os estudos para dedicar-se à concepção de produtos de informática e fizeram fortuna. Os exemplos de Bill Gates e Steve Jobs são paradigmáticos (ISAACSON, 2014: 337, 347). No entanto, as pessoas mais pacientes, que tendem a prolongar sua formação, conseguirão, em média, assegurar o acesso a melhor remuneração. Dados do mercado norte-americano sugerem que, desde a década de 1980, o prêmio em remuneração decorrente de uma melhor qualificação vem aumentando, mais uma

evidência de que a oferta de profissionais qualificados não acompanha a demanda do mercado (DEMING et al, 2016).

Há, também, um aspecto de cotejamento entre o esforço de formação e o limite de capacidade das pessoas. Em profissões em que se lida com talentos escassos, o diferencial de capacidade dado por um talento inato assegura um menor esforço para que se chegue a determinado patamar de qualificação: há uma maior facilidade de aprendizado para quem é mais dotado. Os avanços no ensino aplainam essa diferença, mas o processo de amadurecimento de novas formas de organização da informação e de adestramento de estudantes pode revelar-se preocupantemente longo. Entrementes, o profissional em formação pode ser induzido a optar por alternativas que, embora menos relevantes no mercado, sejam mais atrativas em termos de menor tempo e esforço de adestramento.

7. HÁ POLÍTICAS PÚBLICAS VIÁVEIS NESSE CONTEXTO?

O quadro esboçado pelos vários argumentos desse debate aponta, em suma, para alguns aspectos de interesse para as políticas públicas de educação, trabalho e convivência social. O Estado tem sido chamado a se posicionar nesses aspectos relevantes, em face da perspectiva da superautomação. Embora o Brasil esteja ainda fora do conjunto de economias afetadas intensamente por essas mudanças, alguns movimentos já se fazem sentir. O ressurgimento de desemprego estrutural associado à superautomação vem demandando iniciativas de proteção social, de garantia de emprego e renda para setores afetados pela adoção de novos paradigmas de criação e oferta de bens e serviços, e de esforços na modernização de formação e treinamento profissional avançado.

No caso brasileiro, ou essa tendência ainda não foi identificada, ou está mascarada por três processos sociais intensos que afetaram o mercado de trabalho na última década. O primeiro foi a agressiva intervenção estatal no crédito desde 2008, gerando uma expansão artificial da economia em 2010, uma vez superadas as circunstâncias da crise financeira global, seguida por uma forte recessão em 2015, resultante do descompasso fiscal do governo associado a esse esforço. O segundo processo decorre do enxugamento de entrada de recursos advindos das exportações, que se expandiram na década anterior, mas começaram a perder em valor com a redução de crescimento da China. O terceiro, enfim, é o longo e doloroso ciclo de investigações de corrupção e desvios no setor público, em especial as operações conduzidas em nível federal, que por seu porte induziram contrações na economia e uma ampla desorganização política.

Globalmente, no entanto, o debate vem evoluindo rapidamente, como foi apontado na introdução, resultando em recomendações de políticas públicas e de estratégias de negócios. A tabela 1, na introdução, apresenta alguns pontos destacados nos briefings e nos debates de Davos em fevereiro de 2016.

Inserção global das economias nacionais

Uma questão central para a relevância dessas políticas públicas é compreender de onde vem o ímpeto da inovação e os mecanismos para alcançá-la. Nas últimas duas décadas, várias análises foram conduzidas para relacionar o aumento da produtividade total dos fatores com investimentos setoriais. Nos países em desenvolvimento, a superação de fragilidades e carências, seja em educação da população, seja na dotação de infraestrutura, oferece amplo espaço para ganhos de produtividade. No entanto, esforços adicionais dependem de políticas intencionais de incorporação de inovações aos setores produtivos. Em linhas gerais, três são as fontes de ganhos de produtividade decorrentes da inovação. A primeira e largamente mais importante é a incorporação de inovações mediante a aquisição de bens de capital e o processo de aprendizado vindo de outras empresas semelhantes, de empresas envolvidas em uma mesma cadeia de valor, ou de outros setores, processo conhecido como “*spillover*”. A segunda, a qualificação das pessoas com o conseqüente crescimento do capital humano. Finalmente, os esforços próprios das empresas em aperfeiçoamento ou em desenvolvimento tecnológico autônomo.

