

O PROJETO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PERSPECTIVA DE JOHN SEARLE: UMA REFLEXÃO ÉTICA SOBRE APRENDIZAGEM E PRÁTICA DOCENTE

Kleber Bez Birolo Candiotto

INTRODUÇÃO

Na segunda metade do século XX, a neurociência e as ciências cognitivas ampliaram significativamente o conhecimento a respeito de capacidade humana de conhecer o mundo e a si mesmo. O otimismo resultante desses avanços científicos ensejou projetos de replicação ou até mesmo de ampliação da capacidade cognitiva humana que culminaram no ramo de investigação científica denominado Inteligência Artificial (IA), termo que John McCarthy trouxe pela primeira vez no seminário de Dartmouth em 1956, ao qual estiveram presentes Marvin Minsky, Claude Shannon, Allen Newell, Herbert Simon, entre outros pioneiros da ciência da computação. (HANDERSON, 2007).

Com os avanços científicos e de engenharia da IA, a própria natureza da inteligência reaparece como objeto de investigação filosófica. Afinal, se o projeto da IA estiver certo, a mente humana não seria mais que um programa instanciado num meio físico qualquer, como o cérebro ou uma máquina computacional. Assim, as atividades cognitivas poderiam não apenas serem reproduzidas artificialmente, mas também melhoradas com a sofisticação da programação. Autores como John Searle alertam sobre os exageros dessa pretensão reducionista da inteligência humana, procurando apresentar a ambiguidade no entendimento de intencionalidade. Embora John Searle reporte sua crítica à IA do final do século

XX, este texto procura sustentar que, mesmo com os notáveis avanços da IA contemporânea, suas críticas ainda se fazem pertinentes para identificar a distinção entre inteligência humana e IA. Com base nesse pressuposto distintivo, é possível refletir sobre os impactos da IA na educação, especificamente sobre a aprendizagem, e suas consequências no papel do professor.

Embora verse consideravelmente sobre questões ontológicas da inteligência, com a apresentação de conjecturas atuais para um futuro próximo da IA, o presente texto tem a intenção final de problematizar o papel do professor diante dos desafios da aprendizagem no contexto das superinteligências. Trata-se, portanto, de uma nova responsabilidade docente, com exigências éticas fundamentais, em que a artificialização de determinadas capacidades cognitivas já alcançadas pela IA esgotaram papéis de transmissor de informação ou facilitador de conhecimento, mas propiciam uma educação voltada com maior atenção às atividades propriamente humanas, como reflexão e criatividade.

PROBLEMAS FILOSÓFICOS DO PROJETO DA IA

Com o objetivo de identificar as condições estruturais e materiais para artefatos artificiais realizarem comportamentos inteligentes, a Inteligência Artificial trouxe implicações muito além de seu propósito técnico advindo das ciências da computação. No campo da filosofia, talvez a maior implicação tenha sido a hipótese de as máquinas produzirem pensamento, o que sugere a existência da mente artificial. O pioneiro dessa hipótese, Alan Turing, considerava que, assim como a força física dos homens havia sido largamente expandida com o surgimento das máquinas a vapor da Revolução Industrial, também a atividade cognitiva de pensar racionalmente, habilidade até então exclusiva da espécie humana, poderia ser reproduzida e intensificada pelas máquinas computacionais.

Turing, em **Computing machinery and intelligence**, revolucionário artigo de 1950, procurou provar a possibilidade de uma máquina exibir comportamento inteligente equivalente aos humanos. Essencialmente, o teste consistia na tentativa de um grupo de avaliadores, numa sala, descobrir se as respostas dadas a suas perguntas a dois monitores eletrônicos na parede (um monitor conectado a um computador e outro a um humano) vinham de um computador ou de um humano. Se os avaliadores não soubessem distinguir com evidências se a resposta fora dada por um computador ou por uma pessoa, significaria que a máquina passara no teste, logo, seria possível afirmar que exibiria comportamento inteligente. “A nova formulação do problema pode ser descrita em termos de um jogo a que nós chamamos ‘jogo da imitação’”. (TURING, 1950, p. 434).

É possível identificar uma marca behaviorista na conclusão de Turing, dado ser do comportamento da máquina que se deduz sua possível inteligência. Todavia, essa conclusão ainda leva a crer que o pensamento pode ser entendido sob o aspecto computacional, ou seja, sob uma perspectiva de processamento de dados representados simbólica e binariamente.

Visto dessa forma, o teste de Turing soa demasiadamente simplista. Contudo, sua tese do pensamento como computacional foi determinante para o surgimento e aprimoramento da ciência

cognitiva. Por ser ainda rudimentar, o computador na época de Turing não tinha tecnologia suficiente para realizar uma imitação do comportamento humano capaz de passar no seu teste¹, todavia sua concepção adiantou uma série de desafios, entre eles, os pressupostos ontológicos e as opções metodológicas de um campo de investigação própria, denominado ciências cognitivas. Gardner (2003) sistematizou os fundamentos epistemológicos das ciências cognitivas: 1) atividades cognitivas humanas devem ser tomadas como representações mentais, com a criação de um nível de análise distinto do biológico e do cultural; 2) o computador é o modelo de compreensão do funcionamento da mente humana; 3) no nível de análise cognitiva, fatores não cognitivos, tais como emocionais, culturais ou históricos, devem ser isolados; 4) as pesquisas em ciências cognitivas devem ser interdisciplinares, dada a complexidade de seu entendimento; 5) antigas questões da agenda filosófica são retomadas, mas com um aporte empírico.

