

## EDUCAÇÃO COM CIÊNCIA: POR UMA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENSINO E PESQUISAS EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E LETRAMENTO CIENTÍFICO

### EDUCATE ACTION WITH SCIENCE: FOR A BRAZILIAN SOCIETY OF TEACHING AND RESEARCH IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SCIENTIFIC LITERACY

### EDUCAR ACCIÓN CON CIENCIA: POR UNA SOCIEDAD BRASILEÑA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Antonio Luiz de Almeida<sup>1</sup>

**Resumo:** Os avanços em inteligência artificial (IA) trouxeram novas oportunidades e desafios para os pesquisadores lidarem com problemas e sistemas complexos e incertos, que não poderiam ser resolvidos pelos métodos tradicionais. Abordagens tradicionais desenvolvidas para problemas matematicamente bem definidos com modelos precisos podem carecer de autonomia e capacidade de tomada de decisão em ambientes incertos e nebulosos. Este trabalho objetiva, com base em pesquisa bibliográfica, apresentar a IA com o intuito de revelar sua capacidade de abrangência, natureza científica e sua aplicabilidade nos contextos do letramento científico. Contemplar a complexidade de ambos como modos positivos em múltiplas áreas de pesquisas científicas e desenvolvimentos nos processos de ensino e aprendizagem. Aqui pretende-se revelar a urgente necessidade de criação e organização de uma “sociedade brasileira de pesquisas em inteligência artificial e letramento científico” (SBPIALC). A pesquisa revelou uma certa escassez de trabalhos publicados sobre o uso da IA no letramento científico quando comparada com o número de trabalhos encontrados sobre a IA na educação. Entretanto, a IA está habilitada para ser parte integrante das atividades dos pesquisadores, professores e estudantes na produção de conhecimento e letramento científico devido a sua capacidade de coleta e análises de grandes dados de informação.

**Palavras-chave:** Letramento Científico. Inteligência Artificial. Ciência.

**Abstract:** Advances in artificial intelligence (AI) have brought new opportunities and challenges for researchers to deal with complex and uncertain problems and systems that could not be solved by traditional methods. Traditional approaches developed for mathematically well-defined problems with accurate models may lack autonomy and decision-making capacity in uncertain and nebulous environments. This work aims, based on bibliographic research, to present AI in order to reveal its comprehensiveness, scientific nature and its applicability in the contexts of scientific literacy. Contemplate the complexity of both as positive ways in multiple areas of scientific research and developments in teaching and learning processes. Here we intend to reveal the urgent need to create and organize a “Brazilian society for research in artificial intelligence and scientific literacy” (SBPIALC).

<sup>1</sup> Licenciado em Física pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Mestrado/Doutorado em Química Quântica pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Professor da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). E-mail: plataformafisica@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4010-4552>.

The research revealed a certain scarcity of published works on the use of AI in scientific literacy when compared to the number of works found on AI in education. However, AI is able to be an integral part of the activities of researchers, teachers and students in the production of knowledge and scientific literacy due to its ability to collect and analyze big data of information.

**Keywords:** Scientific Literacy. Artificial intelligence. Science.

**Resumen:** Los avances en inteligencia artificial (IA) han brindado nuevas oportunidades y desafíos para que los investigadores se enfrenten a problemas y sistemas complejos e inciertos que no podrían resolverse con métodos tradicionales. Los enfoques tradicionales desarrollados para problemas matemáticamente bien definidos con modelos precisos pueden carecer de autonomía y capacidad de toma de decisiones en entornos inciertos y nebulosos. Este trabajo tiene como objetivo, con base en la investigación bibliográfica, presentar la IA para revelar su integralidad, carácter científico y su aplicabilidad en los contextos de alfabetización científica. Contemplar la complejidad de ambos como formas positivas en múltiples áreas de investigación científica y desarrollos en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Aquí pretendemos revelar la urgente necesidad de crear y organizar una “Sociedad Brasileña de Investigación en Inteligencia Artificial y Alfabetización Científica” (SBPIALC). La investigación reveló cierta escasez de trabajos publicados sobre el uso de la IA en la alfabetización científica en comparación con la cantidad de trabajos encontrados sobre la IA en la educación. Sin embargo, la IA puede ser una parte integral de las actividades de investigadores, docentes y estudiantes en la producción de conocimiento y alfabetización científica debido a su capacidad para recopilar y analizar grandes datos de información.

**Palabras clave:** Alfabetización científica. Inteligencia artificial. Ciencia.

## Introdução

A necessidade de uma força de trabalho com habilidades interdisciplinares de resolução de problemas é crítica e no centro disso está a computação científica aplicada. A integração de programação de computadores, matemática, métodos numéricos e modelagem pode ser combinada para abordar questões globais em saúde, finanças, recursos naturais e uma ampla gama de sistemas complexos em disciplinas científicas. Essas questões são compostas por perguntas abertas. Não há uma resposta necessariamente certa para a pergunta “como devemos gerenciar os processos de ensino e aprendizagem científica de uma comunidade de pessoas, povos, nações. Aliás, essa questão por si só precisa ser melhor definida, mas sabemos que é um problema. Certamente uma solução requer o uso da matemática, muito provavelmente através da criação, aplicação e refinamento de modelos matemáticos inovadores. Soluções possíveis para resolver esses modelos exigem programação computacional, ferramentas de simulação eficientes e precisas, e provavelmente a análise e incorporação de grandes conjuntos de dados.

Este trabalho intenciona a motivação da comunidade acadêmica e das escolas, professores e gestores do ensino e da aprendizagem de ciências para um possível reconhecimento crítico da necessidade da computação científica aplicada com bases na inteligência artificial (IA) (NILSSO, 2009). Objetiva-se aqui apresentar algumas das

possibilidades potenciais da aplicação da IA no processo de ampliação direta no letramento científico com o intuito de tornar os processos de produção e os produtos da IA (DIETTERIC; HORVITZ, 2016) ao alcance de um número maior de pessoas na sociedade.

Para alcançar os seus objetivos específicos e gerais em prol de uma sociedade cientificamente letrada (DRUGA, 2018), a IA exige organização criteriosa dos profissionais de educação, pedagogos, psicopedagogos, ciências neurais e cognitivas (RIGDON, 2017), ciências exatas, ciências do ensino-aprendizagem e ciências humanas para a promoção e design de disciplinas e currículos, programas e processos de veiculação de conteúdos e estratégias para serem disponibilizados aos engenheiros e pesquisadores de algoritmos de IA comprometidos com a efetivação das dinâmicas de produção de letramento científico e de conhecimentos nas diversas áreas da cultura humana.

Devemos ater-nos à modelagem matemática como principal ferramenta para a produção de soluções de problemas que precisam da computação científica para serem resolvidos. Por certo, a ciência computacional está no centro da resolução de problemas do mundo real e um aprofundamento das matemáticas faz-se necessário. Por exemplo, a matemática e a sua modelagem computacional nos permite propor modelos, estratégias de intervenção para um surto epidêmico e os algoritmos de IA é de utilidade imperiosa.

O campo de pesquisa de IA foi fundado em um workshop realizado no campus do Dartmouth College, EUA, durante o verão de 1956 (KAPLAN, 2019). Por mais de meio século, o desenvolvimento de tecnologias de IA e aplicações disciplinares experimentaram muitos altos e baixos. Desde 2006, o aprendizado de máquina, especialmente os modelos de aprendizado profundo (BENGIO, 2009), obteve grande sucesso nas áreas de visão computacional e reconhecimento de fala e à medida que a precisão do reconhecimento foi aumentando e melhorando. A IA atraiu amplamente a atenção das pessoas, profissionais e cientistas nas academias e nas indústrias em todo o mundo.

Em julho de 2017, o Conselho de Estado da República Popular da China emitiu oficialmente o Plano de Desenvolvimento de Próxima Geração de IA (DING, 2018). Sob o impulso conjunto de novas teorias e tecnologias, como Internet móvel, *big data*, supercomputação, rede de sensores, ciência do cérebro e forte demanda por desenvolvimento econômico e social, o desenvolvimento da IA acelerou-se. Até agora, a IA tornou-se um dos novos focos de competição internacional e um motor de desenvolvimento econômico.

O desenvolvimento da IA deve considerar as necessidades urgentes de educação, assistência médica, segurança e proteção, e fornecer serviços diversificados e personalizados

de alta qualidade ao público. O conceito de educação inteligente vincula tecnologia de IA para acelerar a reforma da educação, incluindo mudanças no modelo de desenvolvimento de talentos e métodos de ensino para construir um novo sistema educacional (AYOUB, 2020).

