

La inteligencia artificial en el contexto de la educación: el análisis de sus avances a partir de perspectivas teórico – filosóficas y de procesos educativos

Sônia de Souza e Silva

letrephilos@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9264-7722>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Curitiba, Brasil.

Fabiola Martins Stavny

fabiolamartins029@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6521-6855>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Curitiba, Brasil.

Marco Aurélio Kalinke

kalinke@utfpr.edu.br

<https://orcid.org/0000-0002-5484-1724>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Curitiba, Brasil.

Recibido: 01/12/2021 **Aceptado:** 17/03/2022

Resumen

En este trabajo se proponen reflexiones teóricas sobre la Inteligencia Artificial (IA) a partir de las perspectivas educativas y teórico-filosóficas. Estas perspectivas, en líneas generales, pueden delinear condiciones de posibilidad y caminos a través de los cuales el uso de la IA puede causar impactos y proporcionar transformaciones que se relacionan con la sociedad de la información contemporánea. El objetivo es buscar comprensiones relativas sobre los posibles avances de la IA en los procesos educativos. La pregunta que se quiere responder es: ¿Cuáles son las bases teórica-filosóficas para incluir la IA en los procesos educativos? La propuesta metodológica fue inspirada en el enfoque cualitativo, de tipo bibliográfica, a partir de un levantamiento y categorización definida por los autores. A partir del análisis de las categorías, buscamos el pensamiento teórico que fundamente los tópicos relacionados a la Inteligencia Artificial. Nuestra prioridad fueron publicaciones sobre la inserción de las tecnologías en la Educación, de la relación de la innovación de soportes de IA con las tecnologías y las posibilidades futuras. Este proceso nos llevó a constatar los diversos sentidos que el término IA adquirió en diferentes áreas y en distintas épocas hasta el período actual, con sus transformaciones y desarrollos. Como conclusiones constatamos que las Tecnologías Digitales ya establecieron nuevas relaciones y comportamientos sociales. De forma inmediata percibimos que iniciativas que envuelven ubicuidad, cognición e interactividad, pueden ser apoyadas por la IA estableciendo condiciones y posibilidades, y determinando un alcance virtual diferente en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Comprendemos que la inserción de herramientas es un proceso social y humano

que establece nuevas realidades, orientadas por la necesidad y el contexto de diferentes sociedades.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Educación. Procesos Educativos. Teórico-Filosófico. Ubicuidad.

A inteligência artificial no contexto da educação: análise de seus avanços a partir de perspectivas teórico-filosóficas e processos educacionais

Resumo

O presente trabalho propõe reflexões de ordem teórica sobre a Inteligência Artificial (IA) a partir das perspectivas educacionais e teórico-filosóficas. Essas perspectivas, em linhas gerais, podem delinear condições de possibilidade e caminhos por onde a utilização de IA pode causar impactos e proporcionar transformações que se relacionam com a sociedade informacional contemporânea. O objetivo é buscar compreensões relativas aos possíveis avanços da IA em processos educacionais. A pergunta que se quer responder é: Quais os embasamentos teórico-filosóficos para inserção da IA em processos educacionais? A proposta metodológica foi inspirada na abordagem qualitativa, do tipo bibliográfica a partir de levantamento e categorias estabelecidas dos autores. A partir da análise das categorias, buscamos o pensamento de teóricos que fundamentassem os tópicos relacionados a Inteligência Artificial. Priorizamos publicações sobre o sentido da inserção das tecnologias na educação, da relação da inovação de suportes de IA com as tecnologias e as possibilidades futuras. Este processo nos levou a constatar os diversos sentidos que o termo IA adquiriu em diferentes áreas, em distintas épocas até o período atual, com suas transformações e desdobramentos. Como conclusões constatamos que as Tecnologias Digitais já estabeleceram novas relações e comportamentos sociais. De forma imediata percebemos que iniciativas que envolvam ubiquidade, cognição e interatividade podem ser apoiadas por IA estabelecendo condições, possibilidades, e determinando um alcance virtual diferenciado nos processos de ensino e de aprendizagem. Compreendemos, que a inserção de ferramentas é um processo social e humano que estabelece novas realidades, orientada pelas necessidades e contexto de diferentes sociedades.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Educação. Processos Educacionais. Teórico-Filosófica. Ubiquidade.