Mesmo considerando todo o avanço científico que a ciência cognitiva proporcionou desde Turing até o final do século XX, a IA como um projeto de imitação da inteligência humana foi objeto de consistentes críticas. Dentre os filósofos contrários às pretensões de reprodução da inteligência humana, destaca-se John Searle, que concebe duas versões de projeto de inteligência artificial: um projeto ‘fraco’, que idealiza o computador como uma referência metafórica ou como um instrumento que simula situações aparentemente racionais; e outro ‘forte’, cunhado por Searle como IA Forte, que considera ser o computador a base para a construção de uma mente artificial.

A IA Forte é considerada por Searle (1980; 1999) como inócua, uma vez que a linguagem computacional está adstrita aos processos sintáticos, não alcançando os processos semânticos da linguagem genuinamente humana. Com o célebre experimento mental da ‘sala chinesa’², Searle procura sustentar que a imitação proposta pelo teste de Turing não é suficiente para provar que as máquinas pensam. No experimento, Searle convida imaginar uma pessoa numa sala, de posse de um dicionário chinês-inglês contendo todas as regras gramaticais dos dois idiomas, com a incumbência de traduzir uma folha do chinês para o inglês, porém essa pessoa não fala e não entende chinês, somente faz a substituição dos ideogramas para seu idioma, que é o inglês. Ao terminar a tradução em outra folha, ele a envia por uma janela a outra pessoa fora da sala, que não sabe nada a respeito do que se passa no interior da sala. Mesmo que essa pessoa fora da sala receba a folha com o conteúdo em inglês, é possível dizer que há no interior da sala um falante da língua chinesa? Para Searle, a resposta é veementemente não, pois o que acontece no interior da sala é apenas uma manipulação de símbolos com base em regras ajustadas, sem conhecimento de seu significado. O mesmo ocorre com os computadores, segundo Searle, que manipulam símbolos, sem qualquer domínio de seu significado. Por assim ser, o projeto forte da inteligência artificial está assentado nesse equívoco, visto que a máquina computacional está adstrita tão somente a seguir regras formais previamente programadas para manipular símbolos, sem qualquer compreensão dos significados destes símbolos.

O projeto fraco da inteligência artificial, por sua vez, fornece comparações produtivas para o entendimento dos processos mentais, muito embora não seja uma representação fiel da capacidade mental humana. Por essa razão, a consciência passou a ser entendida por Searle com um fenômeno natural exclusivo dos humanos, passível de compreensão com base em seu *status* ontológico subjetivo.

Searle considera que, por serem puramente formais e sintáticos, os programas computacionais jamais podem ser tomados como idênticos a processos mentais. A inteligência humana é composta não somente por habilidades sintáticas, mas também por habilidades semânticas. Além do mais, estas não são derivadas das sintáticas, uma vez que pressupõem intencionalidade³, conceito central na agenda de pesquisa de Searle.

A razão por que nenhum programa de computador pode alguma vez ser uma mente é simplesmente porque um programa de computador é apenas sintático, e as mentes são mais do que sintáticas. As mentes são semânticas, no sentido de que possuem mais do que uma estrutura formal, têm um conteúdo. (SEARLE, 1997, p. 39)

A habilidade humana semântica é intencional, uma vez que o conceito de intencionalidade se reporta à capacidade de a mente representar objetos. Todavia, a intencionalidade não se reduz à simples compreensão do significado de uma palavra obtido pelo significado de outras palavras, assim como no dicionário. Intencionalidade, no entender de Searle, requer crenças e desejos sobre a palavra, algo que não se produz de maneira puramente formal. Intencionalidade pressupõe um conteúdo mental e mais um estado mental sobre esse conteúdo (crenças e desejos). Para Searle, o computador está limitado ao conteúdo mental, que pode ser representado por símbolos, mas não tem crenças ou desejos sobre esses símbolos. Por mais que se implemente um dicionário com grande capacidade em um computador, o que ele fará será sempre a substituição de símbolos, sem que existam crenças ou desejos associados a esses símbolos. O que levaria um computador a executar uma ação de desligar uma TV seria certa quantidade de símbolos previamente programados, tais como tempo de funcionamento, temperatura do equipamento, ausência de pessoas por determinado tempo no ambiente (identificado por sensores), mas jamais seria o ‘desejo’ de silêncio ou a ‘crença’ de que, se não dormir mais cedo, estará cansado no dia seguinte.