A relevância do *spillover* não deve espantar. Afinal, enquanto uma empresa faz seu dever de casa, milhões de outras empresas ou pessoas mundo afora também estão criando soluções que, em algum momento, chegarão ao mercado. É um esforço de uma ordem de grandeza muitas vezes maior do que a de qualquer iniciativa autônoma. E quando o conhecimento se torna disponível, nada melhor do que aproveitá-lo.

A tecnologia oriunda de terceiros pode ser incorporada por vários meios, correspondentes aos emes citados na seção 4. Pode vir incorporada em bens de capital mais atuais, pode resultar da aquisição de direito de uso de patentes ou da queda em domínio público de uma tecnologia, pode ser efeito de experimentação ou pesquisa que replique resultados conhecidos, ou pode ser trazida à empresa por treinamento ou estudo de seus profissionais.

Capital humano é indispensável para incorporar inovações, como já se discutiu na seção 5. Seu desenvolvimento deve acompanhar a adoção de tecnologia incorporada ao capital fixo, dando-lhe eficácia. E o esforço autônomo das empresas não deve ser minimizado, pois traz o benefício da originalidade, seja na solução tecnológica ou gerencial implementada, seja em conceitos de produtos, processos ou modelos de negócio.

Subjacente às recomendações do Fórum Econômico Mundial, há um pressuposto de que países e regiões competirão entre si no comércio internacional pelas melhores oportunidades de produção de bens e serviços, de alocação de mão de obra e de apropriação de renda, que torna mais compreensível a ênfase dada em suas recomendações à integração regional, aos investimentos em inovação e à sugestão de priorizar investimentos em P&D local.

A situação do Brasil nesse contexto é pouco privilegiada. Nosso país coloca-se atualmente nos degraus mais baixos das extensas cadeias globais de criação de valor, ocupando, em um extremo, a oferta de insumos primários e, no outro extremo, as atividades de acabamento e distribuição local, ou seja, de maquiladora. Poucos são os setores em que dispomos de empresas que operem no segmento nobre da produção e da distribuição de mercadorias. Nesses setores, é preciso investir na geração autônoma de conhecimento, no custeio da inovação e na formação de quadros, com forte interação público-privada, para preservar as posições de mercado. Nos demais casos, esse esforço só fará sentido no âmbito de projetos estratégicos que possam romper a barreira dada pelo posicionamento periférico das empresas locais. Dado o *status quo*, é menos oneroso aceitar de modo eficaz o recebimento de tecnologia de terceiros e a formação de quadros na medida das necessidades impostas pela sua transferência.

Quem é beneficiado pelas decisões de governo

Outro aspecto que afeta as decisões de política pública é o tipo de prioridade a ser dada, nas políticas de formação de capital humano, às diferentes faixas etárias. As decisões atuais privilegiam, no Brasil, o investimento nas gerações mais velhas, os já adultos, que têm os recursos para a pressão política e estão visivelmente mais expostos diante do choque tecnológico. No entanto, há evidências de que um conjunto de habilidades e conhecimentos que são melhor adquiridos nos primeiros anos de estudo, inclusive habilidades não cognitivas, são determinantes para o desempenho profissional posterior, e de que a qualidade do aproveitamento escolar está ligada à postura e à renda da família do estudante¹³ (CARNEIRO e HECKMAN, 2003).