Artificial intelligence in the context of education: analysis of its advances from theoretical-philosophical perspectives and educational processes

Abstract

The present work proposes theoretical reflections on Artificial Intelligence (AI) from educational and theoretical-philosophical perspectives. In general terms, these perspectives can delineate conditions of possibility and paths through which the use of AI can cause impacts and provide transformations that are related to the contemporary informational society. The objective is to seek understandings regarding the possible advances of AI in educational processes. The question to be answered is: What are the theoretical-philosophical foundations for the insertion of AI in educational processes? The methodological proposal was inspired by a qualitative approach, of the bibliographic type, based on a survey and categories established by the authors. From the analysis of the categories, we sought the thought of theorists that

supported the topics related to Artificial Intelligence. Publications on the meaning of the insertion of technologies in education, on the relationship of innovation in AI supports with technologies and future possibilities were prioritized. This process led to the observation of the different meanings that the term AI has acquired in different areas, at different times until the current period, with its transformations and development. It was found that Digital Technologies have already established new relationships and social behaviors. It was observed that initiatives involving ubiquity, cognition and interactivity can be supported by AI, establishing conditions and possibilities, and determining a differentiated virtual approach in the teaching and learning processes. The insertion of tools is a social and human process that establishes new realities, guided by the needs and context of different societies.

Keywords: Artificial Intelligence. Education. Educational Processes. Theoretical-Philosophical. Ubiquity.

Introdução

O alcance de uma teoria científica encontra sua especificidade na referência que faz ao real existente (Lakatos, 1979). Na perspectiva fenomenológica o real pode ser definido como um espaço dinâmico, histórico, temporal, acessível a partir da relação homem-mundo. O real é entendido como realidade possível no espaço-tempo. A busca por definição da realidade, por aquilo que é ou pelo que está ali, tem seu percurso contínuo na história do pensamento como ponto de destaque da reflexão filosófica. Ao confrontarmos diferentes aspectos da realidade, é possível estabelecer uma formulação entorno da distinção entre real e virtual e entre o que as coisas parecem ser e o que elas são.

O espaço do virtual descrito por Lévy (1996) está estruturado em uma abordagem filosófica, antropológica e sociopolítica da virtualização. O Ciberespaço foi se tornando a expressão do surgimento de um novo universal (Lévy, 2010b) um espaço de amplitude, de possibilidades e que viabiliza o conhecimento, a informação e conseqüentemente as representações humanas e toda manipulação de símbolos que surge no processo de comunicação na Cibercultura.

As múltiplas dimensões e possibilidades que se estabelecem na esfera cibernética incluem a cognição e o potencial de aprimoramento que se pode alcançar com ferramentas que utilizam Tecnologias Digitais (TD), seja pelo uso cotidiano de máquinas inteligentes, aplicativos e softwares que transformam o mundo, mas também em função da popularização da internet, das redes sociais e da disponibilidade de dados. Sendo assim, uma análise filosófica sobre o que é dado no Ciberespaço indo em direção a uma hermenêutica de textos e significados que tratam

da realidade investigada e do modo de seres humanos estarem junto ao computador, mídias e redes de forma ubíqua, retrata uma necessidade de busca por compreensão da realidade que acontece nesse espaço virtual.

O acesso facilitado à *web* e à mobilidade proporcionada pelas constantes transformações dos recursos tecnológicos estabelece uma dinâmica para a formulação do conhecimento e codificação de informações. A multidimensionalidade espacial é indissolúvel da hipermobilidade, aspectos físicos acrescidos dos recursos móveis que possibilitam acesso ao Ciberespaço (Santaella, 2007). Esse acesso coloca à disposição uma comunicação ubíqua, pervasiva e ao mesmo tempo corporificada e multiplamente situada (Santaella, 2013). Nesse caso a hipermobilidade, delimita, incorpora espaços múltiplos, organiza e possibilita uma ubiquidade, entendida aqui como condições propiciadas pelas tecnologias do acesso e da conexão contínua que se estende de forma global aos mais diferenciados corpos, territórios e ambientes.