Feita essa consideração sobre a intencionalidade, Searle (1997) admite existir um uso ambíguo do termo quando nos referimos, por exemplo, aos computadores. Para isso, Searle forjou a distinção entre ‘intencionalidade original’ e ‘intencionalidade derivada’, entendendo que a original advém de uma atividade mental, ou seja, com a existência de estados mentais associados a um conteúdo, como na frase ‘eu quero desligar a TV’. Já a intencionalidade derivada é o uso metafórico, em frases como ‘a TV não quer ligar’, que carregam implícito o ‘como se’. No exemplo, a TV está com o cabo de energia elétrica conectado, há energia elétrica na casa, o botão do controle acionado é o correto, portanto, é ‘como se’ a TV não quisesse ligar. A intencionalidade do programa de computador é derivada da intencionalidade original do ser humano que o produziu. O que fica subentendido nessa clássica distinção de Searle é que a intencionalidade derivada não se desvinculará de sua condição metafórica, ou seja, nunca se elevará à intencionalidade original.

A crítica de Searle foi dirigida à pesquisa sobre IA da década de 1980, quando a referência principal de computação era Turing e a internet sequer estava difundida. O modelo de computação de Turing era de caráter imitativo: a máquina poderia ser considerada pensante se um testador não conseguisse distinguir a identidade (máquina ou humano) da entidade emissora da resposta.

Desde a década de 1940, de acordo com Bostrom (2014), já havia a expectativa de serem criadas máquinas equivalentes a seres humanos em inteligência que associa senso comum⁴ e habilidades para aprender e raciocinar em uma ampla gama de domínios naturais e abstratos. Embora Turing já tenha aventado na década de 1940 que computadores no futuro poderiam aprender mediante sua interação com o meio, o modelo de ‘máquina pensante’ existente até a década de 1980 ainda era imitativo.

PERSPECTIVAS CONTEMPORÂNEAS DA IA

A austera advertência de Searle quanto à inviabilidade do projeto forte da inteligência artificial se reportava ao modelo computacional existente até o fim do século XX. Já na segunda década do século XXI, o modelo de inteligência artificial tem se desenvolvido exponencialmente, desvinculando-se, inclusive, da referência à inteligência humana para o surgimento de outra forma de inteligência.

Computadores atuais já têm a capacidade de copiar, variar e selecionar as informações. No entanto, pesquisadores como Moravec (1988) destacam que será uma questão de tempo para as máquinas serem capazes de realizar a própria manutenção, replicação e aperfeiçoamento sem nenhuma interferência humana. Kurzweil vai além e considera que as “máquinas irão acumular conhecimento por conta própria, aventurando-se no mundo físico, aproveitando toda a variedade de serviços e informações de mídia, e compartilhar conhecimento umas com as outras”. (2007, p. 20). Para que as máquinas alcancem esse patamar de autonomia, algumas condições devem ser satisfeitas: adquirir habilidade de autorreparo e autorreprodução; demonstrar inteligência sem emoção ou empatia; desenvolver instinto de sobrevivência; desvincular-se da dependência e do controle de humanos. (BROOKS, 2003).

Os autores que sustentam a autonomia inteligente das máquinas empregam argumentos que destacam determinadas vantagens do artificial sobre o biológico. Por exemplo, Bostrom (2014) argumenta salientando a maior capacidade de conexão das máquinas, uma vez que os computadores podem estabelecer tantas conexões quanto a física permitir, enquanto o cérebro humano tem uma quantidade limitada de neurônios (aproximadamente 85 bilhões) que não lhe permite uma capacidade maior de conexões. Também Moravec (1999) ressalta a vantagem de aprendizagem no meio artificial, uma vez que os humanos aprendem individualmente, enquanto as máquinas transferem direta e concomitantemente informações de uma para outra e em rede. Outra vantagem possível dos mecanismos digitais está relacionada às atividades dos neurônios, as quais são atividades menos concentradas no controle de informação e muito mais voltadas a seus processos vitais. Estima-se que os neurônios executem apenas duzentos cálculos por segundo (KURZWEIL, 2007), enquanto os circuitos eletrônicos podem executar algo em torno de cem bilhões de operações por segundo⁵. Vale destacar ainda que o cérebro humano combina métodos digitais e analógicos, enquanto grande parte dos computadores atuais é completamente digital, o que garante mais segurança às informações armazenadas. (KURZWEIL, 2014).

Com esses fundamentos, e diante do crescimento exponencial da capacidade de processamento das máquinas computacionais, Kaku (2001) aventa que até 2030 as máquinas manifestarão capacidade

imaginativa, refletindo o mundo e prevendo as consequências de suas ações. Isso levará, até meados do século, à possibilidade de as máquinas produzirem emoções primitivas, reconhecerem vozes e terem discernimento.

Esse possível cenário coloca em questão se há possibilidade de o ser humano interferir no progresso das máquinas computacionais e no aparecimento das máquinas inteligentes. Blackmore (1999) considera um ponto sem volta, uma vez que há uma expansão mútua e de retroalimentação entre internet e máquinas computacionais. Se a capacidade algorítmica alcançar o controle da própria fonte de energia e recursos, os seres humanos se tornarão dispensáveis para o progresso da inteligência artificial.

