

Tendências das políticas de Estado brasileiro para o desenvolvimento da inteligência artificial: o caso dos Centros de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial

João Ricardo Penteado¹

RESUMO

Nos últimos anos, o interesse comercial, científico e midiático em torno da inteligência artificial (IA) aumentou substancialmente graças aos avanços registrados na área (LEE, 2018). Seguindo tendência mundial, o Brasil publicou em 2021 a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial para servir de referência para a formulação de políticas públicas voltadas ao fomento dessa tecnologia. Entretanto, quando do lançamento do documento, o Governo Federal já havia iniciado a implementação de três iniciativas para o desenvolvimento da IA, com uma delas sendo o programa dos Centros de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial (CPAs em IA). Este artigo apresenta os principais resultados da dissertação “Tendências das políticas de Estado brasileiro para o desenvolvimento da inteligência artificial: o caso dos Centros de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial”, que examinou o andamento desse programa em seus estágios iniciais, enquadrando-o como uma política de Estado voltada para a promoção da inovação e desenvolvimento nacional. A pesquisa aponta que, com base no programa dos CPAs em IA, a concepção, o planejamento e a implementação de uma política para o desenvolvimento de IA no Brasil tem limitações significativas, ainda que consista em uma iniciativa de importância ímpar.

Palavras-chave: inteligência artificial; ciência e tecnologia; inovação; Brasil

ABSTRACT

In recent years, commercial, scientific and media interest in artificial intelligence (AI) has increased substantially thanks to advances in the field (LEE, 2018). Following a global trend, in 2021 Brazil published the Brazilian Artificial Intelligence Strategy to serve as a reference for the formulation of public policies aimed at promoting this technology. However, when the document was released, the Federal Government had already started the implementation of three initiatives for the development of AI, with one of them being the Centers for Applied Research in Artificial Intelligence program. This article presents the main results of the dissertation “Trends of Brazilian State policies for the development of artificial intelligence: the case of the Centers for Applied Research in Artificial Intelligence”, which examined the progress of this program in its initial stages, framing it as a State

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal do Ceará.

policy aimed at promoting innovation and national development. The research points out that, based on the program, the conception, planning and implementation of a policy for the development of AI in Brazil has significant limitations, even though it consists of an initiative of unique importance.

Keywords: artificial intelligence; science and technology; innovation; Brazil

1. INTRODUÇÃO

Surgida em um seminário acadêmico na década de 1950, numa época em que a “cibernética” protagonizava os estudos relativos à interação homem-máquina (KAPLAN, 2016; MCCARTHY, 2000), a inteligência artificial (IA) só se tornou uma tecnologia de claros contornos disruptivos a partir do início da década de 2010. Um torneio de reconhecimento de imagens voltado para sistemas computacionais baseados em IA, e vencido de forma acachapante por uma das equipes participantes, marcou o ponto de virada. Desde então, o interesse sobre o campo renovou-se, impactando indústria e comunidade de pesquisa, e atraindo maior cobertura midiática (LEE, 2018).

Diante desse cenário, diversos Estados nacionais publicaram no final dos anos 2010 estratégias de desenvolvimento da inteligência artificial com o objetivo de estabelecer um marco referencial para a adoção de políticas públicas no setor. O Brasil também seguiu essa tendência e publicou, em 2021, a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA). Dois anos antes, porém, uma parceria entre o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) lançou a chamada pública do programa dos Centros de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial (CPAs em IA), a mais ambiciosa iniciativa de fomento da IA no país envolvendo o Governo Federal até então.

Envolvendo Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs) e empresas, o programa tem o propósito de criar centros de referência no desenvolvimento de pesquisas em tecnologias de inteligência artificial a fim de gerar avanços teóricos e, sobretudo, aplicações para que possam ser assimiladas no sistema produtivo brasileiro. Em maio de 2021, foram anunciados os seis projetos, entre 19 concorrentes, para constituírem os CPAs em IA e, assim, serem agraciados com apoio governamental.

Este artigo apresenta os principais resultados da dissertação “Tendências das políticas de Estado brasileiro para o desenvolvimento da inteligência artificial: o caso dos Centros de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial”, que examinou a concepção por trás dos seis projetos escolhidos pelo programa bem como seus estágios iniciais de trabalho. O objetivo, com isso, era o de responder à seguinte problemática de pesquisa: à luz do programa dos CPAs em IA, como o Estado brasileiro

tem concebido a inovação tecnológica para a inteligência artificial, considerando que esta pode vir a ser uma nova tecnologia de uso geral²?

Para a produção de dados, conjugamos a realização de entrevistas com a análise de documentos oficiais, sítios eletrônicos e legislação. Serviram de fontes de pesquisa os sítios eletrônicos da Fapesp e do MCTI, além dos sítios e páginas de redes sociais de quatro dos seis CPAs analisados. As entrevistas foram realizadas com 17 especialistas, sendo três deles integrantes do MCTI, um da Fapesp, um do CGI.br, um do Center for Artificial Intelligence, além do responsável pela elaboração da EBIA. Os demais 10 entrevistados eram todos integrantes de algum dos CPAs em IA. O período da realização das entrevistas abrangeu de novembro de 2021 a julho de 2022.

Para além da apresentação dos resultados da dissertação mencionada, também destacamos neste artigo as principais bases teóricas que apoiaram nossa análise, no caso, as relativas à concepção da tecnologia como força produtiva, ao nexos entre inovação tecnológica e ciclos de crescimento econômico, ao conceito de Sistema Nacional de Inovação, às teses do subdesenvolvimento e dependência, contextualizando, ainda, o universo da inteligência artificial histórica e contemporaneamente.

2. TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

2.1 A tecnologia como força produtiva

Uma das tradições teóricas mais profícuas que examina os impactos econômicos da tecnologia advém das reflexões de Karl Marx (2011) sobre a implementação da maquinaria na fábrica enquanto um desdobramento da divisão do trabalho. Em sua análise sobre as transformações produtivas de meados do século XIX na Europa, o autor dá significativa ênfase à crescente relação entre ciência e grande indústria, identificando a subsunção da produção científica às necessidades do capital. A “invenção”, diz, torna-se “um negócio” e “a aplicação da ciência à própria produção imediata” passa a ser um critério que não só determina a produção como também dela depende (MARX, 2011, p. 940).

Como bem observa Albuquerque (2012), a visão de Marx sobre o progresso técnico e o estado geral da ciência é permeada pela contradição que esta gera em um modo de produção baseado no valor-trabalho, caso do sistema capitalista. Tal contradição reside no fato de que o aumento constante da produtividade da indústria mediante a introdução de novas tecnologias ocasiona, de forma correspondente e proporcional, na redução do tempo e da quantidade de trabalho humano

² Apresentamos a definição de “tecnologia de uso geral” mais adiante.

necessário à produção de mercadorias, tornando-os, assim, menos determinantes no processo produtivo.

Amparado no referencial teórico marxiano, Theotonio dos Santos (1983) também oferece uma visão igualmente relevante acerca da questão. Para o autor, à medida que o modo de produção capitalista se estabelece e se expande por meio da grande indústria, ele passa a absorver de “maneira revolucionária” todo o conhecimento técnico à sua disposição e a “impulsionar com intensidade desconhecida o desenvolvimento das forças produtivas e da ciência”. A explicação para esse fenômeno reside no próprio “caráter da acumulação do capital”, que, como se sabe, vê na busca pela maximização das taxas de lucro sua razão de existência (SANTOS, 1983, p. 14-15).

Dessa forma, a partir da Revolução Industrial, o processo de produção ganha aspectos cada vez mais científicos e técnicos. A atividade de pesquisa, voltada à tecnologia, e a atividade produtiva se estreitam gradualmente. Com o tempo, o processo de acumulação capitalista se vê dependente das modificações tecnológicas de maneira irreversível a ponto das lógicas de produção e de geração de tecnologia se fundirem, tornando-se inseparáveis. Nesse momento, “a ciência se converte definitivamente em força produtiva”, fato que marca a “Revolução Científico-Técnica” (SANTOS, 1983, p. 48).