Em todo o mundo, muitos países divulgaram políticas e relatórios relevantes para aprofundar o desenvolvimento e a aplicação da tecnologia de IA. Por exemplo, em 2016, os EUA emitiram o *Preparando para o Futuro da Inteligência Artificial* e o *Plano Estratégico Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Inteligência Artificial*, sucessivamente (FELTEN, 2016). Além disso, a Universidade de Stanford lançou *Inteligência Artificial e Vida em 2030* (STONE ET AL. 2016) como o primeiro produto do projeto em andamento, “Estudo de Cem Anos sobre Inteligência Artificial (AI100)” (MICHAEL ET AL., 2021) Essas iniciativas, referentes às políticas de resultados e motivação para o desenvolvimento e uso da IA promoveram grandes impactos globais (ALICE, 2016).

O trabalho encontra-se estruturado, em seu texto, com as seguintes seções: (1) Fundamentação Teórica: (i) são abordadas a natureza objetiva, implicações e contextos dos possíveis processos do letramento científico; (ii) cognição e aprendizagem na era da IA: apresenta-se a inteligência como a capacidade intelectual dos humanos, incluindo percepção, memória, raciocínio, comportamento e linguagem, enquanto a IA referenciada à inteligência que é implementada manualmente em máquinas (incluindo computadores); (iii) A IA na Educação: apresenta-se o histórico das tecnologias de IA no apoio aos processos de ensino e aprendizagem; (iv) a história do advento do pensamento acerca da inteligência artificial: apresenta-se a IA ligada à história da invenção da lógica desde os idos do século IIIaC; (2) Metodologia: apresenta-se a metodologia seguida para a construção deste trabalho. (3) Análise de Dados; (4) Considerações Finais: Apresenta-se a urgência de modos de exploração, pesquisas e produção de conhecimentos acerca da totalidade dos aspectos da natureza científica da IA e os seus modos técnicos de aplicabilidades nos diversos setores de produção de conhecimentos científicos, filosóficos e artísticos, aprofundando a relevância dos profissionais das pedagogias, psicopedagogias, sociólogos e neurocientistas nos acompanhamentos e produção de conhecimentos sobre as aplicações das tecnologias de IA nas escolas, universidades e na totalidade do corpo social. (5) Referências bibliográficas.

## Fundamentação Teórica

A IA propriamente dita começou em 1956. De qualquer forma, a história da IA remonta muito mais distante no passado mesmo antes da invenção do computador. A humanidade pensa

em máquinas que podem pensar e como podemos modelar o pensamento, há séculos. Como muitas histórias, esta não tem um começo claro. No entanto, está intimamente ligada à história da invenção da lógica. Um possível ponto de partida é o século III aC, quando Aristóteles fundou o campo da lógica formal (EL MOUDEN, 2022). Sem lógica, não teríamos o computador digital moderno. E a lógica é muitas vezes (e continua a ser) vista como um modelo para pensar, um meio de tornar preciso como raciocinamos e formamos argumentos. Também é fato que a humanidade fez pouco progresso em direção às máquinas pensantes nos cerca de 2.000 anos após Aristóteles.

A medida que a névoa intelectual da Idade Média começou a se dissipar, a nossa história se acelera. Uma das figuras de destaque que apareceu foi Gottfried Wilhelm Leibnitz (YAN, 2022.). Uma das suas contribuições intelectuais mais perspicazes foi sua ideia de que muito do pensamento humano poderia ser reduzido a algum cálculo, e que tais cálculos poderiam identificar erros no nosso raciocínio ou resolver diferenças de opinião.

Leibnitz propôs uma lógica primitiva para realizar tais cálculos. Ele imaginou um “alfabeto do pensamento humano”, onde cada conceito fundamental era representado por um símbolo único. Os computadores são motores para manipular símbolos. A abstração de Leibnitz é, portanto, essencial para que os computadores digitais possam “pensar”. O argumento é o seguinte: mesmo que os computadores apenas manipulem símbolos, se esses símbolos representam conceitos fundamentais, então os computadores podem derivar novos conceitos e, assim, realizar um raciocínio semelhante ao humano.

Por volta dessa época, também encontramos outro filósofo, Thomas Hobbes (BURESH, 2021), que lançou outra pedra nos fundamentos filosóficos das máquinas pensantes. Como Leibnitz, Hobbes equiparou o raciocínio à computação.

Outro polímata imponente que apareceu quando a Idade das Trevas passou foi René Descartes. Ele contribuiu com uma importante ideia filosófica que continua a assombrar os estudos de IA hoje: “Cogito ergo sum”, ou seja, “penso, logo existo”. Essas três palavras associam elegantemente o pensamento à existência humana. Podemos concluir, com base em Descartes, que se não existe, você pode pensar. A ideia de Descartes, portanto, desafia a própria possibilidade de máquinas pensantes. As máquinas não existem como nós. Elas carecem de muitos atributos especiais que associamos à nossa existência: emoções, ética, consciência e criatividade, para citar apenas alguns e muitos desses atributos foram levantados como argumentos contra a existência de máquinas que pensam. Por exemplo, como as máquinas não são conscientes, elas não podem pensar, ou, como as máquinas não são criativas, não se pode

dizer que elas pensam.

O próximo gigante e igualmente de grande importância, é o britânico George Boole (CARNAP, 1936), um matemático autodidata. Apesar de não ter diploma universitário, foi nomeado em 1849 o primeiro professor de matemática no Queen's College, County Cork, Irlanda, com base em vários artigos matemáticos que havia publicado no seu tempo livre. Boole contribuiu com algumas ideias que seriam centrais para o desenvolvimento da computação e para o sonho de construir máquinas pensantes. Boole propôs que a lógica poderia ser formalizada por operações algébricas atuando em dois valores: verdadeiro ou falso, ligado ou desligado, 0 ou 1. Embora a importância das ideias de Boole fosse reconhecida por poucos na sua época, não é exagero afirmar que ele foi o pai da atual era da informação. Boole, no entanto, tinha maiores ambições para sua lógica que estavam ainda mais a diante do seu tempo. O título da sua obra mais completa sobre a sua lógica dá uma ideia desses objetivos: uma *Investigação das Leis do Pensamento*. Boole não queria simplesmente fornecer uma base matemática para a lógica, ele queria explicar o próprio raciocínio humano. Boole nunca realizou totalmente essas ambições. Na verdade, no seu trabalho não foi amplamente reconhecido na sua época.

Fascinantemente, dois anos antes da sua morte, Boole conheceu o próximo jogador na nossa história, Charles Babbage (WEST, 2022). É bem provável que os dois grandes inovadores discutiram sobre o “motor do pensamento” de Babbage. É tentador imaginar o que eles poderiam ter sonhado juntos se Boole não tivesse morrido logo depois. Charles Babbage era um polímata: matemático, filósofo, inventor e engenheiro. Ele sonhava em construir computadores mecânicos. Embora ele nunca tenha conseguido, ele é considerado, por muitos, como o pai do computador programável. A sua máquina analítica foi projetada para ser programada com o uso de cartões perfurados.

A ideia de que os computadores operam de acordo com um programa e que esse programa pode ser alterado é fundamental para as capacidades dos computadores. Dessa forma, um computador pode ser muitas coisas simultaneamente: uma calculadora, um editor de texto, um monitor de saúde, um navegador, uma câmera, um reproduzidor de filmes e até um telefone. Mais ainda, os softwares podem se modificar (MAVROGIANNOPOULOS, 2011). Essa capacidade é fundamental para o sonho da IA. A aprendizagem parece ser uma parte fundamental da nossa inteligência. Se um computador deve simular o aprendizado, ele deve ter alguma maneira de modificar o seu próprio programa (ANCKAERT, 2006). Felizmente, é relativamente fácil escrever um software que possa se modificar. Um programa é apenas um dado, e isso pode ser manipulado (ANSEL, 2011). Os computadores podem, portanto, aprender

a fazer novas tarefas, isto é, mudar o seu programa para realizar tarefas para as quais não foram programados inicialmente.