No curto prazo, porém, os problemas são de natureza diversa. A superautomação irá substituir postos de trabalho de baixa qualificação em uma escala maior do que a demonstrada em ciclos precedentes de automação industrial (FREY e OSBORNE, 2013). Parte da força de trabalho ficará prensada entre demandas emergentes por profissionais de qualificação diferenciada e uma incapacidade de investir em si para alcançar esse patamar. Inexiste hoje a estrutura de ensino formal capaz de ajudar as pessoas nessa transição, e o deslocamento destas para atividades de menor qualidade de trabalho impede que elas disponham de tempo e de recursos para tal. Pessoas impacientes, sem uma racionalidade intertemporal em suas decisões de estudo e treinamento, terão redobrada dificuldade de adaptação. E adultos que não tiveram, na infância e na juventude, a oportunidade de desenvolver habilidades não cognitivas ou comportamentais associadas a redes sociais, terão que superar essa limitação. Portanto, a recomendação do Fórum no sentido de incentivar a educação continuada ao longo de toda a vida

¹³ Desse modo, por exemplo, subsídios à educação do trabalhador via FAT, ao primeiro emprego ou ao empreendedor individual provavelmente se mostrarão pouco eficazes, embora sejam política e socialmente relevantes, visto que procuram dar oportunidades ou redirecionar pessoas já adultas que, em vários casos, trazem um déficit no desenvolvimento de habilidades.

e a requalificação diante de novos ambientes, embora adequada aos tempos atuais, deve ser considerada *cum grano salis*.

Parte dessas pessoas, eventualmente, enfrentará situações de desemprego crônico. No entanto, a economia está despreparada para acolher o desempregado crônico e orientá-lo a uma vida produtiva e socialmente relevante. A resposta convencional tem sido uma combinação de programas sociais de renda mínima, flexibilização limitada das normas trabalhistas, incentivos às empresas para manutenção de empregos ou imposição destes por cláusulas contratuais ou acordos sindicais. Essas iniciativas, em que pese os inegáveis méritos sociais, enrijecem o mercado de trabalho e dificultam a transição em face de um choque tecnológico.

Por outro lado, a tecnologia oferece alternativas de execução de tarefas a distância, tornando desnecessária, em muitos casos, a presença física de uma pessoa em um local de trabalho específico (BIGI et al, 2015: 184-186). Nesse sentido, a automação viabiliza a inserção no mercado de pessoas que hoje encontram dificuldades de colocação, como profissionais deslocados do mercado de trabalho, pessoas portadoras de deficiência ou pessoas de algum modo vítimas de preconceitos. A interface virtual privilegia a oferta do serviço, diminuindo a relevância de informações como idade, raça, credo ou histórico profissional do executante. Em contrapartida, o teletrabalho pode resultar em isolamento profissional e social que limitaria a ascensão profissional e prejudicaria as relações pessoais do trabalhador.

O fomento ao teletrabalho e a flexibilização da regulação trabalhista, defendidos no Fórum, podem ser compreendidos nesse contexto. No entanto, na maior parte dos países, são recomendações de difícil avanço, em vista do *status quo* dominante.

Outros efeitos indesejáveis da intervenção do Estado

Há, enfim, uma consideração que recomenda cautela adicional na adoção de políticas públicas enrijecedoras do ambiente de trabalho e de negócios. O desenvolvimento de tecnologia é um processo permanente de destruição criadora que alimenta o crescimento capitalista. A combinação de estímulo comercial e de ambiente institucional é relevante para que a inovação surja e nos desafie. Os demais fatores de produção acompanham essa oferta de alternativas em um processo de co-evolução. E o Estado, ao interferir nesse processo, rompe os liames entre os mecanismos de adaptação recíproca que asseguram o ajuste dos fatores de produção.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Historicamente, a incorporação de tecnologia ao processo produtivo propiciou aumentos de renda agregada e de níveis de emprego, contrariando as expectativas de surgimento de um desemprego crônico decorrente da automação, muitas vezes erroneamente

antecipado pelos futuristas. No entanto, há de fato evidências de que o surgimento de uma superautomação esteja em curso, combinando aspectos de inteligência artificial, interconexão de equipamentos e acesso a informações volumosas e abrangentes, o que levanta uma preocupação de que, pela primeira vez, a possibilidade de desemprego crônico deva ser seriamente considerada.

Essa tendência tem sido denominada, com certo sabor mercadológico, de “quarta revolução industrial”, mas é meramente um desdobramento, antecipado há pelo menos duas décadas, da evolução gradual da tecnologia da informação. O debate reproduz preocupações recorrentes que acompanham os sucessivos episódios de choques tecnológicos decorrentes de ondas de adoção de soluções de automação. Trata-se, em certa medida, de “mais do mesmo”.