2.2 Inovação tecnológica e ciclos econômicos

Outra tradição teórica bastante fértil para a análise do papel econômico da tecnologia tem raízes nas elaborações de Schumpeter (1939) e sua tese dos “Ciclos de Kondratiev”, que busca explicar a dinâmica dos ciclos históricos de crescimento na economia capitalista com base no surgimento das inovações tecnológicas. É em face dessa percepção sobre a lógica por trás das transformações do sistema produtivo que Schumpeter (1961) cunha a expressão “destruição criadora”, apontando-a como uma das características mais notórias do modo de produção capitalista. Afinal, como destaca o economista, o quadro de intensa concorrência entre os capitais estimula o surgimento constante de “novas mercadorias, novas técnicas, novas fontes de suprimento, novo tipo de organização”, o que acaba por ferir “não a margem de lucros e a produção de firmas existentes, mas seus alicerces e a própria existência” (SCHUMPETER, 1961, p. 112). Em outras palavras, a dinâmica da inovação tecnológica, de tempos em tempos³, acaba por destruir empresas, produtos e mercados ao passo em que cria outros inteiramente inéditos.

³ Como observa Schumpeter, “essas revoluções não são permanentes, num sentido estrito; ocorrem em explosões discretas, separadas por períodos de calma relativa. O processo, como um todo, no entanto, jamais para, no sentido de que há sempre uma revolução ou absorção dos resultados da revolução, ambos formando o que é conhecido como ciclos econômicos” (SCHUMPETER, 1939, p. 112, tradução nossa).

Perez (2002), uma das neoschumpeterianas de maior prestígio, classifica as inovações tecnológicas capazes de abrir novos ciclos econômicos pelo termo de “revoluções tecnológicas”. A autora ainda relaciona o surgimento destas com a conformação de “paradigmas tecnoeconômicos”, conceito que designa os novos modos de organização econômica que se estabelecem para melhor se adequar às potencialidades de uma revolução tecnológica em curso.

Tais novas tecnologias por trás das revoluções tecnológicas também são chamadas de “tecnologias de uso geral”. Considerados os criadores do termo, Bresnahan e Trajtenberg (1992) classificam-nas como aquelas dotadas de três características fundamentais: 1) a possibilidade de uso em diversos setores da economia; 2) um grande dinamismo que permite um alto número de possibilidades de aprimoramento; e 3) uma forte complementaridade com outras tecnologias (ALBUQUERQUE, 2017; BRESNAHAN; TRAJTENBERG, 1992, p. 4-5, tradução nossa). Conforme aponta Rosenberg (2000), seriam exemplos desse tipo de tecnologia o motor a vapor, a eletricidade, os transistores e os computadores. Todos os quais se notabilizam por prover “blocos de apoio em cima dos quais numerosas outras inovações puderam, em algum momento, ser construídas” (ROSEMBERG, 2000, p. 80, tradução nossa).

Dessa forma, tal qual ratificam Dosi e Nelson (2010), as revoluções tecnológicas – que estabelecem novos paradigmas tecnoeconômicos, abrem novos ciclos de crescimento de longa duração e “destroem” uma série de empresas, produtos e mercados ligados ao paradigma anterior – nada mais seriam que o desenvolvimento e a difusão das tecnologias de uso geral no tecido produtivo.

2.3 Sistema Nacional de Inovação

Segundo Godin (2017), quem primeiro propõe um modelo teórico que busca detalhar as engrenagens do processo de inovação tecnológica é um ex-aluno de Schumpeter, o estadunidense William R. Maclaurin. É ele quem concebe o que Godin chama de “modelo linear de inovação”. Nessa proposição, a inovação tecnológica começaria sempre com uma invenção feita em um laboratório, sendo na sequência assimilada por uma empresa para só então se espalhar junto ao resto do tecido produtivo.

A partir do último quarto do século XX, porém, outro modelo teórico sobre a inovação tecnológica passou a ganhar terreno entre os estudiosos: o “modelo sistêmico” (GODIN, 2017). Nessa perspectiva, a inovação ocorreria dentro, mas também fora das fronteiras do ambiente formal dos laboratórios, sendo gestada por meio de uma complexa rede de interações entre empresas e outras instituições. Um dos conceitos que emanaram desse novo modelo teórico foi o do Sistema Nacional de Inovação (SNI).

Ainda que o ferramental analítico por trás da ideia de SNI já norteasse estudos realizados desde meados da década de 1970, quem primeiro se notabilizou pelo emprego do conceito foi Lundvall (FREEMAN, 1995). Para o autor, um Sistema Nacional de Inovação é composto por “elementos e relações que interagem na produção, difusão e utilização de novos conhecimentos economicamente úteis” os quais, por sua vez, são “localizados ou enraizados dentro das fronteiras de um Estado-nação” (LUNDVALL, 1992, p. 2, tradução nossa).

É a partir desse postulado que Lundvall (1992) apresenta os elementos-chave que constituem os pilares de um SNI. Nesse rol estão aspectos relativos à 1) organização interna das empresas (como as capacidades gerenciais e empreendedoras); 2) à inter-relação entre elas (como o nível e natureza da competição e cooperação); 3) ao papel exercido pelo setor público (por meio da regulamentação, do financiamento e da condição de principal usuário de inovações); 4) à disposição institucional das finanças; 5) à estrutura do sistema de pesquisa e desenvolvimento; e 6) à ordenação do sistema educacional e de capacitação profissional.

2.4 Subdesenvolvimento e dependência

Ao longo do século XX, em meio ao florescimento da literatura teórica sobre a questão do desenvolvimento, uma das correntes que mais se destacaram foi a cepalina⁴, da qual Furtado e Prebisch eram seus maiores expoentes. Nessa matriz de ideias, o “subdesenvolvimento” é conceituado como um produto do desenvolvimento dos países avançados, em uma dinâmica atrelada a uma estrutura de centro-periferia (BIELSCHOWSKY, 2000). Partindo desse marco teórico, Cardoso e Faletto (1975) argumentam que a relação estrutural centro-periferia é real, mas não pode ser analisada apenas como uma variável externa à realidade nacional. Isso porque ela também se expressa na “ação dos grupos sociais que, em seu comportamento real, ligam de fato a esfera econômica à política” (CARDOSO; FALETTTO, 1975, p. 31). Em outras palavras, os autores chamam a atenção para o surgimento nos países subdesenvolvidos de classes dominantes que se beneficiam política e economicamente do status quo, visando assim perpetuá-lo ao passo que sedimenta uma relação internacional de dependência econômica e tecnológica.

A crescente vinculação entre as economias dos países desenvolvidos e subdesenvolvidos também pode ser examinada sob o prisma do conceito de Cadeia Global de Valor (CARDOSO, 2021). Este busca abranger a distribuição integrada pelas diferentes regiões do mundo de todas as etapas relativas à produção e venda de mercadorias (como a extração de matéria-prima, a fabricação e o comércio), incluindo aí etapas mais modernas de agregação de valor (como atividades de pesquisa,

⁴ Referência à CEPAL (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe), criada em 1948 como um dos braços da ONU.

desenvolvimento e marketing). Tal processo, bastante característico do século XX se intensificou durante os anos 1970, quando da transição do modo de produção fordista para o que Harvey (1989) intitula de “modo de acumulação flexível”.

Os mais notórios agentes operacionais das Cadeias Globais de Valor são as *multinacionais*. Trata-se de empresas monopolistas sediadas nos países centrais e que têm no Investimento Estrangeiro Direto seu meio convencional de inserção econômica em outros países (CARDOSO, 2021). Um dos objetivos, com isso, é o de usufruir menores custos unitários de trabalho, naquilo que Marini (2017) chama de superexploração do trabalho.

Todo esse arranjo, porém, carrega consigo contradições importantes. Se por um lado, as multinacionais podem ser vistas como vetores de disseminação de tecnologias de ponta nos locais em que atuam, proporcionando, assim, o aumento da produtividade do trabalho em regiões atrasadas, por outro, elas também servem de canais de transferência de valor dos países periféricos para os centrais. O que significa, na prática, colaborar para a reprodução das condições desiguais relativas ao progresso técnico, estrutura produtiva e distribuição de riquezas.

3. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

3.1 História e definição

Atribui-se a um seminário realizado ao longo de oito semanas em 1956, na Faculdade de Dartmouth, nos Estados Unidos, sob o título “Projeto de Pesquisa de Verão em Inteligência Artificial de Dartmouth”, o marco inaugural da inteligência artificial. A atividade reuniu diversos pesquisadores que vieram a se tornar consagrados na área, como Minsky, Newell e Simon, além do próprio McCarthy (SICHMAN, 2021).

Para McCarthy, o “problema” do campo de pesquisa que ele e seus colegas haviam recém-criado era o de fazer “uma máquina se comportar de formas que poderiam ser consideradas inteligentes caso um ser humano se comportasse de maneira igual” (MCCARTHY *et al.*, 1955, não p., tradução nossa). No início da década de 1990, Rich e Knight, autores de um dos livros canônicos da área (COZMAN; NERI, 2021), definiram a inteligência artificial como o “estudo de como fazer os computadores realizarem coisas que, no momento, são mais bem-feitas por pessoas” (KNIGHT; NAIR; RICH, 2010, p. 1, tradução nossa). Já Kaplan (2016) propõe uma definição de caráter mais técnico. Segundo o autor, a essência da IA é “a habilidade em fazer generalizações apropriadas em tempo hábil com base em uma quantidade limitada de dados” (KAPLAN, 2016, p. 5, tradução nossa).

O grande responsável por ativar toda a cadeia de operações por trás da inteligência artificial é o *algoritmo*, certamente o elemento técnico mais famoso e, possivelmente, o mais crucial

para o funcionamento dessa tecnologia. Cordeiro (2021, p. 210) apresenta duas definições para este: 1) “códigos de comando que instruem como o computador deve proceder de uma maneira ótima”; e 2) “procedimentos que solucionam problemas a partir de um número de passos sem mobilizar quaisquer tipos de ambiguidade”. Já Sichman (2021, p. 38), amparando-se em uma elaboração mais simples, define algoritmo como uma “sequência finita de ações que resolve um certo problema”.

Ou seja, a inteligência artificial “não é um autômato pensante, mas um algoritmo que realiza reconhecimento de padrões” (JOLER; PASQUINELLI, [2020], não p., tradução nossa). Ou, como coloca McQuillan (2018), que enfatiza o modelo estatístico por trás de um comportamento da máquina percebido como inteligente: “trata-se simplesmente de minimização matemática” (MCQUILLAN, 2018, não p., tradução nossa).

Ao longo das décadas subsequentes ao seminário de Dartmouth, os interesses acadêmico, comercial e governamental em torno da inteligência artificial alternaram em intensidade sempre de acordo com os avanços técnicos realizados e eventuais limitações encontradas. Não à toa, a história da IA é conhecida pela existência de dois “invernos”, que remontam a períodos em que os interesses gerais em torno da tecnologia diminuía consideravelmente (STEINHOF, 2021; COZMAN; NERI, 2021).

Os anos 2000 trouxeram grandes progressos para a IA nos experimentos laboratoriais, sobretudo na área do “Aprendizado de Máquina”, nome que designa um conjunto de técnicas baseadas em um paradigma de programação na qual a interação com uma robusta base de dados cumpre papel fundamental (COZMAN, 2021). Já em 2012 ocorreu uma ruptura paradigmática importante graças à performance da equipe liderada por Geoffrey Hinton em um importante torneio de reconhecimento de imagens voltado para sistemas computacionais. A técnica empregada pelos pesquisadores foi a do Aprendizado Profundo, um tipo de Aprendizado de Máquina que se utiliza de uma arquitetura algorítmica específica, conhecida como Redes Neurais Artificiais. Desde então, o feito de Hinton e colegas se tornaram referência para as pesquisas em IA, proporcionando uma nova leva de avanços tecnológicos no campo e impactando toda a indústria do setor. Essa ruptura paradigmática, vale dizer, só foi possível graças ao aumento constante da capacidade de processamento de dados por computadores e pelo volume colossal de dados reunidos a partir do registro das interações humanas e máquinas de todo o planeta na internet (LEE, 2018)

À luz da visão de inovações tecnológicas que transformam as bases produtivas da economia mundial e, por consequência, todo o tecido social, muitos autores colocam a inteligência artificial, em sua modalidade de Aprendizado de Máquina, como a mais disruptiva entre todas. Para Brynjolfsson e McAfee (2014), ela seria uma tecnologia de uso geral, tal qual a eletricidade e o motor a combustão, com a possibilidade de aplicação em virtualmente todos os ramos da economia.

3.2 Impactos sociais da IA

O possível desemprego em massa a ser causado pela generalização da IA é um dos grandes tópicos de debate relativos aos impactos sociais que essa tecnologia deverá causar. Em 2013, Frey e Osborne apontaram que 47% dos empregos nos Estados Unidos corriam risco de desaparecer em breve (FREY; OSBORNE, 2013). Tal previsão apocalíptica está longe de ser um consenso, porém, como mostra um estudo de mesma natureza da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico que indicou que a porcentagem das atividades laborais sob risco de extinção era muito menor: 9% (ARNTZ; GREGORY; ZIERAHN, 2016).

O que é certo, contudo, é que são os trabalhos compostos por tarefas rotineiras aqueles que possuem as maiores chances de serem automatizados pela IA. Por outro lado, um trabalho estaria menos suscetível à automação caso requisite um alto grau de uma ou mais das três habilidades a seguir: percepção e manipulação de objetos, criatividade e inteligência social (FREY; OSBORNE, 2013).

Se a eliminação de empregos tende a ser uma das primeiras especulações em termos de impactos laborais causados pela IA, vale mencionar que há outras abordagens menos aparentes. Dyer-Witford, Kjøsén e Steinhoff (2019) falam, por exemplo, da IA como instrumento disciplinador do trabalho, vetor de precarização laboral, fator de polarização entre profissões e indutora de transformações na formação educacional.

Outros autores buscam ainda criticar o papel do trabalho humano por trás da automação promovida pela IA. Para Ekbia, ao invés de automação, o que a IA estaria promovendo seria uma “heteromação do trabalho”, conceito que visa destacar o fato de que boa parte do trabalho tido como automatizado conta com trabalho humano em níveis relevantes. No caso da inteligência artificial, Ekbia considera certas atividades digitais cotidianas, como pesquisas no Google ou publicações no Facebook, como “trabalho não pago” na medida em que estas fornecem subsídios (“dados”) para a produção de modelo algorítmicos (HETEROMAÇÃO..., 2022). Uma concepção, vale mencionar, que está longe de ser consensual.

Talvez o elemento mais evidente da dependência da IA em relação ao trabalho humano seja as “plataformas de microtarefas”, conhecidas por oferecer remunerações ínfimas para a execução de tarefas triviais e repetitivas, mas fundamentais para o bom funcionamento de diversas aplicações digitais. Uma de tarefas mais comuns realizadas nessas plataformas é a de rotulação de imagens, feita por seres humanos a troco de centavos a cada imagem rotulada, e que auxilia no processo de modelagem de algoritmos de visão computacional.

Estudiosos classificam as pessoas que executam esses tipos de tarefas como “trabalhadores-de-multidão”⁵. Outros designam a execução da tarefa em si como “trabalho fantasma”⁶ (GRAY; SURI, 2019). Para Irani (2016), a inteligência artificial oriunda desse tipo de trabalho poderia ser chamada de “automação movida a humanos”⁷, enquanto Taylor (2018) a classifica de “falsa-automação”⁸.