Os fundamentos do termo letramento científico (CUNHA, 2017) desembocam na compreensão dos conceitos básicos da ciência, sua natureza, suas técnicas, a ética que controla os cientistas em seu trabalho, as inter-relações da ciência e da sociedade, as inter-relações da ciência e as humanidades, e as diferenças entre a ciência e a tecnologia. É claro que o interesse pela noção de letramento científico não se restringe àqueles preocupados com o ensino de ciências apenas nas escolas (ALMEIDA, 2020) e nas universidades, mas se complementa com a compreensão pública de ciência. Melhorar a compreensão pública da ciência é um investimento não somente de valor cultural fundamental, entretanto de profunda relevância para a sustentação de uma sociedade na sua inteireza pertinente à saúde, à paz e/ou preservação da vida de todos os seres vivos em todo o planeta. O letramento científico é um elemento importante na promoção da prosperidade nacional, no aumento da qualidade da tomada de decisões públicas e privadas e no enriquecimento da vida do indivíduo e de sua coletividade, nações. É preciso destacar a distinção fundamental entre aqueles que observam o letramento (DE ALMEIDA, 2020) como a posse de conhecimentos, habilidades e atitudes essenciais à carreira de cientista profissional, engenheiro ou técnico e os que a veem como a capacidade de acessar, ler e compreender material com dimensão científica e/ou tecnológica, capacitação de avaliação cuidadosa e usar essa avaliação para informar as decisões cotidianas básicas até as mais altas decisões governamentais nas esferas das economias, das gestões, das políticas e governos (ALMEIDA, 2020). É bem salutar uma distinção refletida num currículo escolar diferenciado de ciências por fluxo curricular dedicado aos cidadãos, donas de casa, trabalhadores de serviços, etc., e uma diferenciação dos alunos a começar por volta dos quatorze anos quando estão no ensino médio e quando já começam a vislumbrar que profissão gostariam de se formar e quais as universidades gostariam de frequentar.

O letramento científico (FREIRE, 1972) deve ser capaz de munir os cidadãos e a sociedade na sua totalidade com conhecimentos que fundamente com qualidades as tomadas de decisões do cotidiano prático, cívico e cultural. O letramento científico prático (GOTT, 2007) como o conhecimento que pode ser usado para ajudar a resolver os problemas cotidianos da vida; o letramento científico cívico (MILLER, 1998) como o conhecimento necessário para desempenhar um papel pleno na tomada de decisões chaves em áreas como saúde, uso de recursos naturais, política energética e proteção ambiental; o letramento cultural (HIRSCH, 1983) como o fundamento das ideias em ciência que representam as realizações culturais. Daí

a necessidade de currículos, programas e disciplinas que contemplem os valores intrínsecos das ciências (ZIMMERMAN, 2001) e do seu ensino (GONZÁLEZ, 2016); o valor das ciências no exercício do cidadão social (FRANZEN, 2021), sua cidadania e os valores científicos utilitários (KRASILNIKOV, 2003).

Segue-se então a exigência de uma literacia científica metodológica (HACKER, 1998), científica profissional (ROBERTS, 2014), científica universal (NELSON 1999), científica tecnológica (CAJAS, 2001), científica amadora (KUZNETSOV, 2016), científica jornalística (PRIEST, 2013), literacia em política científica (SELIN, 2017), e literacia em política científica pública (LINGARD, 2004), cada uma relacionada a um papel particular e nas suas relações com as demais literacias (ALLCOTT, 2017). Compreende-se o entendimento básico necessário para o cidadão dar sentido a artigos de jornais, revistas e programas de televisão, comunicar-se com representantes eleitos e acompanhar debates sobre questões públicas com dimensão científica e tecnológica. Exige-se uma literacia científica cultural que habilite o indivíduo não apenas para domínio de um léxico científico, mas também consiga conversar, ler e escrever de forma coerente, usando tais termos científicos num contexto talvez não técnico, mas significativo.

O verdadeiro letramento científico, envolve o conhecimento e a compreensão das principais teorias científicas, incluindo como elas foram alcançadas e por que são amplamente aceitas, como a ciência alcança ordem a partir de um universo aleatório, o papel do experimento, a importância de questionamento adequado, de raciocínio analítico e dedutivo, de processos de pensamento lógico e de confiança em evidências objetivas (SHANNON, 1982).

Precisamos notar que o letramento científico tem uma dimensão metacognitiva significativa (ZHAO, 2014). Os estudantes precisam saber ao que eles estão sendo expostos, como e quando esse conhecimento pode e deve ser utilizado, como reconhecer deficiências no seu conhecimento e como compensá-las. É o conhecimento e as habilidades meta cognitivas (FLAVELL, 1979) que permitem que um indivíduo promova e monitore a sua aprendizagem. Muito da construção e avaliação significativa do conhecimento, seja por meio da leitura, fala ou escrita, depende em grande parte da meta cognição. Leitores eficazes (MCEWAN, 2004) aplicam o conhecimento de seus próprios pontos fortes e fracos para organizar o conhecimento prévio e relacioná-lo com novas informações e para elaborar as ideias que localizam nos textos; escritores eficazes (GRAHAM, 2012), julgam consistentemente a correspondência entre as informações e ideias que estão tentando articular e a linguagem que estão usando para representá-las. Para construir um argumento científico (OSBORNE, 2011), seja ele apresentado



oralmente ou por escrito, é necessário monitorar e avaliar a correspondência entre os vários componentes do argumento (TIPPETT, 2009).

A nossa prosperidade depende da capacidade de respondermos criativamente às oportunidades e desafios colocados pelas rápidas mudanças em domínios como as tecnologias da informação, novos materiais, biotecnologias e telecomunicações, filosofias e artes, valores científicos, técnicos e culturais intrínsecos e extrínsecos, suas relações interativas e sobreposições, melhorando as habilidades de trabalho e usufrutos sociais.

Inteligência natural é a capacidade intelectual dos humanos, incluindo percepção, memória, raciocínio, comportamento e linguagem, enquanto IA se refere à capacidade que é implementada manualmente em máquinas (incluindo computadores) ou pelo uso das máquinas para simular a inteligência dos humanos e outros organismos. Os seres humanos têm limites em força física, energia e inteligência. A IA, capacita a inteligência humana a ir além dos limites até certo ponto (D'IGNAZIO. 2017). Em vez de substituir humanos em determinadas áreas, a IA serve para estender e expandir a capacidade humana (DONG ET AL., 2020).

Na Era da Informação, a cognição distribuída (ROGERS, 1994) tornou-se a maneira fundamental de entender a mente humana e examinar como os seres humanos se adaptam à sociedade complexa. A cognição distribuída sustenta que a cognição humana é distribuída em si mesma. Há que a cognição ocorre não apenas em nossas mentes, mas também através do processo de interação entre humanos e ferramentas. À medida que crescem as lacunas entre o tempo de aprendizado do indivíduo, as variadas habilidades de apropriação e produção de cultura científica e a explosão do conhecimento da sociedade moderna, cada vez mais confiamos na cognição distribuída de pessoas e dispositivos inteligentes, bem como na colaboração entre humanos e os dispositivos de manipulação. Desta forma, podemos nos ajustar ao mundo cada vez mais sofisticado.

A integração de humanos e máquinas (BBDKER, 2000) tem sido a principal forma de conhecer o mundo. Como muitas vezes acontece, hoje em dia, a realização de muitas tarefas requer colaboração entre humanos e máquinas. Tanto o cérebro humano quanto os computadores são ferramentas para o processamento de produção de conhecimento e de informações. O cérebro humano se destaca na tomada de decisões com base em informações imprecisas e qualitativas. Os computadores têm a faculdade de fazer cálculos quantitativos rápidos e precisos. A integração dos dois, portanto, complementa-se. Com o desenvolvimento da tecnologia, as máquinas podem perceber melhor a emoção e o comportamento das pessoas durante o processo de cognição e oferecer suporte e serviços mais personalizado. A IA é uma

grande conquista da humana e pode aumentar a cultura científica, fornecendo opinião sobre o desempenho humano (BANSAL, 2019).

Projetos de base de conhecimento em larga escala baseados em tecnologia de representação cultural-científica também são aspecto da aplicação da IA à educação. As primeiras bases de conhecimento foram geralmente criadas pelos governos ou pelos militares. Com o desenvolvimento da Internet, os indivíduos começaram a contribuir para a base de conhecimento de forma espontânea. Recentemente, o avanço da tecnologia de processamento de linguagem natural tem promovido a interação humano-computador de sistemas de ensino inteligentes.

A IA vem sendo amplamente utilizada para avaliação inteligente, especialmente no campo do ensino-aprendizagem de línguas estrangeiras (avaliação automática de pronúncia, pontuação de redação, etc.). O desenvolvimento de tecnologias de aprendizado de máquina (RIEDL, 2019) promove uma previsão precisa das experiências do aluno e faz recomendações correspondentes de suporte ou recursos de acordo com a análise dos dados coletados durante o processo de ensino e aquisição de ciência. É também assim que a aprendizagem adaptativa é alcançada. Além disso, IA coleta dados sobre os movimentos corporais e expressões faciais do aluno durante o processo de aprendizagem. A análise desses dados ajuda a identificar o status do aluno, o que serve como subsídio para os professores (DINIZ-PEREIRA, 2002) melhorarem seu ensino.