Os modelos econômicos de equilíbrio geral apontam, no longo prazo, um ajuste de pleno emprego em que toda a oferta de mão de obra é efetivamente utilizada, enfatizando os efeitos benéficos da tecnologia sobre os níveis de produção e de renda. Nesse contexto, não haveria um problema de desemprego crônico decorrente da superautomação. Por outro lado, choques tecnológicos induzem situações em que excedentes de mão de obra de fato acabam por surgir no curto prazo, em especial devido à combinação de qualificação insuficiente de quem já esteja no mercado com rigidez de salários nominais praticados. Essas situações poderão prolongar-se até que o reposicionamento de salários, a remodelação do sistema educacional e o aproveitamento de talentos escassos promovam o ajuste dos fatores de produção, configurando um problema de desemprego estrutural que poderá vir a se estender no espaço de uma ou mais gerações.

Diante dessa configuração do mercado de trabalho, crescem as demandas por políticas públicas protetivas ou corretivas. Em 2016, os debates do Fórum Econômico Mundial colocaram em foco esse tema, resultando em recomendações voltadas à revisão de modelos de educação e treinamento, ao fomento à educação continuada, à colaboração público-privada e a novos arranjos trabalhistas, compatíveis com o emprego a distância e com plataformas flexíveis de prestação de serviços. No entanto, inclusive no Brasil, essas iniciativas conflitam com a visão burocrática predominante e com a defesa de interesses setoriais estabelecidos. Além disso, são recomendações de pouco efeito para problemas de curto prazo.

Desse modo, as políticas públicas negociadas entre grupos de interesse ficam limitadas em seu escopo e tendem a oferecer instrumentos de proteção contra o desemprego às categorias de trabalhadores atingidas, eventualmente tornando mais rígido o mercado de trabalho e prolongando a crise.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

“Work and Careers: Super-automation may soon bring super-unemployment”. *The Futurist*, Nov-Dez de 2010, 44 (6): S8.

“Science Agenda: Will work for machines” (Editorial). *Scientific American*, Agosto de 2014, 311 (2): 10.

“Hard work: Tech jobs pay – if only there were more of them”. *Wired*, 22(9): 29. Setembro de 2014.

“La fin du salariat” (dossier). *L'Expansion*, 809: 24-48. Novembro de 2015.

BANGA, Ajai (2016). “A global economy powered by data”. Disponível em: <http://www.weforum.org/agenda/2016/01>, em 24/2/2016.

BIGI, Maëlezig, Olivier COUSIN, Dominique MÉDA, Laetitia SIBAUD e Michel WIEVIORKA (2015). **Travailler au XXIème Siècle**. Paris : Robert Laffont.

BLANCHARD, Olivier J. e Stanley FISCHER (1989). **Lectures on Macroeconomics**. Cambridge: MIT Press.

BROWN, Alan S. (2012). “Automation vs. jobs: Two researchers believe automated technology explains today's high unemployment and low hiring rates. If they're right, where will jobs come from in the future?”. *Mechanical Engineering – CIME*, abril de 2012, 134(4): 22-27.

CADENA, Brian C. e Benjamin J. KEYS (2015). “Human capital and the lifetime costs of impatience”. *American Economic Journal – Economic Policy*, 7 (3): 126-153.

CARNEIRO, Pedro e James J. HECKMAN (2003). “Human capital policy”. IZA Discussion Paper n° 821. Bonn: Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit.

CERF, Vinton G. (2014). “Does education create or destroy jobs?” *Communications of the ACM*, 57(12): 7.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL – cgi.br (2015). **Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC Domicílios 2014**. São Paulo: cgi.br.