Vale mencionar que, para além dos impactos no trabalho, há também um farto debate sobre os impactos éticos da IA, uma vez que o advento de máquinas superinteligentes pode representar o fim do excepcionalismo humano sobre o planeta (PRICE; VOLD, 2018). Outras questões nesse âmbito abrangem os padrões éticos que a IA já existente deve respeitar, sobretudo no que diz respeito à “transparência”, “justiça”, “não maleficência”, “responsabilidade” e “privacidade” (IENCA; JOBIN; VAYENA, 2019). A regulamentação da IA, a fim de estabelecer normas e critérios de responsabilização em casos litigiosos, também é outra pauta candente no campo (KAPLAN, 2016; TOWNSHED, 2022).

4. OS CENTROS DE PESQUISA APLICADA EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

4.1 Concepção do programa

A partir do fim dos anos 2010, diversos países passaram a publicar planos estratégicos voltados para o desenvolvimento nacional da inteligência artificial, refletindo a crescente percepção geral de que a IA estaria se tornando central para a transição tecnológica na matriz produtiva do planeta. Diante desse cenário, o Brasil também começou a se movimentar.

Desde 2018, o Governo Federal passou a publicar uma série de documentos oficiais que, ora de forma mais geral, ora de forma mais específica, trazem diretrizes para o desenvolvimento da inteligência artificial em solo brasileiro. Dentre eles, podemos destacar a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (2018) e o Plano Nacional de Internet das Coisas (2019) (BRASIL, 2018a, 2019).

No entanto, o grande marco referencial para as políticas do Brasil voltadas para o fomento da IA é a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA), publicada em abril de 2021. Ao longo de 55 páginas, a EBIA oferece diretrizes agrupadas em nove eixos temáticos, sendo três eixos

⁵ Nossa tradução para “*crowdworker*”, que é o termo no inglês.

⁶ Nossa tradução para “*human-fueled automation*”, que é o termo no inglês.

⁷ Nossa tradução para “*human-fueled automation*”, que é o termo no inglês.

⁸ Nossa tradução para “*fauxtimation*”, é o termo no inglês.

transversais⁹ e seis eixos verticais¹⁰. No total, a estratégia traz 73 ações estratégicas, sendo 31 relativas aos eixos transversais e as demais 42, aos eixos verticais (BRASIL, 2021).

Após ser publicada, a EBIA foi alvo de fortes críticas de especialistas da sociedade civil pelo seu caráter genérico e ausência de metas, prazos, indicações de vínculos orçamentários, entre outros (LEMOS, 2021; MESA..., 2021; SABOYA, 2021). Convém mencionar também que sua publicação se deu após o lançamento de três importantes iniciativas¹¹ pelo Governo Federal para fomentar a inteligência artificial no Brasil. A mais relevante delas foi os Centros de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial (CPAs em IA), tema deste artigo.

O modelo organizacional dos Centros de Pesquisa Aplicada foi criado em 2012 pela Fapesp e desde então tem sido utilizado em diversas atividades de pesquisa financiadas pelo órgão. Ele se baseia nos conceitos de *inovação* e *difusão* como elementos norteadores das pesquisas, além de prever a obrigatoriedade de envolver uma empresa parceira para cofinanciar projetos, participar de sua elaboração e utilizar os resultados produzidos (CENTROS..., [202-]).

Para a concepção e gestão do programa dos CPAs em IA, um comitê foi formado entre a própria Fapesp, o MCTI e o CGI.br. Em 2019, uma chamada pública foi lançada para receber propostas de interessados em constituir os CPAs. O programa previa o financiamento de cada centro com o aporte anual de R\$ 1 milhão mais um aporte de valor igual ou superior a ser feito por uma ou mais empresas parceiras que participassem da iniciativa. O período do financiamento era de cinco anos, podendo ser renovado por mais cinco.

As propostas necessitavam atender a uma série de pré-requisitos institucionais. O primeiro deles era o de que as pesquisas deveriam se dar em uma ou mais das seguintes áreas temáticas: *saúde, agricultura, indústria e cidades inteligentes*¹². Outro pré-requisito era o de que os CPAs deveriam envolver pesquisadores de um ou mais ICT em suas atividades, sendo que um deles funcionaria como a sede do centro. Além disso, os CPAs precisavam ser dirigidos por um comitê executivo formado por um diretor, um vice-diretor, um coordenador de Educação e Difusão de Conhecimento e um coordenador de Transferência de Tecnologia. Outra obrigatoriedade era a existência de um Conselho Consultivo Internacional (CCI) composto por “destacados cientistas reconhecidos internacionalmente” (CHAMADA..., 2019, não p.).

⁹ “Legislação, Regulação e Uso Ético”, “Governança de IA” e “Aspectos Internacionais”.

¹⁰ “Educação”, “Força de Trabalho e Capacitação”, “Pesquisa, Desenvolvimento, Inovação e Empreendedorismo”, “Aplicação nos Setores Produtivos”, “Aplicação no Poder Público” e “Segurança Pública”.

¹¹ Duas delas foram o IA², fruto de uma parceria entre o MCTI e a Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (Softex), e a "Rede MCTI/Embrapii de Inovação em Inteligência Artificial, uma parceria entre o MCTI e a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii). Ambos são de 2020.

¹² Esses quatro temas estão contidos no Plano Nacional da Internet das Coisas, que os aponta como prioritários para serem objeto de fomento.

Foram submetidas no total 19 propostas, que foram avaliadas entre outubro de 2020 e março de 2021. Segundo o Entrevistado C¹³, todas elas foram traduzidas para o inglês e enviadas para a avaliação de especialistas estrangeiros contratados *ad hoc*, já que os principais pesquisadores de IA do Brasil – que eram quem, num primeiro momento, seriam requisitados para a tarefa – estavam concorrendo na seleção. Na sequência, os responsáveis pelas propostas mais bem ranqueadas foram ainda submetidos a uma entrevista pelos integrantes do comitê Fapesp-MCTI-CGI.br.

Anunciadas em 4 de maio de 2021, as propostas selecionadas foram a Rede Inteligência Artificial Recriando Ambientes (Rede IARA)¹⁴, sediada na Universidade de São Paulo e com pesquisas nas áreas de cidades inteligentes e saúde; o Centro de Inovação em Inteligência Artificial para a Saúde (CIIA-Saúde), sediado na Universidade Federal de Minas Gerais e com pesquisas na área de saúde; a Plataforma Inteligência Artificial, Soluções para Manufatura Inteligente (Plataforma IAsmin), sediada no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e com pesquisas na área de indústria; o Centro de Referência em Inteligência Artificial (CEREIA), sediado na Universidade Federal do Ceará e com pesquisas na área de saúde; o Brazilian Institute of Data Science (BIOS), sediado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e com pesquisas nas áreas de saúde e agricultura; e o CPA Senai Cimatec, com sede no Senai Cimatec, em Salvador (BA), e com pesquisas na área de indústria (FAPESP..., 2021).

4.3 Aspectos do programa

Do ponto de vista burocrático, um dos primeiros aspectos que chamam a atenção no programa dos CPAs em IA diz respeito ao tempo levado para a expedição do termo de outorga pela Fapesp, sem o qual os recursos para as atividades de pesquisa não são liberados. Isso porque o anúncio dos seis CPAs que fariam parte do programa se deu em 4 de maio de 2021 e, mais de um ano depois, apenas um deles (BIOS) havia concluído o processo.

De qualquer maneira, a ausência da expedição do termo de outorga não impediu que os pesquisadores seguissem ou dessem início aos trabalhos em seus projetos. Tal fato se deu em razão de que, em quatro dos CPAs, as pesquisas já estavam se dando em algum nível nos ICTs e o formato do CPA só implicaria na transposição das pesquisas já em curso para um arranjo institucional diferente. Apenas a Plataforma IAsmin e o BIOS começariam a executar planos de pesquisa “do zero” e, mesmo nestes, algumas atividades já estavam ocorrendo antes da conclusão dos trâmites contratuais.

¹³ Informação obtida em entrevista concedida ao pesquisador em 15/02/2022 por Entrevistado C, diretor do MCTI.

¹⁴ A Rede IARA é o único dos CPAs que se estrutura na forma de uma rede nacional, com polos em ICTs nas cinco regiões do Brasil.