Assim como Blackmore, Moravec (1988) procura sustentar que a humanidade caminha em direção à era das máquinas inteligentes. É notória a expansão da presença da IA no cotidiano dos humanos. Essa presença, ao se estabelecer paulatinamente nas mais diversas atividades da vida comum das pessoas, causa certa invisibilidade das máquinas computacionais, o que Kaku (2001) designa por ‘computação onipresente’. Com base nesse raciocínio, Kurzweil (2007) afirma que, nas primeiras décadas do século XXI, emergiu uma nova forma de inteligência na Terra em coexistência com a inteligência humana. Se antes inteligência era a capacidade de raciocinar, atualmente inteligência é também poder computacional. (TEIXEIRA, 2009).

O ser humano, portanto, perderia a soberania de inteligência no planeta ao criar, com sua inteligência, outra forma de inteligência que será significativamente superior à sua: a superinteligência. Esta emerge com a presença de “um intelecto que supere amplamente a *performance* cognitiva de humanos em praticamente todos os domínios de interesse”. (BOSTROM, 2014, p. 22). O advento da superinteligência, de acordo com Teixeira, eliminaria a linha divisória entre robôs e humanos com o aparecimento da civilização ‘homem-máquina’, com a fusão entre a existência biológica e a tecnologia humana, o que resultaria no que Kurzweil (2005) denomina de singularidade, a qual consiste em um momento ‘singular’ em que a capacidade algorítmica computacional e a capacidade cognitiva humana se equivaleriam, mas que, passado esse momento, esta seria superada por aquela. Com a existência da superinteligência, a sofisticação dos processos internos de um sistema computacional poderia promover a simulação minuciosa da mente humana, tornando a máquina virtualmente consciente. Com a compreensão da psicologia humana e da sociologia, por exemplo, a superinteligência seria capaz de realizar trilhões de simulações conscientes para que a ação possa ser percebida de forma consciente.

Vista disjuntivamente, a superinteligência pode ser compreendida como uma possibilidade adstrita às máquinas computacionais e que, por assim ser, essas máquinas tornarão a capacidade cognitiva humana obsoleta ou inferiorizada, suscetível de domínio. Todavia, não é dessa forma que autores como Kurzweil e Blackmore a compreendem. Em vez do domínio das máquinas sobre os humanos, haveria a fusão da humanidade com as superinteligências artificiais, dando início à era dos ciborgues⁶. As limitações biológicas dos cérebros e corpos humanos seriam minimizadas ou superadas para que seja possível até mesmo prolongar a vida para o tempo desejável. Com a fusão entre a existência biológica

e a tecnológica, em um mundo da pós-singularidade, não haveria “mais distinção entre humano e máquina ou entre realidade física e realidade virtual”. (KURZWEIL, 2005, p. 9). É nesse sentido que surge o transumanismo, entendido como uma linha de pensamento que aposta na superação dos limites da atual condição humana. Assim, a pós-humanidade seria uma ampliação das possibilidades de ser no mundo.

Esses influentes autores procuram sustentar a viabilidade de máquinas computacionais alcançarem o que Searle nega ser possível: terem intencionalidade original. Como visto, Searle aprofunda a noção de intencionalidade para diferenciar aquilo que é genuinamente inteligente daquilo que não o é, embora pareça ser. Assim, as máquinas computacionais estariam reclusas à intencionalidade derivada? Seria essa a condição suficiente para inviabilizar o triunfo do projeto da Inteligência Artificial Forte que os transumanistas já anunciam, prevendo sua data? O argumento de Searle de que a intencionalidade intrínseca é exclusivamente humana é um dos fundamentos da tradição filosófica que rejeita o projeto de Turing. Como o computador não tem intencionalidade original, não é possível falar de compreensão e menos ainda de consciência da máquina, como Searle sustenta.

O papel da filosofia, na emergência das superinteligências, precisa de readequação, dada a enorme profundidade e complexidade com que a tecnologia computacional tem se desenvolvido. Assim, está cada vez mais distante a sintonia do filósofo com os resultados científicos atuais. Eis o motivo da crítica de Dennett (2009, p. 233) ao considerar que há muitos motivos para os filósofos serem vistos com desconfiança pela comunidade científica que aborda especialmente a inteligência artificial. Para ele, a atitude crítica dos filósofos pode ser vista como destrutiva, uma vez que não ajuda a elaborar procedimentos para superar os problemas que sua crítica filosófica identifica.