A humanidade encontra-se em meio a uma geração de tecnologias de IA, mitos e poderes, impactando a educação em todas as suas formas (DODDS, 2008). Por exemplo, o aprendizado personalizado terá grande suporte da inteligência de big data. Além disso, a IA entre mídias interfere na eficiência e no interesse do aluno. A aprendizagem ao longo da vida se beneficia do apoio IA. As tecnologias da IA, transformam a construção estrutural de bibliotecas. A aplicação da IA à educação permite uma representação precisa de várias fontes de ciência e cultura. Com o poder da IA em entender os dados dos alunos, os professores, facilitados pelas tecnologias de IA, poderão oferecer aos estudantes, suporte adequado, conteúdo e atividades com maior grau de personificação e serviços personalizados. Enquanto isso, as tecnologias de IA, conectam ambientes formais e informais de aprendizado, o que torna ainda mais possível o aprendizado onipresente. Com rede de conhecimento inteligente, que são integradas por terminais onipresentes, podemos nos engajar na aprendizagem ao longo da vida a qualquer hora e em qualquer lugar. A IA pode oferecer a cada aluno, mentores virtuais, ajuda para dominar habilidades e apoiar o automonitoramento e a autoavaliação, analisar dados de

interação em apoio, criar acesso universal a salas de aula globais para a conexão global e a viabilização da aprendizagem continuada.

A IA para assegurar a formação e o desenvolvimento físico, intelectual e moral de um ser humano, implica a aplicação de tecnologias de IA nos processos de ensino e aprendizagem, a construção de contextos educacionais e a reorganização dos principais componentes da educação ou a reconstrução das ações cientificamente respaldadas. A IA educacional visa entender como a produção da cultura científica ocorre e examinar a aprendizagem sob impactos por vários fatores externos, como, por exemplo, situações de economia social, ambiente físico, ciências e tecnologias e usar esse conhecimento para apoiar a eficiência e eficácia da cientificidade das sociedades.

A IA nas escolas e universidades é uma abordagem básica e um objetivo fundamental que a educação necessita perseguir. No entanto, pesquisadores e profissionais de educação devem evitar simplesmente implementar e sobrepor os componentes educacionais tradicionais com tecnologias de IA. A conclusão do ensino depende da análise, design e implementação de componentes centrais dos processos instrucionais. A capacidade dos modos de gestão da produção de ações educacionais é tipicamente alcançada por meio da análise e diagnóstico de problemas surgidos da implementação contínua do ensino.

Nas práticas educacionais tradicionais, pesquisadores e professores prestam atenção aos seguintes aspectos: design de ambientes de aprendizagem, análise do aluno, identificação do conteúdo de aprendizagem, seleção de estratégias e ferramentas instrucionais, avaliação e feedback instrucional, bem como gerenciamento e tomada de decisão com base na avaliação. Na era da IA, as necessidades cada vez maiores do aluno tornam esses aspectos ainda mais complicados. Por exemplo, em um contexto de ensino tradicional, o professor projeta e organiza o conteúdo de aprendizagem com base em sua compreensão subjetiva do que seus alunos aprenderam nas aulas anteriores e nos problemas refletidos na lição de casa dos alunos. No entanto, hoje em dia, o ensino e a aprendizagem não se limitam à aprendizagem informal em sala de aula e ao conhecimento dos livros didáticos. Os alunos podem acessar materiais de aprendizagem personalizados a qualquer hora e em qualquer lugar com qualquer dispositivo, o que torna uma abordagem inevitavelmente fundamental para a educação. Nesse contexto e ao mesmo tempo e no mesmo local, os alunos que aprendem o mesmo assunto podem ter necessidades totalmente diferentes de materiais didáticos. Tanto os professores como os administradores educacionais terão que se ajustar e se adaptar aos materiais e serviços preparados para os alunos. Do ponto de vista dos professores, eles precisam estar equipados

com as habilidades para realizar uma análise individualizada das características e capacidades dos alunos. Com os resultados obtidos nesta análise, os professores projetam ambientes de aprendizagem adequados, dão suporte ao processo de aprendizagem dos alunos e fazem avaliação e diagnóstico com base em dados de várias fontes para oferecer uma orientação mais personalizada aos alunos. Enquanto para os administradores educacionais, eles devem tomar decisões educacionais com base na análise de grupos e regiões específicas.

A avaliação inteligente da aprendizagem visa diagnosticar o progresso do conhecimento dos alunos, a situação física, o estado mental e fornecer feedback. Esses serviços incluem o diagnóstico e a avaliação da capacidade de resolução de problemas, o monitoramento e o alarme precoce da saúde mental dos alunos, o monitoramento e a melhoria da situação física dos alunos, a avaliação de salas de aula inteligentes, o planejamento do desenvolvimento dos alunos.

Do ponto de vista do professor, o assistente inteligente alivia a carga de trabalho do professor na era da IA por incluir tutoria inteligente, suporte inteligente para responder perguntas, suporte inteligente para compilar perguntas, suporte personalizado para a lição de casa dos alunos, geração de relatórios de avaliação personalizada, geração de relatórios de ensino e pesquisa, geração automática de design de instrução, geração de resumo de ensino para cada semestre e ano letivo e bom suporte ao professor facilitado por IA.

Atualmente, os principais cientistas dividem a IA em duas categorias, IA restrita e IA geral (MCCARTHY, 1987). Hoje, em pleno estado de desenvolvimento e aplicação em todo o mundo está a IA estreita ou IA fraca. A IA estreita, como o nome sugere, foi projetada para executar tarefas simples "estreitas". Isso significa que uma IA estreita pode executar apenas uma tarefa. Isso inclui IA desenvolvida para carros autônomos, software de reconhecimento facial etc. No entanto, cientistas e pesquisadores de todo o mundo estão trabalhando para desenvolver IA geral, ou seja, IA forte. Uma IA forte, ao contrário de sua contraparte mais fraca, será capaz de realizar mais de uma tarefa de forma eficaz e melhor que os seres humanos.

Quase todos os autores de ficção científica já escreveram sobre a IA se tornando malévola e tentando contra a espécie humana. No entanto, quase todos os cientistas concordam que mesmo uma IA forte e muito inteligente não serão capazes de exibir emoções humanas como amor e desprezo. Assim, não há chance de uma IA se desviar e se tornar benevolente ou malévola. No entanto, isso não significa que a IA não possa ser perigosa. Afinal, é uma tecnologia extremamente sofisticada e, em mãos erradas, pode causar estragos no mundo cibernético e físico.

Uma das principais características da IA é que ela pode ser programada para realizar diversas atividades. No entanto, essas atividades também podem ter intenções e propósitos maliciosos. Armas autônomas ou armas que não precisam de humanos são uma forma de IA que pode ser programada para matar. Se esses sistemas caírem nas mãos da pessoa errada, isso pode resultar em uma devastação maciça. O aumento das armas autônomas também pode levar ao aumento das guerras de IA. Essas armas geralmente são projetadas de tal forma que não podem ser difundidas com facilidade. Isso pode criar um grande problema, pois os humanos podem perder o controle de tais armas.

Embora a IA esteja ficando cada vez mais sofisticada a cada dia, ela ainda não é inteligente o suficiente para entender as implicações da ordem. Assim, é óbvio que o maior problema com a IA não é de malevolência ou sciência, mas sim de competência. O que não pode deixar de ser considerado deve-se ao fato de que se os objetivos de uma IA não estiverem alinhados adequadamente com os objetivos do usuário, isso pode promover muitos problemas graves.

Existem muitos mitos associados à IA e, também não podemos ater nossa atenção ao fato que, muitas vezes, as informações que são consideradas mitos acabam sendo fatos e vice-versa. Por isso, torna-se necessário investigações científicas sobre a história, suas atuações e usos da IA para que tornem-se de conhecimento público. Um mito muitas vezes é repetido.

Um número grande de cientistas em todo o mundo se recusa a concordar com o surgimento de máquinas super inteligentes. Isso ocorre porque muitas vezes elogiamos e romantizamos a tecnologia futura. Por exemplo, ainda não temos carros voadores ou usinas de fusão, e ninguém pode dizer, com certeza, quando essas coisas estarão disponíveis. Da mesma forma, embora muitos proclamem que a IA super inteligente estará disponível até 2100 (e alguns até 2060), não é nada fácil se prever com segurança sobre o destino futuro da IA porque a linha do tempo da IA é, verdadeiramente, incerta.