Na análise da esfera institucional, a primeira questão que imediatamente aparece é a do financiamento disponibilizado para as atividades de pesquisa. Todos os entrevistados foram praticamente unânimes em classificá-lo como insuficiente para a produção de pesquisa de ponta em inteligência artificial, ainda que o considerassem bastante importante para o desenvolvimento da área. Mesmo o Entrevistado D¹⁵ chegou a classificar como “troco” o volume de recursos investido “se pensarmos o que está sendo investido nisso em qualquer lugar decente do mundo”.

À luz dessa limitação, é importante salientar que, segundo os entrevistados, a ampla maioria dos recursos dos CPAs seria destinada para o pagamento de bolsas, seja de iniciação científica, de mestrado, doutorado ou pós-doutorado. Não se previa empregar quantias vultosas para a aquisição de equipamentos ou contratação de serviços, até porque muitos desses já se encontravam à disposição na infraestrutura dos ICTs onde os CPAs se situavam.

O único CPA que demonstrou dezoito em termos de alocação de recursos foi a Plataforma IAsmin. O Entrevistado I¹⁶, ao responder à pergunta sobre qual seria a proporção de gastos entre pesquisadores e aquisição de equipamentos, informou, em uma estimativa rápida, que seria em torno de “70% e 30%”, respectivamente. A razão desses números é que o CPA considerava contratar um serviço de Centro de Processamento de Dados¹⁷ (CPD) para armazenar os dados necessários para as pesquisas. É importante considerar que o desenvolvimento de modelos algorítmicos em inteligência artificial requer quantidades estrondosas de dados, o que, por sua vez, enseja a necessidade de servidores com grande capacidade de armazenamento e processamento. E esse tipo de equipamento não é trivial tampouco barato.

Algumas das grandes empresas conhecidas que fornecem esse tipo de serviço são Amazon, Oracle, Google e IBM. Os valores para contratá-lo, porém, são exorbitantes, como informou o Entrevistado I, segundo quem um orçamento feito junto a essas empresas constatou valores “na casa de 250 mil dólares”¹⁸. O mesmo entrevistado revelou também que, em face dessa situação, seu CPA considerava firmar parceria com alguma empresa que pudesse oferecer o serviço de CPD como contrapartida econômica.

Para contornar as dificuldades impostas pelo financiamento limitado, alguns entrevistados relataram que buscariam recursos alternativos junto a outros instrumentos jurídicos e órgãos públicos. Foram citados o programa Rota 2030, a Lei de Inovação (BRASIL, 2004, 2018b), além de linhas de financiamento providas por instituições nacionais de fomento à ciência e fundações de amparo à pesquisa de outros estados.

¹⁵ Informação obtida em entrevista concedida ao pesquisador em 30/03/2022 por Entrevistado D, diretor da Fapesp.

¹⁶ Informação obtida em entrevista concedida ao pesquisador em 02/12/2021 por Entrevistado I, um dos coordenadores da Plataforma IAsmin.

¹⁷ “Data center”, no termo em inglês, mais utilizado.

¹⁸ O Entrevistado I não informou a quanto tempo de serviço prestado esse valor se referia.

De todas as 41 empresas parceiras que integravam os seis CPAs até o fim do nosso levantamento (julho de 2022), 24 (58,5%) eram brasileiras e 17 (41,5%), estrangeiras. Destas, várias eram multinacionais da vanguarda das tecnologias de informação e comunicação (como Ericsson, TIM, Intel, HP, Samsung, IBM e Motorola) e da indústria automotiva e de bens de capital (Siemens, Bosch, Chrysler, Stellantis). Praticamente todas, brasileiras e estrangeiras, já possuíam algum histórico de participação em projetos de inovação junto a ICTs nacionais mediante financiamento público. Na maior parte das vezes, esse vínculo pré-existente com a comunidade acadêmica facilitou a aproximação das empresas para que fizessem parte do programa.

A questão que demonstrou ser a mais sensível no arranjo para a participação das empresas nos CPAs foi a da propriedade intelectual. Segundo os entrevistados, trata-se do item que mais demandou negociações antes do estabelecimento de um acordo, já que diversas situações precisavam ser consideradas a priori¹⁹.

Do ponto de vista do pesquisador, pudemos constatar uma particularidade relativa à mentalidade a qual chamamos de “motivações ideológicas nacionais” ou “motivações ideológicas coletivas”. Falamos aqui das motivações responsáveis por direcionar as pesquisas para determinado rumo, não para atender requisitos burocráticos ou interesses particulares específicos, mas sim para proporcionar ganhos difusos para o Brasil.

Verificamos esse fenômeno junto a três entrevistados: 1) o Entrevistado K²⁰, ao justificar a criação do reBIOS, que é um lago de dados²¹ voltado para o desenvolvimento de aplicações em IA na área de saúde, e o qual seria administrado pela Unicamp, preservando assim seu caráter público ao antecipar-se a uma eventual iniciativa similar pelo setor privado; 2) o Entrevistado F²², ao revelar que a ideia de constituir um CPA como uma rede nacional visava desenvolver o campo da inteligência artificial por mais regiões brasileiras e assim “contribuir mais com o país”; 3) o Entrevistado L²³, que disse esperar que a plataforma para Indústria 4.0 que seria criada para o desenvolvimento de algoritmos para aplicações em IA no ramo industrial fosse apropriada pelo Governo Federal e utilizada para fortalecer a indústria nacional.

O caráter eminentemente interdisciplinar das pesquisas em inteligência artificial foi mais uma constatação de nosso trabalho de campo, coadunando com o que a literatura da área informa.

¹⁹ Por exemplo, de quem será a propriedade intelectual de uma inovação produzida em um CPA que contou com o aporte financeiro de cinco empresas de ramos diferentes? E no caso de empresas que aderirem ao CPA com as pesquisas em andamento, qual será a resolução? E quanto aos pesquisadores, a propriedade intelectual será de todos ou de apenas aqueles envolvidos diretamente na linha de pesquisa que produziu a aplicação tecnológica em questão?

²⁰ Informação obtida em entrevista concedida ao pesquisador em 04/04/2022 por Entrevistado K, um dos coordenadores do BIOS.

²¹ “Data lake”, no termo em inglês, mais utilizado.

²² Informação obtida em entrevista concedida ao pesquisador em 18/11/2021 por Entrevistado F, um dos coordenadores da Rede IARA.

²³ Informação obtida em entrevista concedida ao pesquisador em 11/05/2022 por Entrevistado L, um dos coordenadores do Senai Cimatec.

Isso porque o desenvolvimento de aplicações tecnológicas em IA requer quase sempre a expertise de no mínimo duas ciências completamente distintas: a da computação e a da área para qual a solução é voltada, seja ela engenharia, medicina ou agronomia, por exemplo.

Também observamos alguns dados relevantes na análise da composição do CCI de cada CPA. Foram identificadas 59 universidades, sendo que 56% (33) eram europeias, 22% (13) dos Estados Unidos e 22% (13) de outros países. Um fato curioso é que apenas duas universidades eram chinesas (ou três, se considerarmos a universidade de Taiwan), a despeito de o país ser uma das principais potências nesse campo científico. Também chama atenção o fato de apenas um dos CPAs (BIOS) possuir uma universidade da América Latina em seu CCI.

Como já mencionamos anteriormente, ainda que quase a totalidade dos entrevistados havia expressado que o apoio do Estado brasileiro para o desenvolvimento da IA é insuficiente, todos reconheceram a importância das políticas existentes para o setor, em especial, o programa dos CPAs em IA. Muitos disseram ver nos centros um lugar de formação técnica especializada, não só com os pesquisadores diretamente envolvidos nos trabalhos, mas também com os públicos-alvo das atividades de difusão, em especial, estudantes do ensino médio.

Todos os entrevistados também foram enfáticos em destacar o alto nível dos pesquisadores brasileiros em inteligência artificial, que não deixariam a desejar em nada em relação aos pesquisadores de países mais ricos. O diferencial, uma vez mais, estaria no volume de recursos disponível para os investimentos no setor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nossa pesquisa, apuramos que, no que tange à elaboração e execução de uma estratégia mínima para o desenvolvimento de inteligência artificial no Brasil, quem detém o papel protagonista não é o Governo Federal, mas a *Comunidade de Pesquisa*. Trata-se do conjunto de profissionais envolvidos com as atividades científicas, tecnológicas e acadêmicas, que, em geral, compartilham valores, interesses, ideologias e práticas profissionais (DIAS, 2009, p. 36).