IMPACTOS DA IA NA EDUCAÇÃO: APRENDIZAGEM E PAPEL DO PROFESSOR

A filosofia, diante dos resultados surpreendentes da tecnologia contemporânea quanto aos processos algorítmicos das máquinas computacionais, parece não acompanhar aos avanços da ciência. À filosofia, portanto, cabe avaliar os avanços científicos dessa nova modalidade de inteligência e também reconsiderar a inteligência humana sob um novo prisma, especialmente no que se refere ao futuro da educação. Assumir as possibilidades previstas pelo transumanismo é uma forma de se adiantar a questões filosoficamente relevantes e, talvez, inevitáveis. Entre estas questões filosóficas estão os problemas éticos decorrentes da profunda influência da IA no contexto educacional. Para Popenici e Kerr,

Desde então [2007], o iPhone não apenas incorporou tecnologias inovadoras que pareciam impossíveis há alguns anos sobre como acessamos e usamos informações (como identificação de impressões digitais e assistente ‘inteligente’ Siri), mas essa tecnologia introduziu uma mudança cultural significativa com

impactos em nossas vidas cotidianas. De todo modo, se mudarmos o foco dos ‘cyborgs’ da ficção científica para a ideia de capacidade aumentada para professores e alunos, não é irrealista considerar que cyborgs – ou ‘cruzamentos’ de humanos e máquinas – serão em breve uma realidade no ensino [...] do futuro próximo. (2017, p. 6).

Um problema ético, como se sabe, diz respeito não ao ‘ser’, mas ao ‘dever ser’. Portanto, cabe agora levantar algumas questões sobre esse dever ser no campo educacional, considerando o resultado da discussão anterior, que apresentou um dos principais debates filosóficos atuais sobre IA que procurou identificar o elemento distintivo do mental mediante a argumentação de John Searle sobre intencionalidade original.

Com base na definição adotada para IA, é possível identificar seus alcances, bem como seus limites. Com relação aos alcances (alguns serão apresentados em seguida), são inquestionáveis os impactos na educação, especialmente no que se refere ao papel do professor em sala de aula. Para justificar o papel próprio do profissional docente na era das superinteligências, é preciso compreender o alcance de substituição da atividade humana pela IA.

A aplicação da IA na educação tem aumentado significativamente nessas duas primeiras décadas do século XXI. Questões básicas em educação, como aquisição de informações no ambiente da sala de aula, podem ser facilmente substituídas com o uso de plataformas como EdX, criada em 2012 pela associação entre Harvard University e MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts).

Embora tenha havido avanços significativos, muito crescimento da aplicação da IA no campo educacional ainda se espera, como é possível concluir pela prospecção de Barbara Kurshan na Forbes, um dos veículos de comunicação de maior influência no mundo:

nosso mundo como o conhecemos está funcionando com inteligência artificial. Siri gerencia nossos calendários. Facebook sugere nossos amigos. Computadores negociam nossas ações. Temos carros que se estacionam e o controle de tráfego aéreo é quase totalmente automatizado. Praticamente todos os campos se beneficiaram dos avanços da inteligência artificial, dos militares à medicina e à manufatura. No entanto, quase nenhum dos recentes avanços em inteligência artificial avançou a indústria da educação. Por que a educação está atrasada? Por que o ímpeto da inteligência artificial na educação parece ter se desvanecido nos últimos anos?⁷

A verificação de aprendizagem (correção de provas) normalmente ocupa muito tempo da atuação do professor. Com a IA em crescente evolução, verificações simples, como testes de múltipla escolha ou preenchimento de lacunas, são plenamente substituídas por processos automatizados. Assim, o tempo do professor dedicado para longas leituras dos testes dos estudantes pode ser aproveitado para planejamentos mais eficazes de aprendizagem, com o emprego também da tecnologia disponível. Existem *softwares* que já se aproximam à habilidade humana de avaliar uma resposta dissertativa⁸, embora não seja possível (ao menos ainda) substituir a participação humana do professor com sua competência interpretativa, uma vez que isso requer capacidade semântica. Esses *softwares* ainda

podem, e vão, melhorar muito, permitindo que as atividades dos professores possam se concentrar mais na interação com os estudantes que nas correções de suas avaliações.

Os procedimentos avaliativos em IA não apenas poupam o tempo do professor, como também preservam o estudante de possíveis exposições no que se refere à forma de lidar com seu aprendizado por tentativa e erro. Sendo esta a parte crítica do aprendizado, a ideia de errar ou simplesmente não saber a resposta pode fazer com que o estudante evite sua participação em sala de aula tradicional, uma vez que está exposto a seus colegas e professores. Com um programa computacional inteligente para a aprendizagem com tutores de IA, o estudante pode dispor de um ambiente mais livre para aprender por tentativa e erro, uma vez que a exposição a julgamentos é praticamente inexistente. Aliás, o próprio sistema, por ser inteligente, também se alimenta de informações por tentativa e erro, aprimorando sua atuação com o estudante.

A existência desse ambiente isento a julgamentos e críticas poderia retirar do estudante a experiência de enfrentar a exposição pública de suas tentativas e erros. Cabe ressaltar que a IA favorece um ambiente de aprendizado cada vez mais autônomo para a aquisição de informações e conceitos fundamentais, em que a tentativa e o erro em público poderia não ser muito eficiente. Contudo, a reflexão, a argumentação, a criatividade ou a avaliação crítica desse estudante quanto a problemas que envolvem aquelas informações e conceitos dependem, afinal, da interação humana. Por isso, com o emprego da IA, o tempo em sala de aula deixaria de ser dedicado ao aprendizado de informações ou conceitos básicos e fundamentais para se voltar à interação humana e desenvolver o que é propriamente humano.