A hipermobilidade por si só, não inclui mobilidade, mas aparelhos inteligentes, chips e qualquer forma de tecnologia móvel (Mobile) e tecnologia sem fio (Wireless), passam a ser considerados ubíquos uma vez que podem ser localizados e utilizados em diferentes lugares.

No âmbito da tecnologia, a ubiquidade pode ser reconhecida sob diversos aspectos, indo além dos deslocamentos espaço-temporais efetuados pelos indivíduos, estando de alguma forma conectados. Filosoficamente, em relação à ubiquidade, o Ciberespaço é um horizonte aberto às indagações sobre a realidade e interações estabelecíveis em dispositivos inteligentes para prover aos usuários acesso imediato e simultâneo à informação, serviços e entretenimento, expandindo as capacidades de quem o utiliza independente do espaço-temporal.

Nesse contexto, “a integração que se estabelece entre as três formas de computação-móvel, pervasiva e ubíqua” (Santaella, 2013, p.18), pode-se considerar que as implicações, transformações e recursos tecnológicos potencializam a cognição humana, e a ubiquidade dos recursos pode atuar a favor da Educação, promovendo e disponibilizando a informação em tempo real. Desde um ponto de vista amplo, podemos indicar que “Educação é algo imenso e muito complexo, que dificilmente é possível alcançar e refletir sobre todo o seu universo” (Kenski, 2003, p. 12).

A Educação é entendida como uma grande e complexa área. Com a evolução do uso da tecnologia no ensino e na aprendizagem é possível pensar os processos além dos dispositivos

digitais utilizados. As tecnologias estão tão presentes no cotidiano, que utilizamos dispositivos com memória mecânica e convivemos com equipamentos suportados por Inteligência Artificial (IA) de forma imperceptível.

O avanço tecnológico promovido pelos resultados científicos, no início do século XX, sobre computação e cognição estimulou pesquisas entorno da capacidade cognitiva humana e da memória mecânica. Nesse contexto, surgiu um programa de investigação científica denominado de IA, “termo cunhado por John McCarthy no Seminário de Dartmouth em 1956, com a presença de Marvin Minsky, Claude Shannon, Allen Newell, Herbert Simon, entre outros pioneiros da ciência da computação” (Henderson, 2007, p. 43).

A IA é um campo de saber que teve suas origens em laboratórios de pesquisa acadêmica e projetos militares secretos. Contudo, avanços teóricos e técnicos nesta área já estão presentes no cotidiano da sociedade contemporânea, por meio de aplicativos, assistentes pessoais, sites, redes sociais e nas mais diferentes formas de automatização. Assim, a IA tornou-se um grande campo (Russell & Norvig, 2013).

Em face do exposto, e buscando contribuir para a compreensão desta temática, o presente texto busca responder o seguinte questionamento: Quais os embasamentos teórico-filosóficos para inserção da IA em processos educacionais? Para tanto, será desenvolvida uma análise exploratória e descritiva sobre a IA e seus pressupostos teóricos-filosóficos, por meio de uma pesquisa de caráter bibliográfico a fim de entender aspectos da estrutura, alcance e possibilidades da área, levando em conta seu intenso e rápido desenvolvimento.

O trilhar metodológico

Este texto caracteriza-se como um breve ensaio sobre uma perspectiva teórico-filosófica da IA e suas implicações na área da Educação. Neste sentido realizou-se uma pesquisa bibliográfica buscando uma visão de autores como Lévy, Kant, Frege, Russell, Wittgenstein, Descartes, Aristóteles dentre outros pensadores, tendo em vista suas concepções do campo filosófico que podem ser trazidas para os debates em torno da IA aplicada ao âmbito educacional. Para promover o debate na perspectiva educacional trataremos Vani Kenski, Ubiratan D`Ambrósio, Maria Aparecida Bicudo e Rosa Maria Vicari. De acordo com Gil (2008) a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de materiais já construídos principalmente de artigos científicos e livros.