Duas constatações nos permitem fazer essa afirmação acerca desse protagonismo. A primeira delas é a de que, na maioria dos casos, os CPAs em IA foram estruturados em torno de grupos e redes de pesquisadores pré-existentes que já detinham uma agenda de pesquisa própria e a qual acabou mais ou menos preservada na nova configuração institucional. Todos esses grupos e redes, convém frisarmos, foram concebidos por iniciativa espontânea da própria Comunidade de Pesquisa. Esses foram os casos do CIIA-Saúde, CEREIA, Senai Cimatec e Rede IARA. Apenas as pesquisas do BIOS e Plataforma IASmin começaram a ser estruturadas a partir da iniciativa da chamada pública do programa dos CPAs em IA.

A segunda constatação é a de que todos os objetivos de pesquisa dos CPAs que, aos nossos olhos, constituirão um legado estrutural para o Brasil se alcançados, não foram estabelecidos para atender a alguma demanda do Estado brasileiro. Eles são frutos, na verdade, daquilo que chamamos anteriormente de “motivações ideológicas nacionais” ou “motivações ideológicas coletivas” dos próprios pesquisadores. Recapitulando, referimo-nos aqui à Rede IARA e sua abrangência nacional; ao BIOS e seu lago de dados na área da saúde; e ao Senai Cimatec e sua plataforma digital para o desenvolvimento de aplicações em IA voltada para a indústria nacional.

Ao nosso ver, a identificação da existência de motivações ideológicas entre os fatores que influenciam a agenda de pesquisa e o arranjo institucional dos CPAs corrobora a tese acerca da importância da “dimensão político-cultural como elemento imantador, mobilizador das energias coletivas” para o desenvolvimento nacional, concebida por Gramsci (1982) e destacada por Paula (2017, p. 24). Para este último, a análise do autor italiano sobre os processos de desenvolvimento das nações nos convida a identificar

os sujeitos efetivos dos processos históricos-sociais, as classes sociais e seus representantes políticos e culturais, seus intelectuais orgânicos, capazes de vocalizar as aspirações coletivas, mediante a constituição de *identidades coletivas decisivas* tanto para a construção de programas, que sintetizam as visões de mundo e os interesses imediatos das classes sociais, quanto são decisivas, as identidades coletivas, para a mobilização, para a ação coletiva capaz de redefinir a organização política, econômica e social das nações. (PAULA, 2017, p. 26, grifo nosso).

Esse apontamento nos leva a endossar a visão de que, sob uma perspectiva nacional, os rumos do desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) depende não só de recursos financeiros e planejamento estratégico, mas também do nível de força e disseminação de uma *ideologia nacionalista* junto à sociedade a fim de ativar fatores subjetivos que contribuam para um esforço coordenado de diversos agentes que esse tipo de tarefa requer.

Outro ponto que nos chamou bastante atenção concerne à presença de diversas multinacionais estrangeiras integrando os CPAs. Entretanto, não acreditamos que fosse possível que esse aspecto do programa pudesse ter se dado de forma diferente, basicamente por dois motivos. Em primeiro lugar, pela inexistência de grandes empresas brasileiras de tecnologia na maioria das áreas em que as pesquisas são realizadas. Em segundo, pela inexistência de uma política do Estado brasileiro que vise estruturar um ecossistema industrial que opere na fronteira tecnológica, algo já registrado no Brasil em décadas passadas e que foi marca dos países que conseguiram realizar a convergência produtiva²⁴ (MOTOYAMA, 2004; PRATES, 2022).

No âmbito dos CCIs, causou-nos certa reflexão a presença de apenas uma universidade latino-americana em meio aos seis CPAs. Ainda que o predomínio de universidades estadunidenses

²⁴ “*Catch-up*”, no termo em inglês, bastante utilizado.

e europeias seja compreensível por se localizarem em países que atuam na vanguarda da IA, somado ao histórico robusto de intercâmbio cultural com o Brasil (algo não visto, por exemplo, com a China), a ausência de parceria com nossos vizinhos sinaliza uma falta de ambição da Comunidade de Pesquisa brasileira em IA em promover a integração desse campo em nossa região, a qual é preconizada no artigo 4º da Constituição Federal²⁵. No entanto, seria necessário realizar uma investigação mais ampla para confirmar ou não essa hipótese.

Outro elemento de relevância que pudemos constatar diz respeito ao aspecto interdisciplinar das pesquisas em IA. Considerando os prognósticos acerca da tendência à automação generalizada pela inteligência artificial, seria razoável que o Estado brasileiro considerasse realizar mudanças nas grades curriculares de cursos de graduação do país de forma a fazer com que os estudantes saiam formados com algum conhecimento básico em programação e/ou ciência de dados, atendendo, assim, à demanda da interdisciplinaridade que promete ser cada vez mais requisitada com a generalização da inteligência artificial.

É necessário destacar ainda a centralidade da figura do pesquisador para os projetos de desenvolvimento em IA quando comparado à relevância dos equipamentos. Essa assertiva também foi corroborada em nosso trabalho de campo ao constatar que quase a totalidade dos recursos dos CPAs seriam destinados ao pagamento de bolsas e não na aquisição de equipamentos. Não é à toa que com o aumento dos investimentos globais em IA a disputa por talentos nas ciências da computação tenha se recrudescido, fazendo com o que o Brasil siga testemunhando o fenômeno da “fuga de cérebros” (CATANI; FARGONI; JÚNIOR, 2021). Naturalmente, isso nos remete ao imperativo de se incrementar a remuneração de pesquisadores brasileiros em IA como uma das várias medidas necessárias para fortalecer o país nesse campo.

Há, entretanto, um setor crucial em termos de equipamentos que requer uma atenção diferenciada em termos de políticas públicas: os CPDs. Trata-se de uma infraestrutura básica para o desenvolvimento de pesquisas em IA, cujas quais, como já dissemos, requisita quantidades enormes de dados. As empresas que oferecem esse tipo de serviço situam-se principalmente nos Estados Unidos e cobram quantias astronômicas de seus clientes para tal. Essa constatação indica que seria desejável que o Estado brasileiro desenvolvesse mecanismos que enderece essa demanda a fim de assegurar não apenas a viabilidade de pesquisas nacionais em IA como a proteção contra ameaças relativas à apropriação de resultados da produção científico-tecnológica brasileira que se encontrem armazenadas em solo estrangeiro.

²⁵ “Parágrafo único. A República Federativa do Brasil buscará a integração econômica, política, social e cultural dos povos da América Latina, visando à formação de uma comunidade latino-americana de nações.” (BRASIL, 1988, não p.).

A partir das evidências que coletamos em nossa investigação e à luz da revisão da literatura, podemos afirmar, com certa segurança, que o Estado brasileiro não trata a inovação tecnológica em IA como uma questão estratégica, endossando nossa condição de país subdesenvolvido e dependente no plano mundial. Os argumentos para sustentar essa tese não se resumem tão somente à constatação de que o financiamento do programa está aquém do ideal. Eles se baseiam, principalmente, na análise que toma como referência a EBIA, que vem a ser o documento oficial para nortear as ações brasileiras no setor.

Lembremos, em primeiro lugar, que a EBIA foi publicada em maio de 2021, quando os três principais programas do Governo Federal para a promoção de inteligência artificial até então já tinham sido lançados. Foi esse, aliás, um dos motivos para que as quatro áreas temáticas em que os CPAs em IA deveriam atuar (saúde, agricultura, indústria e cidades inteligentes) tenham vindo das diretrizes do Plano Nacional de Internet das Coisas – em uma decisão tomada *ad hoc* durante reunião ordinária do MCTI, conforme nos relatou o Entrevistado N²⁶. Apesar de os campos da Internet das Coisas e Inteligência Artificial serem tangenciais e, muitas vezes, se sobrepõem, não nos parece razoável que as diretrizes concebidas para um campo sejam usadas para programas de outro, sobretudo quando essa decisão aparenta ter sido tomada com algum grau de improvisação.