A atuação do professor em uma sala de aula com vários estudantes dificulta o processo individualizado do aprendizado. A IA pode promover a aplicação de maiores níveis de aprendizado individualizado, seja na Educação Básica, seja na Educação Superior. Já é possível identificar esse impacto com o constante lançamento de jogos, programas e *softwares* que estimulam o aprendizado com grande possibilidade de adaptação às características do usuário, bem como promovem maiores e distintas oportunidades de revisão de tópicos, de acordo com a capacidade e o ritmo de cada estudante. A tendência do aprendizado adaptativo pode ser uma solução realizada em larga escala por máquinas que conectam estudantes de diversos níveis em atividades interativas, seja em sala de aula, seja fora dela, ou viabilizam a customização de seu aprendizado individual. Kurzweil resalta que cada vez mais a sofisticação tecnológica alcança elevados níveis com menor custo, o que amplia o acesso dessas soluções a um maior público. Na realidade brasileira, programas adaptáveis de aprendizagem são empregados atualmente em muitas escolas privadas e públicas, bem como cresce cada vez mais o número de *softwares* livres em educação⁹.

Não apenas o aprendizado do estudante pode ser adaptado com o emprego de IA, como também o ensino do professor pode ser dirigido de acordo com as dificuldades de seus estudantes identificadas por programas computacionais. Com atividades extraclasse realizadas computacionalmente pelos estudantes, a IA pode sugerir ao professor os tópicos que merecem mais atenção em sala, com propostas de condução da próxima aula, assim como também recomendar ao estudante dicas de como

se preparar para essa aula. O benefício disso é algo que dificilmente haveria sem o emprego da IA: a possibilidade de um grande número de estudantes com distintas características de aprendizagem construir uma base conceitual de mesmo nível com o mesmo professor. Com a IA, os estudantes podem obter *feedback* imediato de seu domínio conceitual para poder ajustar seu aprendizado ao seu ritmo e a suas características.

Essa adaptabilidade e personalização já existem em *sites* de procura, como o Google, que direciona os resultados com base na localização do usuário, ou em *sites* de compras, como Amazon, que recomenda compras futuras com base nas compras anteriores. Em educação, além da personalização do aprendizado, a IA também pode favorecer a confecção de cursos personalizados para professores e estudantes, com a possibilidade de múltiplos direcionamentos de acordo com o *feedback* constante sobre o êxito do curso como um todo. Na esteira desse aprimoramento, sistemas com uso de IA podem oferecer aos estudantes sugestões de cursos futuros com base na identificação dos êxitos em seus cursos concluídos ou em andamento.

Presume-se que a IA não direciona a decisão do estudante, mas fornece sugestões que possivelmente não foram conjecturadas por ele, dando-lhe novos elementos para deliberar de forma mais assertiva de acordo com seus propósitos. Além disso, nota-se a importância cada vez maior de uma educação que promova uma diversidade de experiências para os estudantes, em que a IA pode aprimorar sua base de dados para identificar com mais eficiência suas sugestões. Sistemas de mineração de dados já fazem parte do cenário educacional, especialmente no Ensino Superior, em que a IA pode promover uma transição do Ensino Médio para o superior de forma mais integrada.

As tutorias são práticas cada vez mais realizadas por IA, ajudando os estudantes a melhorarem sua compreensão conceitual elementar, bem como tornar a sala de aula um espaço mais intenso de interação humana voltado à reflexão e à criatividade. Por paradoxal que pareça, a presença da IA na educação pode favorecer o desenvolvimento das características próprias da inteligência humana que a função predominantemente informacional da sala de aula tradicional pouco promove. O matemático e filósofo americano Patrick Suppes, na década de 1960, já anunciava que “daqui a alguns anos, milhões de crianças em idade escolar terão acesso ao que Alexandre, filho de Filipe da Macedônia, desfrutou como uma prerrogativa real: os serviços pessoais de um tutor tão bem informado e sensato quanto Aristóteles”. (1966, p. 207).

O aumento do emprego da IA em educação também aumenta o questionamento sobre o papel do professor. Sem dúvida, o professor como fonte de informação, como outrora fora fundamental, deixa de ser significativo numa realidade em que a acessibilidade informacional pelas máquinas computacionais é muito mais rápida e ampla. Dada a obsolescência do papel da informação, o professor tem sido considerado como um facilitador.