É necessário conhecer os perigos da IA. Até os principais cientistas estão preocupados com a IA e frequentemente apresentam seus pontos de vista. Isso levou ao aumento dos debates sobre segurança da IA em quase todo o mundo. No entanto, estes são muitas vezes conduzidos por meios de comunicação sensacionalistas e, portanto, estão longe dos fatos. Esses meios de comunicação muitas vezes manipulam e interpretam mal as declarações dos pesquisadores, o que gera pânico. É absolutamente necessário implementar várias medidas de segurança na IA, no entanto, não há necessidade de pânico. Também é certo que é quase um consenso na comunidade científica de pesquisas em IA que as chances de qualquer IA se tornar senciente e

sobre-humana são insignificantes. Concordam, os cientistas, que estes são equívocos e fantasias comuns que nunca poderão acontecer. Uma IA nunca pode ter experiências subjetivas como cores, cheiros, sons, etc. Uma IA não pode sentir subjetivamente. Em segundo lugar, a imagem popular frequentemente usada para retratar a ascensão da IA maligna é a de um exército de robôs atacando cidades e/ou assentamentos humanos. Este é outro mito, pois a IA não precisa de robôs para destruir a humanidade. No entanto, como dito anteriormente, se os objetivos da IA e do usuário não forem compatíveis, isso pode causar estragos e, para causar tal ou tais estragos, bastará uma conexão ativa com a Internet.

É óbvio que a inteligência está intimamente relacionada com o conhecimento e a capacidade de manipulação do conhecimento. Pode-se dizer que o conhecimento também está na base da inteligência artificial. De maneira mais geral, o conhecimento tem o mesmo papel na inteligência artificial (e na tecnologia da informação em geral) que a energia tem em outros campos da tecnologia e da engenharia, reiterando que, na aquisição e produção de cultura e conhecimento científico, quanto mais se tem qualidade e dados, mais pode ser alcançado.

## Metodologia

A metodologia de pesquisa seguida para a composição deste trabalho foi a de exploração, revisão bibliográfica, da literatura científica, específica e interdisciplinar, para o estabelecimento de uma definição clara sobre as importâncias, desenvolvimentos e impactos da IA no letramento científico das sociedades.

Foram pesquisados artigos focados na educação em IA para alunos de formação básica e técnica até aos graduandos e/ou graduados e artigos de pesquisadores profissionais. A pesquisa revelou uma certa escassez de trabalhos publicados sobre o uso da IA no letramento científico quando comparada com o número de trabalhos encontrados sobre a IA na educação.

Com uma pesquisa bibliográfica devemos ser capazes de descrever o que procuramos, o que encontramos, o que fazemos com o que encontramos e a que conclusões chegamos com base no que encontramos com a pesquisa.

Como deve ser em todas as pesquisas de revisões, foram analisadas e avaliadas a literatura em relação ao tema aqui apresentado com o intuito de fornecer uma imagem suficientemente clara sobre as questões pertinentes da IA nos processos educativos e de letramento científico.

## Análise de Dados

A revisão bibliográfica evidenciou sobre as muitas maneiras pelas quais os pesquisadores de ciências podem usar a de IA para superar as limitações das metodologias tradicionais ao pesquisar sobre ensino-aprendizagem continuada, contextualizações, produções e impactos do conhecimento cultural e científicos e situações de mudança. A IA combina a pesquisa sobre questões substantivas, como melhorar a qualidade da aprendizagem das crianças em um sistema educacional ou como dar um bom acesso aos cuidados de saúde para todos os membros de uma comunidade ou suportes à educação continuada. A IA é um meio pelo qual a pesquisa pode se tornar uma intervenção sistemática, indo além da descrição, análise e teorização das práticas científicas mas também promotora de trabalhos em parcerias.

A IA integra pesquisa e ação em uma série de ciclos flexíveis que envolvem a coleta de dados sobre o tema da investigação científica, filosófica e cultural e dá suportes às análises e interpretações desses dados; dá suportes ao planejamento e introdução de estratégias de ação para trazer mudanças positivas; promove avaliação de mudanças e estratégias por meio de coleta, análise e interpretação de dados adicionais. A IA está habilitada para ser parte integrante das atividades contínuas dos grupos de pesquisadores, professores e estudantes possuidores de projetos de estudos e produção de conhecimento técnico, artístico, filosófico e científico.

A IA envolve-se no desenvolvimento de conhecimento e compreensão. Evolui na produção e coleta de grandes dados de informação e em pesquisas que não são acessíveis aos pesquisadores tradicionais dotados de inteligência natural. A publicação desse conhecimento a IA torna disponível para uso de outros, particularmente quando os detalhes do contexto original são totalmente descritos para que possam ser feitos julgamentos sobre sua utilidade potencial em uma gama quase que irrestrita de ambientes.

Cabe ainda dizer que a IA não é neutra em termos de valor. Os pesquisadores precisam agir moralmente e eticamente como agentes capazes de acessar os mecanismos de poder em um grupo social ou instituição e influenciar a natureza, a direção e a aplicação dos resultados dos seus trabalhos dinamicamente engajados no corpo social.

Um projeto de IA pode e deve envolver-se com uma ampla gama de conhecimentos existentes extraídos da psicologia, filosofia, sociologia e outros campos das ciências sociais, a fim de testar seu poder explicativo e utilidade prática. Essa abordagem do conhecimento existente é importante assim como não pode ser aceite sem questionamentos, assumida como útil e aplicada à situação em estudo sem os cuidados da inteligência natural-humana. Desta forma, a IA usa e relaciona conhecimentos e sabedorias acumuladas de gerações passadas e

presentes, construindo e refinando conhecimentos e processos dinâmicos de aplicações para lançar luz e revelações sobre os dados situados de um campo de estudo específico.

A IA apresenta-se com potencial para gerar aprendizado poderoso para os participantes, combinando pesquisa com reflexão sobre a prática. O desenvolvimento da auto-compreensão é importante na IA porque a análise dos dados e o processo interpretativo de construção de significados envolvem o eu como instrumento de pesquisa. Principalmente, trata-se de garantir a qualidade da pesquisa por meio da compreensão de como os valores e suposições pessoais moldam os resultados da própria pesquisa. A IA localiza a investigação em uma compreensão de contextos históricos, políticos e ideológicos mais amplos que moldam e restringem a atividade humana até mesmo no nível local, incluindo fatores econômicos e forças internacionais.

Resumidamente, o trabalho resultante da pesquisa bibliográfica que suporta as análises aqui apresentadas fornece uma visão histórica da IA, os papéis do pesquisador; compreensões sobre as ligações entre teoria, metodologias de pesquisa, métodos e objetivos; coleta e análise de dados. Revela-nos que os métodos de pesquisas são mais que apenas “fazer algumas perguntas e obter respostas” e que, além disso, envolve uma compreensão da ética, dinâmica de poder, acesso aos participantes, seleção de participantes, enquadramento teórico e desenvolvimento de questões, bem como considerações práticas, como entrevistar populações especiais, organizar reuniões e usar tecnologias e como potencialmente a IA pode coletar, organizar, interpretar e julgar com sucesso os dados dos alunos, professores e gestores das escolas, universidades e pesquisadores/produtores de conhecimentos científicos.

## **Considerações Finais**

Os algoritmos de busca (KORF, 1990.) são uma parte clássica e bem desenvolvida da inteligência artificial. Eles são a base dos algoritmos de aprendizado (BOUSQUET, 2005) e resolução de problemas (AMAREL, 1968). A pesquisa é um método universal de resolução de problemas que pode ser aplicado em todos os casos em que nenhum outro método de resolução de problemas é aplicável. Isso torna os algoritmos de pesquisa a parte mais valiosa e frequentemente usada dos algoritmos de inteligência artificial.

A “Era do Conhecimento” (GIBBONS, 1994) aprofundou radicalmente a dependência da ciência em relação ao texto e isso acaba por implicar que o acesso à ciência também depende da alfabetização básica, e aqueles cuja capacidade de ler e escrever é pouco desenvolvida dificilmente alcançarão um nível rudimentar de alfabetização científica, apesar dos esforços



prodigiosos de alguns professores para transmitir compreensão científica através do teatro, dança, cinema e outras mídias.