Há aí, ao nosso ver, uma clara falta de coordenação entre estratégia oficial para o setor e as políticas de Estado para executá-la, o que parece dar razão às críticas públicas de especialistas feitas à EBIA quando de seu lançamento. Seu teor genérico, a ausência de prazos, de vínculos orçamentários e da definição de prioridades, menos do que um eventual erro, reflete mais a falta de uma postura estratégica para o desenvolvimento nacional em IA.

Além disso, devemos ainda destacar a completa ausência de medidas coordenadas em diversos âmbitos da gestão econômica para o desenvolvimento da indústria nacional, que é o lócus por excelência da inovação tecnológica. Essas medidas são tão diversas quanto políticas de juros, de câmbio, de crédito, de tarifas alfandegárias, entre outras, sem as quais o processo de convergência tecnológica em um país torna-se impossível (SUZIGAN, 2017).

No caso das políticas do Estado brasileiro para o desenvolvimento de IA, não verificamos nenhum desses elementos, o que explicita a debilidade do Sistema Nacional Inovação do país. O que vemos são apenas alguns instrumentos jurídicos de isenção fiscal e programas gestados no âmbito do MCTI e de alguns órgãos estaduais que visam promover a inovação dessa tecnologia à luz do conceito da “tripla hélice”²⁷. Apesar de importantes, e de elevarem as capacidades do Brasil nesse campo, são claramente insuficientes se o propósito é fazer com que o país atinja outro patamar em termos de

²⁶ Informação obtida em entrevista concedida ao pesquisador em 01/04/2022 por Entrevistado N, técnico do MCTI.

²⁷ O termo se refere à interação envolvendo academia, setor privado e governo para a promoção da inovação tecnológica.

indústria, de geração renda e de bem-estar social, que é basicamente o que todos os países almejam com o desenvolvimento tecnológico autóctone.

Por outro lado, cabe-nos ressaltar o papel absolutamente vital que a Comunidade de Pesquisa desempenha em termos de planejamento e realização de políticas para a promoção do desenvolvimento da CT&I no Brasil. Ainda que de forma descentralizada e espontânea, é isso o que constatamos quando vemos que diversos projetos que visam causar um impacto estrutural positivo para o Brasil – como a rede nacional da Rede IARA, o reBIOS e a plataforma para Indústria 4.0 – foram concebidos pelos próprios pesquisadores envolvidos nos CPAs e não por órgãos de planejamento estratégico do Estado brasileiro.

Essa constatação nos permite endossar duas teses. A primeira delas diz respeito ao papel absolutamente fundamental das universidades públicas para o desenvolvimento da CT&I no Brasil, não só como espaço de produção de conhecimento, mas também de formuladora não oficial de políticas públicas. A segunda, que está atrelada diretamente à primeira, diz respeito ao fato de o sistema técnico-científico brasileiro erigido durante o período nacional-desenvolvimentista do país (1930-80) configurar uma espécie de *dependência de trajetória*²⁸ positiva, já que é nesse sistema que a Comunidade de Pesquisa que falamos atua (MOTOYAMA, 2004; NORTH, 1990).

Uma pergunta que surge inevitavelmente diante dessas afirmações é a seguinte: se os grupos políticos que compõem o Estado brasileiro seriam sócios, em maior ou menor escala, de nossa dependência e subdesenvolvimento, perpetuando nossa situação de consumidores de produtos e serviços de alta tecnologia produzidos pelos países avançados, por quais motivos então as políticas para a promoção de CT&I seguem existindo? Segundo nossa avaliação, esses motivos seriam dois.

Em primeiro lugar, pelo interesse dos grupos que se apresentam como partes interessadas na manutenção dessa política, no caso, a Comunidade de Pesquisa, a burocracia de órgãos governamentais e empresas beneficiárias do aporte de recursos públicos. Os dois primeiros estariam motivados, principalmente, pelo fato de que são essas políticas que justificam suas existências, enquanto o terceiro teria como motivação a possibilidade de economizar recursos no processo de desenvolvimento de novas tecnologias.

Em segundo lugar, acreditamos que a manutenção de políticas de CT&I são uma forma de preservar certa hegemonia moral na sociedade pelos grupos políticos que compõem e, sobretudo, dirigem o Estado brasileiro. Se, na prática, a promoção de CT&I lhes é indiferente, a inexistência

²⁸ “A dependência de trajetória é uma forma de restringir conceitualmente o conjunto de escolhas e vincular a tomada de decisões ao longo do tempo. Não é uma história de inevitabilidade em que o passado prediz nitidamente o futuro. [...] Uma vez que um caminho de desenvolvimento é definido em um determinado curso, as externalidades da rede, o processo de aprendizagem das organizações e a modelação subjetiva historicamente derivada das questões reforçam o curso.” (NORTH, 1990, p. 98-99, tradução nossa).

dessas políticas poderia gerar contestações por diversos setores da sociedade, o que causaria ameaças do ponto de vista de governança.

Por fim, nossa última consideração é a de que, apesar das limitações do financiamento, o arranjo institucional proporcionado pelos CPAs em IA deve cumprir um papel significativo para o futuro da ciência, tecnologia e inovação do Brasil. Se atualmente, em que o país carece de uma política estrutural de desenvolvimento tecnológico, ele já é auspicioso, é certo que os CPAs devem ser ainda mais profícuos em um futuro no qual o Brasil eventualmente adote uma orientação desenvolvimentista.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, A; GANS, J; GOLDFARB, A. Economic policy for artificial intelligence. *In: Innovation policy and the economy*, v. 19, n. 1, p. 139-159, 2019.

ALBUQUERQUE, E. M. **Agenda Rosdolsky**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2012.

ALBUQUERQUE, E. M. Nathan Rosenberg: historiador das revoluções tecnológicas e de suas interpretações econômicas. *In: Revista Brasileira de Inovação*, n. 16, p. 9-43, jan.-jun. 2017.

ARNTZ, M.; GREGORY, T.; ZIERAHN, U. The risk of automation for jobs in OECD countries: a comparative analysis. *In: OECD Social, Employment, and Migration Working Papers*, n. 189, 14 mai. 2016.

BIELSCHOWSKY, R. (org.). **Cinquenta anos de pensamento na Cepal**. Rio de Janeiro: Record, 2000.

BRASIL. **Decreto nº 9854**, de 25 de junho de 2019. Institui o Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas. Brasília, DF: Secretaria-Geral, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9854.htm. Acesso em: 20 set. 2022.

BRASIL. **Lei nº 10.973**, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Brasília, DF: Secretaria-Geral, 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm. Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 13.755**, de 10 de dezembro de 2018. Institui o Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística, entre outros. Brasília, DF: Secretaria-Geral, 2018b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13755.htm. Acesso em: 1 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial**. Brasília, DF: MCTI, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/arquivosinteligenciaartificial/ebia-diagramacao_4-979_2021.pdf. Acesso em: 1 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital**. Brasília, DF: MCTIC, 2018a. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategia-de-governanca-digital/eDigital.pdf>. Acesso em: 1 out. 2022.

BRESNAHAN, T.; TRAJTENBERG, M. **General purpose technologies: ‘engines of growth’?** Artigo em andamento. Cambridge: NBER, 1992.

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies**. Nova Iorque: W. W. Norton & Company, 2014.

CARDOSO, A. As cadeias de produção global e as novas formas do imperialismo hoje. *In: Revista Estudos do Sul Global*, v. 1, n. 1, 2021.

CARDOSO, F. H.; FALETTO, E. **Dependência e desenvolvimento na América Latina: ensaio de interpretação sociológica**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.

CATANI, A. M.; FARGONI, E. H.; JÚNIOR, J. A diáspora de cérebros. **A terra é redonda**, 31 out. 2021. Disponível em: <https://aterraeredonda.com.br/a-diaspora-de-cerebros/>. Acesso em: 15 out. 2022.