Muito provavelmente sempre haverá um papel humano insubstituível para o professor, mesmo com a crescente tecnologia na forma de sistemas de computação inteligente em educação. Contudo, cabe questionar se realmente esse novo papel é mesmo de um facilitador. Sistemas de IA podem ser programados para fornecer conhecimentos especializados e personalizados, bem como para promover

ambientes virtuais para estudantes encontrarem informações e obterem esclarecimentos sobre fundamentos, como se houvesse a presença constante de um professor para suas necessidades específicas e de acordo com suas características particulares de aprendizagem. Ao que parece, a IA já alcançou o papel de facilitador do aprendizado de forma muito mais presente e adaptável que a do professor. Sendo assim, qual papel ainda resta ao professor que não seja substituível pela IA? Talvez o papel seja não o de facilitador, mas o de problematizador, de desafiador, isto é, alguém que instiga e inspira o estudante. São características afetivas associadas a um razoável domínio de IA que fará o professor completar o que a tecnologia já fornece, proporcionando sentido aos conhecimentos mediante interação humana e experiências práticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O anúncio de grandes transformações sociais promovidas pelo surgimento de novas tecnologias de informação tende a provocar questionamentos sobre a função do professor. Assim como o argumento do quarto chinês de Searle, o que ocorre em ambientes de aprendizagem com IA está adstrito à manipulação de símbolos com base em regras complexas e sofisticadamente ajustadas, mas sem o domínio de seu significado. O sentido se obtém mediante crenças e desejos sobre um conteúdo, que são estados mentais não alcançados pela IA.

Não obstante, é prudente considerar as conjecturas quanto ao alcance da IA em um futuro próximo, mesmo que atualmente tais especulações sejam tomadas como exageros, como é o caso do projeto transumanista da singularidade ou o surgimento dos ciborgues. De toda sorte, os impactos da IA no campo educacional já são significativos. Como já anunciado há duas décadas por Blackmore, trata-se de um ponto sem volta: a substituição da ação humana por máquinas computacionais em várias atividades que outrora eram exclusividades humanas.

Há de se considerar que o acesso à tecnologia ainda é uma limitação para muitos estudantes da realidade brasileira. Porém, com a constante diminuição do custo da tecnologia, seu acesso a usuários (professores e estudantes) de baixa renda poderá ser ampliado de forma expressiva. Também é evidente a necessidade da formação de professores para o uso das novas ferramentas oportunizadas pela IA. Apesar dessas limitações, a presença da IA na área educacional é um fato inquestionável que somente tende a crescer, exigindo uma nova postura por parte do professor: entender que a presença da IA pode ser favorável para o desenvolvimento humano, viabilizando ainda a inclusão de estudantes que por motivos diversos teriam dificuldades de acompanhamento em seu processo de aprendizagem.

As atividades operacionais do trabalho docente realizadas pela IA não necessariamente retiram a importância do professor, mas podem dar oportunidade para que seu desempenho seja ainda mais impactante em termos de formação humana. Dessa forma, com o foco na reflexão, no senso crítico ou na criatividade dos estudantes, a presença do professor continua sendo indispensável no ambiente de aprendizagem.

BIBLIOGRAFIA

- BAYNE, S. Teacherbot: interventions in automated teaching. **Teaching in Higher Education**, v. 20, n. 4, p. 455-467, 2015.
- BLACKMORE, S. **The meme machine**. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- BOSTROM, N. **Superintelligence**: paths, dangers, strategies. New York: Oxford University Press, 2014.
- BROOKS, R. A. **Cuerpos y máquinas**: de los robots humanos a los hombres robots. Tradução de Guillermo Solana. Barcelona: Domingraf, 2003.
- CLARK, A. **Natural-born cyborgs**: minds, technologies, and the future of human intelligence. New York: Oxford University Press, 2003.
- DENNETT, D. C. The part of cognitive science that is philosophy. **Topics in Cognitive Science**, Nova Jersey, v. 1, p. 231-236, 2009.
- GARDNER, H. **A nova ciência da mente**. 3. ed. São Paulo: EDUSP, 2003.
- HANDERSON, H. **Artificial Intelligence**: mirrors for the mind. New York: Chelsea House Publishers, 2007.
- KAKU, M. **Visões do futuro**: como a ciência revolucionará o século XXI. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Rocco, 2001.
- KURZWEIL, R. **A era das máquinas espirituais**. Tradução de Fábio Fernandes. São Paulo: Aleph, 2007.
- KURSHAN, B. The future of Artificial Intelligence in education. **Forbes**, 2016.
- KURZWEIL, R. **Como criar uma mente**: os segredos do pensamento humano. Tradução de Marcello Borges. São Paulo: Aleph, 2014.
- KURZWEIL, R. **The singularity is near**: when humans transcend biology. New York: Penguin Books, 2005.
- MORAVEC, H. P. **Mind children**: the future of robot and human intelligence. Massachusetts: Harvard University Press, 1988.
- MORAVEC, H. **Robot**: mere machine to transcendent mind. New York: Oxford, 1999.
- NAVEGA, S. Inteligência artificial, educação de crianças e o cérebro humano. **Leopoldianum** – Revista de Estudos de Comunicações, Santos, v. 25, n. 72, p. 87-102, 2000.
- POPENICI, S. A. D.; KERR, S. Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. **Research and Practice in Technology Enhanced Learning**. Camberra: SpringerOpen, 2017.
- SEARLE, J. The Chinese Room. **The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences**, p. 115-116. Cambridge: MIT Press, 1999.
- SEARLE, J. **Intencionalidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1995.
- SEARLE, J. R. Minds, brains, and programs. **Behavioral and Brain Sciences**, Cambridge, v. n. 3, p. 417-457, 1980.
- SEARLE, J. **A redescoberta da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

SEARLE, J. R.; DENNETT, D. C.; CHALMERS, D. J. **O mistério da consciência**. Tradução de André Yuji Pinheiro Uema e Vladimir Safatle. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

SUPPES, P. The uses of computers in education. **Scientific American**, v. 215, n. 2, p. 206–220, 1966.