- DAVENPORT, Thomas H. (2014). **Big Data at Work**. Boston: Harvard Business Review Press.
- DEMING, David J., Claudia GOLDIN, Lawrence F. KATZ e Noam YUCHTMAN (2016). “Can online learning bend the higher education cost curve?”. *American Economic Review: Papers & Proceedings*. No prelo.
- DIAS, Eduardo M., Eduardo FACCHINI, Antônio C. MORAES, Mauricio L. FERREIRA, Willian R. ESTE e Maria Lídia R. DIAS (2014). “A future look”. *Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal*, 3(3): 54-63.
- DOUGLAS, Ian (2006). “Issues in software engineering of relevance to instructional design”. *TechTrends*, 50(5): 28-35.
- FIRTH, Niall (2014). “Automatic, for the people: Welcome the robot workforce” (Entrevista com Andrew McAfee). *New Scientist*, 222 (2966): 28-29.
- FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL (2016). **The Future of Jobs: Employment, skills and workforce strategy for the Fourth Industrial Revolution**. Genebra: Fórum Econômico Mundial.
- FREY, Carl B. e Michael A. OSBORNE (2013). “The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?”. Oxford Martin School Working Paper. Disponível em: www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic, em 19/2/2016.
- GATES, William H. (1995). **A Estrada do Futuro**. São Paulo: Companhia das Letras.
- GRIFFITHS, Mark (2004). “Does internet and computer ‘addiction’ exist? Some case study evidence”. *CyberPsychology & Behavior*, 3(2): 211-218.
- GUIZZO, Erico (2011). “How Google's self-driving car works”. *IEEE Spectrum*. Disponível em: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/artificial-intelligence>, em 18/10/2011.
- GUSTAFSON, Kent (2002). “Instructional design tools: A critique and projections for the future”. *Educational Technology, Research and Development*, 50 (4): 59-66.
- HAMMER, Michael e James CHAMPY (2003). **Reengineering the Corporation: A manifesto for business revolution**. Nova York: Harper Business.
- ISAACSON, Walter (2014). **The Innovators**. Nova York: Simon & Schuster.
- KELLY, Kevin (1995). **Out of Control**. Nova York: Basic Books.
- LEONHARD, Gerd (2010). **Friction is Fiction**. Disponível em: www.futuristgerd.com/books. Mimeo.
- LEONTIEF, Wassily (1983). “Technological advance, economic growth, and the distribution of income”. *Population and Development Review*, 9(3): 403-410.

LEVITAN, Sar A. e Clifford M. JOHNSON (1982). “The future of work: Does it belong to us or to the robots?”. *Monthly Labor Review*, 105(9): 10-14.

LUFKIN, Bryan (2016). “Hell yes: Obama wants to spend \$4 billion to fill our roads with autonomous vehicles”. Disponível em: <http://gizmodo.com>, em 14/1/2016.

MORTENSEN, Dale T. e Cristopher A. PISSARIDES (1999). “Unemployment responses to ‘skill-biased’ technology shocks: The role of labour market policy”. *Economic Journal*, 109 (abril): 242-265.

NEGROPONTE, Nicholas (1996). **Being Digital**. Nova York: Vintage Books.

PIKETTY, Thomas (2015). **A Economia da Desigualdade**. Rio: Intrínseca.

SCHWAB, Klaus (2016). **The Fourth Industrial Revolution**. Genebra: Fórum Econômico Mundial.

SCIOLA, Corrado (2016). “How will trade policy play out in cyberspace?”. Disponível em: <http://www.weforum.org/agenda/2016/01>, em 24/2/2016.

SILVA, Antonio C. (2006). “A montanha em movimento: uma notícia sobre as transformações recentes da economia global”. Em: CARNEIRO, Ricardo (org.). **A Supremacia dos mercados e a política econômica do governo Lula**. São Paulo: Unesp, pp. 51-96.

OFCOM (2015). **Adults’ Media Use and Attitudes: Report 2015**. Londres: Ofcom.

UKPERE, Wilfred I. (2010). “Demise of a single orthodoxy and the possibility of a cooperative economy”. *International Journal of Social Economics*, 37(3): 239-253.

VÁMOS, Tibor (2014). “The human role in the age of information”. *AI & Society*, 29(2): 277-282.

VISO, Mark (2016). “What does the fourth industrial revolution mean for civil society?”. Disponível em: <http://www.weforum.org/agenda/2016/01>, em 24/2/2016.

WENTZEL, Marina (2016). “Quarta revolução industrial?: Como o Brasil pode se preparar para a economia do futuro”. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias>, em 22/1/2016.