Ainda nos pressupostos deste autor este estudo pode-se classificar como exploratório, pois, tem como finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema, permitindo ao pesquisador ter o primeiro contato com o objeto a ser investigado, promovendo mais informações e seu delineamento. “Muitas vezes as pesquisas exploratórias constituem a primeira etapa de uma investigação mais ampla” (Gil, 2021, p. 27). Deste modo, a pesquisa teve início com uma exploração bibliográfica baseando-se em obras e produções científicas que compõem as tecnologias da inteligência (Lévy, 2010a), as quais estão sendo utilizadas como referencial teórico deste estudo. Em cada um dos levantamentos foram realizadas leituras dos estudos, os quais foram analisados de acordo com os principais aspectos encontrados, formando assim categorias que relacionam a IA, Educação e o Ensino de Matemática.

Nesse sentido, ao analisar as obras, estes foram classificados e organizados de modo que permitissem transmitir as informações que emergiram no decorrer da leitura realizada. Nessa perspectiva os estudos foram categorizados pelas características principais de acordo com a interrogação que norteia este estudo.

Feita as leituras das referências, buscou-se analisar como os autores apresentam os objetos de conhecimento a fim de obter uma perspectiva teórico-filosófica sobre elas. Pois segundo Bicudo (2004) a pesquisa qualitativa engloba a concepção do sujeito a fim de expor suas opiniões, assim, diferentes realidades quando relacionadas podem influenciar em diferentes percepções e ações.

Perspectiva da Inteligência Artificial aplicada à Educação

Para que se possa formular possíveis respostas à questão aqui discutida, é necessário estabelecer uma seleção de temas e abordagens da IA aplicada à educação. A seleção de temas em periódicos e trabalhos inclui uma variedade de assuntos como educação personalizada, sistemas instrucionais e exploratórios com suporte de IA, análise da escrita do estudante, agentes inteligentes em jogos baseados em ambientes, robótica educacional, *chatbots* de suporte ao aluno, sistemas tutores que colocam os alunos no controle de seu próprio processo de aprendizagem. Também inclui toda forma de interatividade e abordagens na escola, com o uso de smartphones e plataformas adaptativas.

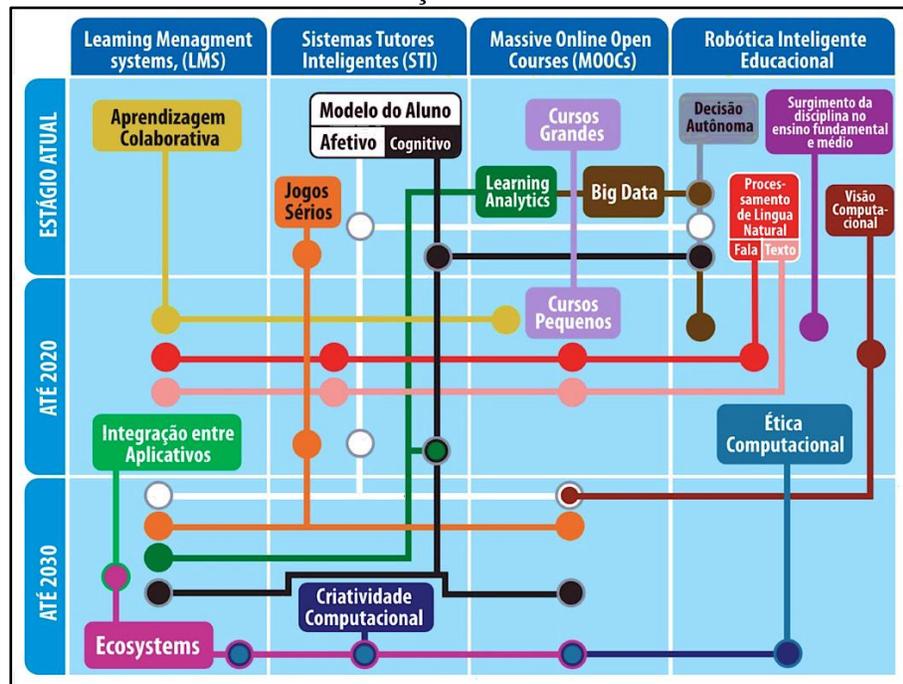
Ao realizar um trabalho que trata sobre tecnologias baseadas em IA, para o período de 2017 até 2030, Vicari (2018) utilizou como metodologia a construção de um *Roadmap*. A autora

indica que parte significativa da produção científica atual em IA está relacionada com o tema da Educação, o que indica forte presença deste campo nos sistemas educacionais e, conseqüentemente, um grande impacto nos processos de ensino e de aprendizagem no curto e no médio prazo (Vicari, 2018).