CENTROS de pesquisa em engenharia. **Fapesp**, [202-]. Disponível em: <https://www.fapesp.br/cpe/sobre>. Acesso em: 3 jul. 2022.

CHAMADA de propostas Fapesp-MCTIC-CGI.BR para centros de pesquisas aplicadas em inteligência artificial. **Fapesp**, 20 dez. 2019. Disponível em: <https://fapesp.br/13896/chamada-de-propostas-fapesp-mctic-cgibr-para-centros-de-pesquisas-aplicadas-em-inteligencia-artificial>. Acesso em: 23 jul. 2021.

CORDEIRO, V. D. Novas questões para sociologia contemporânea: os impactos da inteligência artificial e dos algoritmos nas relações sociais. *In: COZMAN, F. G.; NERI, H; PLONSKI, G. A. (orgs.). Inteligência artificial [livro eletrônico]: avanços e tendências*. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021.

COZMAN, F. G. No canal da inteligência artificial: nova temporada de desgrehados e empertigados. *In: Estudos Avançados*, n. 101, v. 35, p. 37-49, 2021.

COZMAN, F. G.; NERI, H. O que, afinal, é inteligência artificial? *In: COZMAN, F. G.; NERI, H; PLONSKI, G. A. (orgs.). Inteligência artificial [livro eletrônico]: avanços e tendências*. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021.

DIAS, R. B. **A trajetória da política científica e tecnológica brasileira: um olhar a partir da análise de política**. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

DOSI, G.; NELSON, R. Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. *In: HALL, B.; ROSENBERG, N. (orgs.). Handbook of the economics of innovation*. Vol. 1. Amsterdã: North Holland, 2010.

DYER-WITHEFORD, N; KJØSEN, A. M.; STEINHOFF, J. **Inhuman power: artificial intelligence and the future of capitalism**. Londres: Pluto Press, 2019.

FAPESP, MCTI e CGI.br anunciam a criação de seis centros de pesquisa em inteligência artificial. **Agência Fapesp**, 5 mai. 2021. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/fapesp-mcti-e-cgibr-anunciam-a-criacao-de-seis-centros-de-pesquisa-em-inteligencia-artificial/35787/>. Acesso em: 17 jul. 2022.

FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in historical perspective. *In: Cambridge Journal of Economics*, n. 19, p. 5-24, 1995.

FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *In: Technological Forecasting and Social Change*. v. 114, p. 254-280, 2013.

GODIN, B. **Models of Innovation**: the history of an idea. Londres: The MIT Press, 2017.

GRAMSCI, A. **Os intelectuais e a organização da cultura**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982.

GRAY, M. L.; SURI, S. **Ghost work**: how to stop Silicon Valley from building a new global underclass. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2019.

HARVEY, D. **Condição pós-moderna**: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. São Paulo: Loyola, 1989.

HETEROMAÇÃO do trabalho: entrevista com Hamid Ekbia. **Digilabour**, 4 jul. 2019. Disponível em: <https://digilabour.com.br/hamid-ekbia-heteromacao-do-trabalho/>. Acesso em 1 set. 2022.

IENCA, M; JOBIN, A; VAYENA, E. The global landscape of AI ethics guidelines. *In: Nature Machine Intelligence*, v. 1, n. 9, p. 389–399, 2019.

IRANI, L. The hidden faces of automation. *In: The ACM Magazine for Students*, vol. 23, n. 2, p. 34-37, 2016.

JOLER, V.; PASQUINELLI, M. **The nooscope manifested**, [2020]. Disponível em: <https://nooscope.ai/>. Acesso em: 23 jul. 2021.

KAPLAN, J. **Artificial intelligence**: what everyone needs to know. Nova Iorque: Oxford University Press, 2016.

KNIGHT, K.; NAIR, S. B.; RICH, E. **Artificial intelligence**. 3. ed. Nova Déli: McGraw-Hill, 2010.

LEE, K. F. **AI superpowers**: China, Silicon Valley and the new world order. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2018.

LEMOS, R. Estratégia de IA brasileira é patética. **Folha de S. Paulo**, 11 abr. 2021. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/colunas/ronaldolemos/2021/04/estrategia-de-ia-brasileira-e-patetica.shtml>. Acesso em: 23 jul. 2021.

LUNDEVALL, B. (org.) **National systems of innovation**: towards a theory of innovation and interactive learning. Londres: Anthem Press, 1992.

MARINI, R. M. **Subdesenvolvimento e revolução**. Florianópolis, Editora Insular, 2017.

MARX, K. **Grundrisse**: manuscritos econômicos de 1857-1858: esboços da crítica da economia política. Rio de Janeiro: Boitempo, 2011.

MCCARTHY *et al.* **A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence**. 31 ago. 1955. Disponível em: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>. Acesso em: 23 jul. 2021.

MCCARTHY, J. **The question of artificial intelligence**. 13 jun. 2000. Disponível em: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/reviews/bloomfield/bloomfield.html>. Acesso em: 1 ago. 2021.

MCQUILLAN, D. **Manifesto on algorithmic humanitarianism**. 16 fev. 2018. Disponível em: <https://www.opendemocracy.net/en/manifesto-on-algorithmic-humanitarianism/>. Acesso em: 23 jul. 2021.

MESA redonda C4AI - AI em foco: centros brasileiros de inteligência artificial. [S. l.: s. n.], 24 jun. 2021. 1 vídeo (153 min). Publicado pelo canal C4AI USP. Disponível em: <https://youtu.be/34sz3j1fQ6k>. Acesso em: 30 jun. 2021.

MOTOYAMA, S. (org.). **Prelúdio para uma história**: ciência e tecnologia no Brasil. São Paulo: EDUSP, 2004.

NORTH, D. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PAULA, J. A. O desenvolvimento econômico em perspectiva histórica. *In*: ALBUQUERQUE, E. M. (org.). **Metamorfozes do capitalismo e processos de catch-up**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017.

PEREZ, C. **Technological revolutions and financial capital**: the dynamics of bubbles and golden ages. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2002.

PRATES, B. P. China na revolução digital: catch-up, leapfrogging e planejamento estatal. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA INDUSTRIAL, 6., 2022, Salvador, BA. **Anais [...]**. Salvador: ABEIN/SENAI CIMATEC, 2022. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/vi-enei/851.pdf>. Acesso em: 1 out. 2022.

PRICE, H; VOLD, K. Living with AI. *In*: **Research Horizons**, n. 35, p. 20-21, 2018.

ROSENBERG, N. **Schumpeter and the endogeneity of technology**: some American perspectives. London: Routledge, 2000.

SABOYA, F. Existe mesmo uma estratégia brasileira de inteligência artificial? **Anprotec**, 13 abr. 2021. Disponível em: <https://anprotec.org.br/site/2021/04/existe-mesmo-uma-estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 23 jul. 2021.

SANTOS, T. **Revolução científico-técnica e capitalismo contemporâneo**. Petrópolis: Vozes, 1983.

SCHUMPETER, J. **Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalism process**. Nova Iorque: McGraw-Hill Book Company, 1939.

SCHUMPETER, J. **Capitalismo, socialismo e democracia** [livro eletrônico]. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

SICHMAN, J. S. Inteligência artificial e sociedade: avanços e riscos. *In: Estudos Avançados*, n. 101, v. 35, p. 37-49, 2021.

STEINHOFF, J. **Automation and autonomy**: labour, capital and machines in the artificial intelligence industry. Cham: Palgrave Macmillan, 2021.

SUZIGAN, W. Elementos essenciais da política industrial. *In: ALBUQUERQUE, E. M. (org.). Metamorfoses do capitalismo e processos de catch-up*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017.

TAYLOR, A. The automation charade. *In: Logic Magazine*, n. 5, 2018.

TOWNSHEND, P. How is AI regulated around the world? **Smartframe**, 28 ago. 2022. Disponível em: <https://smartframe.io/blog/how-is-ai-regulated-around-the-world/>. Acesso em: 10 set. 2022.