TEIXEIRA, J. de F. **Inteligência artificial**: uma odisseia da mente. São Paulo: Paulus, 2009.

TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. **Mind**, Oxford, n. 59, p.433-460, 1950.

NOTAS EXPLICATIVAS

- 1 Em 2014, um supercomputador desenvolvido na Universidade de Reading, em Londres, foi considerado o primeiro a passar no desafio do “jogo da imitação” proposto por Turing em 1950, ao convencer os juízes que era um garoto de 13 anos chamado Eugene Goostman. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2014/jun/08/super-computer-simulates-13-year-old-boy-passes-turing-test>. Acesso em: 30 set. 2019.
- 2 Esse experimento mental (expressão empregada em filosofia da mente para experimentos abstratos resultantes da imaginação, mas com implicações lógicas) foi introduzido por Searle em seu artigo **Minds, brains and programs** e aprofundado em suas publicações subsequentes.
- 3 ‘Intencionalidade’ é um conceito medieval retomado por Franz Brentano no século XIX. O termo vem do verbo latino *intentio*, que significa ‘apontar’ ou ‘indicar’. Brentano empregou o conceito para definir o elemento distintivo do mental, uma vez que somente os fenômenos mentais indicam alguma coisa, representam algo, característica esta não presente nos fenômenos físicos. Para Searle, intencionalidade é “a propriedade de muitos estados e eventos mentais pela qual eles são dirigidos para ou acerca de objetos e estados de coisas no mundo”. (1995, p. 1).
- 4 O projeto da IA tem um grande desafio, que é incluir noções de senso comum na máquina computacional, uma vez que tais noções não são obtidas pelo mero acúmulo de informação e domínio de regras (programação). Isso se evidencia também pelo fato de que nem todo conhecimento pode ser transferível pela linguagem: como uma pessoa pode aprender a dirigir um carro tendo recebido apenas instruções e informações, sem a interação com o veículo e o ambiente? Contudo, como sugere Navega, “não é a capacidade de raciocínio de senso comum que ‘provoca’ a inteligência, pelo contrário, é o mecanismo inteligente que consegue acumular o conhecimento responsável pelo senso comum”. (2000, p. 1).
- 5 Há uma pesquisa sendo desenvolvida no departamento de energia dos Estados Unidos que visa construir um supercomputador chamado Aurora. Estima-se que esse computador será concluído em 2021, alcançando uma velocidade de pico de um quintilhão de cálculos por segundo. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/tecnologia/aurora-computador-que-batera-recorde-de-calculos-um-quintilhao-de-contas-por-segundo-23533471>. Acesso em: 21 jan. 2020.
- 6 Ciborgue, aqui, não se refere à visão de senso comum de um organismo cibernético futurista, dotado de capacidades extra-humanas. Trata-se, na verdade, de uma realidade já anunciada por filósofos como Andy Clark. Para ele, a fusão entre homem e máquina é já um fato presente. Em **Natural-Born Cyborgs**, Clark identifica que há um pressuposto cultural (que ele denomina por limites do corpo) a que os fatores biológicos se sobressaem e que suprimem os fatores tecnológicos, isto é, que ‘somos’ algo acima do que ‘fazemos’. Para ele, é um equívoco reduzir a capacidade cognitiva humana ao que está no invólucro da

pele (ou muito menos do crânio). Esse equívoco está calcado no pressuposto de que o melhoramento das capacidades humanas se dá unicamente de dentro para fora, sendo que já desenvolvemos esse melhoramento de fora para dentro há muito tempo com o uso de tecnologia, basta ver o desenvolvimento da capacidade cognitiva de uma criança que interage com instrumentos modernos como *smartphones* ou *tablets*. Dessa forma, nós, humanos, existimos apenas enquanto “coisas pensantes que somos, graças a uma complexa dança de cérebros, corpos e muletas culturais e tecnológicas”. (2003, p. 11).

- 7 Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/barbarakurshan/2016/03/10/the-future-of-artificial-intelligence-in-education/#340152a52e4d>. Acesso em: 21 jan. 2020.
- 8 O *software* Remark Office OMR, da GB Network & Print, por exemplo, já realiza correção automática de avaliações dissertativas.
- 9 Uma lista de *softwares* livres pode ser encontrada em: <https://softwarelivrenaeducacao.wordpress.com/softwares-livres-educacionais/>.