A pesquisa com bases em patentes e a revisão de literatura têm permitido apontar as mudanças de paradigmas e vislumbrar como serão as aplicações futuras da IA e de outras tecnologias da computação e da comunicação na educação.

Era esperado que, até o final de 2020, 77% das aplicações computacionais estivessem utilizando algum algoritmo de IA e o mercado global estivesse em torno de US\$ 60 bilhões para 2025. Desse total, o esperado para o período de 2018 a 2023, para aplicações educacionais da IA, é de US\$ 3.68 bilhões. Esse crescimento é creditado a três tecnologias: ML, PLN e *Big Data* (Vicari, 2021, p. 75).

Figura 1 - Roadmap Tecnológico: prospecção das tendências em inteligência artificial na Educação até 2030



Fonte: Vicari (2018, p. 22)

Tendo em vista um melhor entendimento desse movimento de mudança de paradigma e no desenvolvimento de pesquisa direcionadas à IA, Vicari (2021) indica que os estudos apontam aplicações práticas em que a IA pode trazer colaborações e influências e os próximos avanços na Educação com algoritmos que acompanham o raciocínio do aluno durante a solução de problemas. A autora faz um desdobramento do trabalho já realizado. A prospecção de pesquisas

atualizada por Vicari (2021) para os próximos cinco anos está dividida em linhas temáticas específicas.

A primeira linha apresenta o que se chamou de IA para a IA, ou seja, são objetivos de pesquisa para fortalecer a área. Nela temos a situação atual, onde os algoritmos necessitam de muitos dados para aprender. [...] A segunda linha aporta as ligações da IA com a engenharia, com a nanotecnologia e com a neurociência. Nela temos a influência, recente, que modelos da neurociência têm gerado no design de chips, na conexão entre humanos e chips, sensores, fios conectores fruto da nanotecnologia, equipamentos vestíveis etc. A terceira linha aponta os aspectos da ética e da governança dessas novas pesquisas e desses novos produtos. Ela se apresenta com a necessidade de se evitar o aprendizado como preconceito e de se regular a tomada de decisão autônoma, por parte dos algoritmos, e como aspectos da ética e de governança estão sendo considerados. A quarta linha apresenta novas tendências, que envolvem compartilhamento de dados para treinamento e reprodução de algoritmos (reproduzir um processo gera segurança no seu resultado), o uso de plataformas abertas para o desenvolvimento de produtos e até uma proposta da Organização das Nações Unidas (ONU), para que se desenvolva uma linguagem de programação universal para a área. Iniciativas como essas poderão fazer que a IA se desenvolva com maior rapidez (Vicari, 2021, pp. 76-77).

Analisando o *Roadmap*, percebe-se que está estruturado em períodos e a sua incorporação irá depender do quão acessível ele estará para a Educação, principalmente no que diz respeito aos seus custos e as áreas de computação que terão mais desenvolvimento (Vicari, 2021) e quais tecnologias realmente serão consolidadas. Outro ponto de destaque é o componente cognitivo/afetivo que tende a ser cada vez mais personalizado, customizado e ergonômico possibilitando um itinerário individualizado.

No ambiente virtual, a flexibilidade de acesso e as formas síncronas e assíncronas da comunicação indicam uma preocupação maior com as aplicações e a adoção de padrões éticos, no de desenvolvimento na utilização de sistemas de IA tendo em vista o seu amplo campo de abrangência de pesquisa.