A leitura proficiente de um texto científico envolve mais que apenas reconhecer todas as palavras e ser capaz de localizar informações específicas, envolve também a capacidade de inferir o significado do texto e estabelecer relações entre ideias, vincular experiências pessoais com o texto e transferir a compreensão de um determinado contexto para outro usando de capacidades de análises, interpretação e avaliação. Apesar do conteúdo e da linguagem altamente especializada da ciência, as habilidades necessárias para extrair significado de um texto científico são em grande parte aquelas necessárias para extrair significado de qualquer texto e, embora o conhecimento do conteúdo seja de vital importância, não é de forma alguma suficiente para uma compreensão adequada do texto científico. A compreensão do texto científico reside na capacidade de determinar quando algo é uma dedução, uma hipótese, uma conclusão ou uma suposição. Partir da definição de ciência para que se possa distinguir entre uma explicação e a sua evidência e reconhecer quando se está fazendo uma afirmação no âmbito científico ou se, em meio a um processo comunicacional se está expressando dúvidas ou se envolvendo em especulações. Sem este nível de interpretação, o leitor não conseguirá compreender o significado científico essencial. Aprender, pensar e raciocinar cientificamente requer certa facilidade com as formas e convenções da linguagem da ciência. Não se trata apenas de reconhecer as palavras e usá-las adequadamente, mas também da capacidade de compreender, avaliar e construir argumentos que vinculem evidências a ideias e teorias. Assim, o ensino sobre a linguagem da ciência, e o seu uso na argumentação científica deve ser um elemento-chave no ensino das ciências em todos os níveis.

Para ser alfabetizado cientificamente, os alunos precisam ser capazes de distinguir entre boa ciência, má ciência e não ciência, fazer julgamentos críticos sobre em que acreditar e usar informações e conhecimentos científicos para informar a tomada de decisões nos níveis pessoais, profissionais e comunitários. Em outras palavras, eles precisam ser consumidores críticos da ciência. Isso implica reconhecer que o texto científico é um artefato cultural e, portanto, pode conduzir mensagens implícitas relacionadas a interesses, valores, poder, classe, gênero, etnia e orientação sexual. Nenhum programa de educação científica eficaz estará completo se não apoie os alunos na aquisição da facilidade da linguagem científica oral e da capacidade de acessar, produzir e compreender toda a gama de textos científicos.

Uma teoria científica está intimamente vinculada à razão matemática. Portanto a alfabetização científica também pressupõe alguma compreensão básica de matemática.

Pressupõe-se familiaridade com equações algébricas simples, capacidade de interpretar dados gráficos e estatísticos e conhecimento suficiente de matemática de probabilidade para entender questões de análise de risco e custo-benefício. Para uma educação científica é preciso se adquirir alguma compreensão da dependência da ciência em relação à matemática. Por exemplo, as leis do movimento planetário vinculado às seções cônicas, a mecânica quântica vinculada a teoria das equações integrais e a relatividade de Einstein vinculada a geometria diferencial. O grande surto de conhecimento científico desde o século XVII pode ser atribuído, em grande parte, aos desenvolvimentos da matemática e, em particular, à invenção do cálculo diferencial e integral.

Entre as décadas de 1950 e 1970 com a criação e a popularização dos microprocessadores, fibra ótica e computadores pessoais, ingressamos na “Era da Informação”. Antes, porém, estávamos na “Era Industrial” cuja característica fundamental residia no empirismo, nas experimentações laboratoriais em que pesa, inclusive, a teoria matemática em segundo plano. A Era da Informação é, em sua essência, um modo de produção de conhecimento radicalmente distinto do modo de produção da Era Industrial, por fazer com que a modelagem matemática dos acontecimentos/fenômenos sociais, técnicos e naturais, passam a ser concebidos cientificamente por modelagens matemáticas mediadas por computadores. Hoje, no século XXI, a Era da Informação encontra-se no seu ponto máximo de desenvolvimento, reconhecida e nomeada de *Big Data* (CALDAS, 2016), ou seja, a era de “garimpagem/pesquisas” de grandes dados de informação seguidas de simulações e modelagens matemáticas de suas relações intrínsecas e extrínsecas. O *Big Data* já está se apartando da Era da Informação e pretendendo ser reconhecido como a Era do *Big Data*, tendo como regente a IA em seu cerne e desenvolvimento. A teoria e a filosofia da IA chegaram a um ponto crucial onde todo o futuro do modo de produção de bens, de mercado, de tecnologias e ciência etc., para os próximos anos, está no ar, nas incertezas.

A Inteligência Artificial é talvez única entre os assuntos de engenharia. Questões fundamentais sobre a natureza da computação, percepção, raciocínio, aprendizado, linguagem, ação, interação, consciência, humanidade, vida etc., encontram-se no escopo da IA e ao mesmo tempo ela se interfere substancialmente para responder a essas questões. Há, portanto, no século XXI, uma imensa gama de valores técnicos, científicos e filosóficos sobre a IA obrigando a humanidade a mergulhar em novos paradigmas do conhecimento humano, das máquinas, da relação homem-máquina, de suas ocupações no espaço e no tempo, dos seus modos de produções de bens e valores e dos seus consumos. Apesar desse desenvolvimento, há uma

sensação de que a IA clássica (BORDES, 2016) é inerentemente limitada e deve ser substituída ou suplantada por outros métodos, especialmente redes neurais (CRITES, 1996), ciência cognitiva incorporada (SIMON, 2010), métodos estatísticos (BLANCHARD, 2004), algoritmos universais (SOLOMONOFF, 1986), robótica comportamental (BROOKS, 191), sistemas interativos (WINOGRAD, 2006), sistemas dinâmicos, vida e evolução, insights de biologia e neurociência, sistemas neurocomputacionais híbridos, etc. etc. Os problemas básicos da IA permanecem e ignorá-los é uma estratégia arriscada.

Os desafios associados à criação de ambientes de aprendizagem abertos e/ou com base na inteligência artificial, são consideráveis. Tais ambientes são um meio de dualidade. Eles podem ser simplistas e focados ou complicados, parecendo virtualmente ilimitados em escopo. Eles são empoderadores, mas exigentes; libertadores, mas impeditivos; expansivos, mas desorientadores. É fundamental e urgente a exploração, pesquisas e produção de conhecimentos acerca da totalidade dos aspectos dessas teorias e as pedagogias e tecnologias associadas a cada uma. Realizar pesquisas sobre o uso da inteligência artificial na verificação de seu apoio aos processos de letramento científicos e como de fato sua aplicação nas escolas e universidades melhora ou não a retenção de conteúdo e leva a natureza de análises é de extrema importância.

Nosso objetivo, como profissionais dos processos de ensino e aprendizagem, é tornar os processos e o desempenho mais visíveis nos espaços físicos de aprendizagem, tanto para professores quanto para alunos. No entanto, ainda é necessário mais trabalhos em produções técnicas/científicas para conectar esses dados com aspectos de ordem superior de aprendizagem e atividades colaborativas. Além disso, um conjunto de dados maior nos permitiria aplicar técnicas de aprendizado de máquina a tipos de dados de localização que podem apontar para padrões frequentes que diferenciam indivíduos, funções ou equipes. Os processos de ensino e aprendizagem, letramento científico, filosóficos e artísticos devem envolver professores, estudantes e alunos, no design de tais representações e no design participativo em cenários educacionais com uso intensivo de dados.

O interesse em criar ambientes de aprendizagem produtivos e estimulantes é um tema persistente em um ambiente educacional. Ambientes de aprendizagem abertos, ambientes de aprendizagem projetados com a intenção de apoiar o desenvolvimento da compreensão, estão chamando a atenção das nações em prol do avanço educacional. Nos ambientes de aprendizagem abertos, a experiência e o contexto são críticos para os processos cognitivos.

A grande maioria do campo de IA hoje está preocupada com o que pode ser chamado de “IA estreita” – criar programas que demonstrem inteligência em uma ou outra área

especializada, como jogar xadrez, diagnóstico médico, direção de automóveis, cálculo algébrico ou prova de teoremas matemáticos. Alguns desses programas estreitos de IA são extremamente bem-sucedidos no que fazem. No entanto, uma gama de trabalhos de pesquisas já está sendo posta à comunidade científica sobre o que está sendo chamada de inteligência artificial geral (IAG) (CLUNE, 2019), para a construção de um programa de software que pode resolver uma variedade de problemas complexos em vários domínios diferentes e que se auto controlam, com seus próprios pensamentos, preocupações, sentimentos, forças, fraquezas e predisposições. O pressuposto de grande parte dos trabalhos contemporâneos sobre “IA restrita” é que resolver subproblemas estreitamente definidos, isoladamente, contribui significativamente para resolver o problema geral da criação de IA real. Embora isso seja verdade até certo ponto, tanto a teoria cognitiva quanto a experiência prática sugerem que não é tão verdade quanto comumente se acredita. Em muitos casos, a melhor abordagem para implementar um aspecto da mente isoladamente é muito diferente da melhor maneira de implementar esse mesmo aspecto da mente na estrutura de um sistema de software integrado, orientado por IAG.

Um aspecto importante da inteligência é que ela só pode ser alcançada por um sistema capaz de aprender, especialmente o aprendizado autônomo e incremental. O sistema deve ser capaz de interagir com seu ambiente e outras entidades do ambiente (que podem incluir professores e formadores, humanos ou não), e aprender com essas interações. Também deve ser capaz de aproveitar suas experiências anteriores e as habilidades que lhe ensinaram, para aprender ações mais complexas e, portanto, alcançar objetivos mais complexos.

Em meio a toda uma gama de produções de conhecimentos e práticas sobre a IA, faz-se urgente a criação de associações de pesquisadores, acadêmicos e públicos em geral, com objetivos centrais em prol do fortalecimento e defesa de ações destinadas ao desenvolvimento da IA. Uma modalidade de “associação” que discorra inteiramente ao conhecimento da IA e que seja inteiramente gestada, em sua produção intelectual, por acadêmicos, professores de todos os níveis escolares e gestores públicos e privados das escolas e universidades. Que seja capaz de produzir e fornecer orientações às disciplinas e currículos escolares para a criação, promoção, sustentação, aplicações e desenvolvimento da IA nas respectivas disciplinas escolares, nas graduações e pós-graduações. Que aglutine em seu corpo gestor os profissionais de todas as áreas do conhecimento científico, das artes e das filosofias. Que seja capaz de produzir material de suporte para a veiculação dos conteúdos da IA. Que seja capaz de orientar a produção de conhecimento em prol do letramento científico. Que possua site de acesso livre

para a veiculação de material e softwares com capacidades sugestivas de avaliações de desempenho escolar, avaliação de desempenho de aquisição de conhecimento individual e coletivo. Que tenha competências de se estender além dos ambientes escolares/acadêmicos e se fazer presente no dia a dia das pessoas comuns em suas atividades diárias orientando-as, por exemplo, na economia doméstica, gestão de serviços, gestão de pequenas e médias empresas etc., fazendo com que todo o setor da sociedade entenda sobre as implicações e impactos da IA. Que seja capaz de fazer uso de profundidades e ampliações de seus conteúdos e não se interromper com brevidades.

## Referências

ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A. & MANASSERO M. A. (2003) **Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. v.2 n. 2. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/> Acesso em: 18 ago. 2004.

ALICE, P. The Impact of Artificial Intelligence on Global Trends. **Journal of Multidisciplinary Developments**. v. 1, n. 1, p. 21-37, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Alice-Pavaloiu/publication/325398084\\_The\\_Impact\\_of\\_Artificial\\_Intelligence\\_on\\_Global\\_Trends/inks/5b0bd55ba6fdcc8c2534cfc1/The-Impact-of-Artificial-Intelligence-on-Global-Trends.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alice-Pavaloiu/publication/325398084_The_Impact_of_Artificial_Intelligence_on_Global_Trends/inks/5b0bd55ba6fdcc8c2534cfc1/The-Impact-of-Artificial-Intelligence-on-Global-Trends.pdf). Acesso em: 18 ago. 2006.

ALLCOTT, H.; GENTZKOW, M. Social media and fake news in the 2016 election. **Journal of economic perspectives**, v. 31, n. 2, p. 211–36, 2017. Disponível em: <https://web.stanford.edu/~gentzkow/research/fakenews.pdf>. Acesso em 02 fev. 2022.

ALMEIDA, B. O.; ALVES, L. R. G. Letramento digital em tempos de COVID-19: uma análise da educação no contexto atual. **Debates em Educação**, v. 12, n. 28, p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/10282>. Acesso em: 01 dez. 2020.

ANCKAERT, B.; MADOU, M.; BOSSCHERE, K. A model for self-modifying code. In: **International Workshop on Information Hiding**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. p. 232-248.

ANSEL, J. et al. Language-independent sandboxing of just-in-time compilation and self-modifying code. In: **Proceedings of the 32nd ACM SIGPLAN Conference on Programming language design and implementation**. 2011. p. 355-366.

AYOUB, D. **Unleashing the power of AI for education**. MIT Technology Review, 2020. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/2020/03/04/905535/unleashing-the-power-of-ai-foreducation/>. Acesso em: 25 dez. 2021.

BANSAL, G. et al. Beyond accuracy: The role of mental models in human-AI team performance. In: **Proceedings of the AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing**, 2019. p. 2-11.

BODKER, S. Scenarios in user-centred design-setting the stage for reflection and action. In: **Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences**, 1999. HICSS-32. Abstracts and CD-ROM of Full Papers. IEEE, 1999. p. 11 pp.

BENGIO, Y. et al. Learning deep architectures for AI. **Foundations and Trends in Machine Learning**, v. 2, n. 1, p. 1–127, 2009. Disponível em: <https://www.iro.umontreal.ca/~lisa/pointeurs/TR1312.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2020.

BLANCHARD, G, BOUSQUET, O., MASSART, P., **Statistical performance of Support Vector Machines**. Technical Report, 2004.

BORDES, A.; USUNIER, N.; CHOPRA, S.; WESTON, J. **Large-scale Simple Question Answering with Memory Networks**. 2015. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1506.02075>. Acesso em 01 jan. 2021.

BOUCHERON, S.; BOUSQUET, O.; LUGOSI, G. Theory of classification: A survey of some recent advances. **ESAIM: probability and statistics**, v. 9, p. 323-375, 2005. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/esaim-probability-and-statistics/article/abs/theory-of-classification-a-survey-of-some-recent-advances/42A9912D17169A650AB06244820464BC>. Acesso em: 09 set. 2020.

BRDYS, M.; KULAWSKI, G. Dynamic neural controllers for induction motor. **IEEE Transactions on Neural Networks**, v. 10, n. 2, p. 340– 355, 1999.

BROOKS, R. A. Artificial life and real robots, in *Toward a Practice of Autonomous Systems*. In: **Proceedings of the First European Conference on Artificial Life**, MIT Press, 1999. p. 3–10.

BURESH, D. L. The January 6, 2021 Riot, the USA FREEDOM Act of 2015, Thomas Hobbes, John Locke, and Controlling the Content of Extremist Material on the Internet. **International Journal of Social Science And Human Research**, v. 5, n. 1, p. 167-178, 2022. Disponível em: <https://ijsshr.in/v5i1/Doc/25.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2022.

CAJAS, F. The science/technology interaction: Implications for science literacy. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, n. 7, p. 715-729, 2001. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.1028>. Acesso em: 02 mar. 2022.

CALDAS, M. S.; SILVA, E. C. C. Fundamentos e aplicação do Big Data: como tratar informações em uma sociedade de yottabytes. **Bibliotecas Universitárias: pesquisas, experiências e perspectivas**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 65-83, jan./jun. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistarbu/article/view/3086>. Acesso em: 09 out. 2021.

CARNAP, R. Testability and meaning. **Philosophy of science**, v. 3, n. 4, p. 419-471, 1936.

CRITES, R. H., and BARTO A. G. Improving elevator performance using reinforcement learning. **Advances in neural information processing systems**, v. 8, p. 1017–1023, 1995.

CLUNE, J. **AI-GAs: AI-generating algorithms, an alternate paradigm for producing general artificial intelligence**, 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1905.10985>. Acesso em: 09 fev. 2022.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, p. 169-186, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782017226809>. Acesso em: 08 ago. 2021.

DE ALMEIDA, B. O. et al. Lives, educação e Covid-19: Estratégias de interação na pandemia. **Educação**, v. 10, n. 1, p. 149-163, 2020. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/8926>. Acesso em: 04 mai. 2021.

DIETTERICH, T. G.; HORVITZ, Eric J. Rise of concerns about AI: reflections and directions. **Communications of the ACM**, v. 58, n. 10, p. 38-40, 2015. Disponível em: <https://cacm.acm.org/magazines/2015/10/192386-rise-of-concerns-about-ai/fulltext?mobile=false>. Acesso em: 08 fev. 2022.

D'IGNAZIO, C. Creative data literacy: Bridging the gap between the data-haves and data-have nots. **Information Design Journal**, v. 23, n. 1, p. 6-18, 2017. Disponível em: <https://benjamins.com/catalog/idj.23.1.03dig>. Acesso em: 30 jan. 2022.

DING, J. **Deciphering China's AI dream**. Technical Report, Future of Humanity Institute, 2018.

DINIZ-PEREIRA, J. E.. A pesquisa dos educadores como estratégia para construção de modelos críticos de formação docente. In: DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio; ZEICHNER, Kenneth M. (Org.). **A pesquisa na formação e no trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002. p. 11-42.

DODDS, Z.; ALVARADO, C.; SOOD, S. O. Making Research Tools Accessible for All AI Students. In: **Proceedings of the AAAI**, 2008. AI Education Colloquium, 2008.

DONG, Y. et al. Research on How Human Intelligence, Consciousness, and Cognitive Computing Affect the Development of Artificial Intelligence. **Complexity**, v. 2020, n. p., 2020. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/complexity/2020/1680845/>. Acesso em: 07 mai. 2021.

DRUGA, S. et al. How smart are the smart toys? Children and parents' agent interaction and intelligence attribution. In: **Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children**. ACM, 2018. p. 231-240. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3202185.3202741>. 08 fev. 2022.

EL MOUDEN, M. et al. La Incorporación de las actitudes lingüísticas y las representaciones sociales a la teoría de la argumentación de Michel Meyer. **Revista Iberoamericana de**

**Argumentación**, n. 23, p. 23-42, 2022. Disponível em:

<https://revistas.uam.es/ria/article/view/13062>. Acesso em: 06 fev. 2022.

FELTEN, E., **Preparing for the Future of Artificial Intelligence**. White House Office of Science and Technology Policy blog, 2016. Disponível em:

<https://www.whitehouse.gov/blog/2016/05/03/preparing-future-artificial-intelligence>. Acesso em 20 fev. 2022.

FLAVELL, J. H. Metacognition and Cognitive Monitoring: A New-Area of Cognitive-Development Inquiry. **American Psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906- 911, 1979. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1980-09388-001>. Acesso em: 09 mai. 2020.

FRANZEN, M. et al. Machine Learning in Citizen Science: Promises and Implications. **The Science of Citizen Science**, v. 183, n. p., 2021. Disponível em: <https://repositorio.cz/publication/42166/cs/Machine-Learning-in-Citizen-Science-Promises-and-Implications/Franzen-Kloetzer-Ponti-Trojan>. Acesso em: 09 set. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogy of the oppressed**. New York: Herder and Herder, 1972.

GIBBONS, G. et al. **The new production of knowledge**. London: Sage Publications, 1994.

GONZÁLEZ, A. et al. Anxiety in the statistics class: Structural relations with self-concept, intrinsic value, and engagement in two samples of undergraduates. **Learning and Individual Differences**, v. 45, p. 214-221, 2016. Disponível em:

<https://daneshyari.com/article/preview/364522.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2021.

GOTT, R.; DUGGAN, S. A framework for practical work in science and scientific literacy through argumentation. **Research in science & technological education**, v. 25, n. 3, p. 271-291, 2007. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02635140701535000>. Acesso em: 09 out. 2021.

GRAHAM, S. et al. **Teaching Elementary School Students to Be Effective Writers: A Practice Guide**. NCEE 2012-4058. What Works Clearinghouse, 2012.

HACKER, R. G.; HARRIS, Melanie. Adult learning of science for scientific literacy: Some theoretical and methodological perspectives. **Studies in the Education of Adults**, v. 24, n. 2, p. 217-224, 1992. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02660830.1992.11730574>. Acesso em: 29 fev. 2020.

KAPLAN, A.; HAENLEIN, M. Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. **Business Horizons**, v. 62, n. 1, p. 15-25, 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007681318301393>. Acesso em: 01 jan. 2020.

KORF, R. E. Real-time heuristic search. **Artificial intelligence**, v. 42, n. 2-3, p. 189-211, 1990. Disponível em:



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0004370290900544>. Acesso em: 31 dez. 2020.

KRASILNIKOV, P. V.; TABOR, J. A. Perspectives on utilitarian ethnopedology. **Geoderma**, v. 111, n. 3-4, p. 197-215, 2003. Disponível em: <https://arizona.pure.elsevier.com/en/publications/perspectives-on-utilitarian-ethnopedology>. Acesso em: 19 abr. 2020.

LINGARD, B. RAWOLLE, S. Mediatizing educational policy: The journalistic field, science policy, and cross-field effects. **Journal of education policy**, v. 19, n. 3, p. 361-380, 2004. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0268093042000207665>. Acesso em: 23 mai. 2020.

MAVROGIANNOPOULOS, N.; KISSERLI, N.; PRENEEL, B. A taxonomy of self-modifying code for obfuscation. **Computers & Security**, v. 30, n. 8, p. 679-691, 2011. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1016/j.cose.2011.08.007>. Acesso em: 09 abr. 2021.

MCCARTHY, J. Generality in artificial intelligence. **Communications of the ACM**, v. 30, n. 12, p. 1030-1035, 1987. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/33447.33448>. Acesso em: 08 mai. 2020.

MCEWAN, E. K. **Seven strategies of highly effective readers**: using cognitive research to boost K-8 achievement. Corwin press, 2004.

MICHAEL J. **The nature of intrinsic value**. Rowman & Littlefield Publishers, 2001.

MICHAEL L. et al. **Gathering Strength, Gathering Storms: The One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100) 2021 Study Panel Report**. Stanford: University of Stanford, 2021.

MILLER, J. D. The measurement of civic scientific literacy. **Public understanding of science**, v. 7, n. 3, p. 203, 1998. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.685.3691&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 01 abr. 2020.

NELSON, G. D. Science literacy for all in the 21st century. **Educational leadership**, v. 57, n. 2, p. 14-17, 1999. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ594869>. Acesso em: 08 ago. 2021.

NILSSON, N. J. **The quest for artificial Intelligence**. Cambridge: Cambridge University Press 2009.

OSBORNE, J. F.; PATTERSON, Alexis. Scientific argument and explanation: A necessary distinction?. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 627-638, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.20438>. Acesso em: 01 mai. 2021.

PRIEST, S. Critical science literacy: What citizens and journalists need to know to make sense of science. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 33, n. 5-6, p. 138-145, 2013.

Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0270467614529707>. Acesso em: 09 fev. 2021

RIEDL, M. O. Human-centered artificial intelligence and machine learning. **Human Behavior and Emerging Technologies**, v. 1, n. 1, p. 33-36, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hbe2.117>. Acesso em: 01 jan. 2020.

RIGDON, M. **Introduction to Cognitive Science**, 2017. Disponível em: <https://rucss.rutgers.edu/academics/undergraduate/syllabi/1-201-intro-syllabus/file>. Acesso em: 03 mai. 2020.

ROBERTS, D. A.; BYBEE, Rodger W. Scientific literacy, science literacy, and science education. In: LEDERMAN, Norman G.; ABELL, Sandra K. (Ed.). **Handbook of research on science education**, volume II. Routledge, 2014. p. 559-572.

ROGERS, Y.; ELLIS, J. Distributed cognition: an alternative framework for analysing and explaining collaborative working. **Journal of information technology**, v. 9, n. 2, p. 119-128, 1994. Disponível em: <http://www.douri.sh/classes/ics234bs03/14-RogersEllis-DistCog.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2020.

SHANNON, P. Some objective factors in teachers' reliance on commercial reading materials. **Reading Improvement**, v. 19, n. 4, p. 296, 1982. Disponível em: [http://www.personal.psu.edu/kej1/APLNG\\_493/old\\_site/shannon.pdf](http://www.personal.psu.edu/kej1/APLNG_493/old_site/shannon.pdf). Acesso em: 01 abr. 2020.

SIMON, H. A. **Cognitive Science: Relationship of AI to Psychology and Neuroscience**. AAAI, 2010.

SOLOMONOFF, R. The application of algorithmic probability to problems in artificial intelligence. In: **Machine Intelligence and Pattern Recognition**. North-Holland, 1986. p. 473-491.

STONE, P. et al. **Artificial intelligence and life in 2030: the one hundred year study on artificial intelligence**. Report, 2016. Disponível em: <https://ai100.stanford.edu/2016-report>. Acesso em: 01 dez. 2020.

TIPPETT, C. Argumentation: The language of science. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 1, p. 17-25, 2009. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/43155841>. Acesso em 09 fev. 2022.

WEST, D. **Charles Babbage: Grandfather of the Modern Computer**. 2022. Disponível em: <https://owlcation.com/humanities/Charles-Babbage-Grandfather-of-the-Modern-Computer>. Acesso em: 06 mar. 2022.

WINOGRAD, T. Shifting viewpoints: Artificial intelligence and human-computer interaction. **Artificial intelligence**, v. 170, n. 18, p. 1256-1258, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004370206000920>. Acesso em: 04 abr. 2021.

YAN, K. A Review of the Development and Applications of Number Theory. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2019. p. 012128. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1325/1/012128/pdf>. Acesso em: 11 mai. 2020.

ZHAO, N. et al. Metacognition: An effective tool to promote success in college science learning. **Journal of College Science Teaching**, v. 43, n. 4, p. 48-54, 2014. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1041386>. Acesso em: 09 abr. 2020.

Recebido em: 23 de fevereiro de 2022.  
Aprovado em: 23 de março de 2022.