Diferentes grupos trabalham para tornar a IA pauta de discussões contemporâneas, seja em busca de investimentos para pesquisas em diferentes áreas, criação de espaços interdisciplinares dedicados ao ensino, pesquisa e *startups* de inovações com projetos e empresas nas mídias digitais e entretenimento digital. Neste cenário surgem também novos paradigmas de interfaces e inclusão social digital.

No âmbito global, algumas das principais empresas que oferecem soluções educacionais, que utilizam tecnologias da IA de alguma forma, são: IBM (EUA), Microsoft (EUA), Bridge-U (UK), DreamBox Learning (EUA), Fishtree (EUA), Jellynote (França), Google (EUA), AWS (EUA), Carnegie Learning (EUA), Century-Tech (UK), Liulishuo (China), Nuance Communications (EUA), Pearson (UK), Third Space Learning (UK) e Quantum Adaptive Learning (EUA). Nessa lista podemos observar a predominância dos Estados Unidos nessa área. Os principais produtos

comercializados por essas empresas são Facilitadores Digitais, LMS, STI, sistemas de distribuição de conteúdo, e sistemas de detecção de riscos educacionais (evasão) e de fraudes (plágio) (Vicari, 2021, p, 81).

Também existem grupos de estudos e pesquisas vinculados a Universidades em várias regiões do Brasil e exterior. Destacamos aqui alguns deles, que tem como objetivo estudar conceitos relacionados à IA aplicada a educação.

O Grupo de Pesquisa de Tecnologias em Educação Matemática vinculado a Universidade Federal Tecnológica Federal do Paraná, tem interesse em compreender a inserção de recursos tecnológicos em processos educacionais de Matemática, entre os quais está a IA. No grupo existe uma equipe multidisciplinar composta por seis pesquisadores, sendo o orientador, três doutorandos e duas mestrandas, os quais têm experiência nas áreas de Ciências da Computação, Educação Matemática, Pedagogia e Filosofia, que estão envolvidos no desenvolvimento de uma plataforma para a construção de Objetos de Aprendizagem de Matemática por meio da programação intuitiva e suportada por IA.

O Grupo Interdisciplinar de Divulgação e Educação em Lógica e Inteligência Artificial, em parceria com pesquisadores da Unicamp e da Unesp, desenvolve o projeto "Inteligência Artificial: da Lógica às Humanidades" e busca explorar a IA com alunos da educação básica.

A preocupação com a inserção de tecnologias somada a utilização de dados levou o *Oxford Internet Institute* e seu corpo docente a pensar a necessidade de pesquisas multidisciplinares para investigar como nós, humanos, projetamos, construímos e nos adaptamos às inovações. Para estes pesquisadores, são necessários diferentes métodos qualitativos, quantitativos e computacionais, elaborados eticamente, para entender como nos socializamos, como aprendemos e como podemos resolver problemas sociais. Dentre as diferentes dimensões de pesquisas, destacam-se temas como Educação, vida digital e bem-estar.

O *Advanced Institute for Artificial Intelligence*, é um consórcio de pesquisadores de diversas instituições que visa estimular discussões sobre as implicações humanas dessa tecnologia, principalmente a responsabilidade ética necessária para suas aplicações.

Existem também, cursos gratuitos, oferecidos por instituições como *MIT*¹ e *Stanford*,² e em plataformas como *Khan Academy*³, *Coursera*⁴, *Udacity*⁵ e outras. Além de produzirem seus próprios conteúdos, empresas de suporte e criação de tecnologia também fazem treinamentos disponibilizando materiais gratuitos e divulgando cursos básicos em empresas do setor de IA.

Como podemos constatar, os algoritmos de aprendizagem já fazem parte de decisões dos mais diferentes processos educacionais, podem variar de um aplicativo para o aluno do ensino fundamental aprender Geometria ou na utilização de conceitos de Gamificação e Realidade Virtual (RV) no ensino de Engenharias e Medicina. A utilização de recursos digitais pode ser uma realidade na sala de aula, ou em um sistema complexo de gestão de dados para administradores de instituições de ensino.

Em um estudo que trata do uso da IA em contexto educacional Holmes, Bialik & Fadel (2019), buscam investigar de que forma a IA pode ser incorporada aos processos educacionais e a Educação como um todo. Os autores citados, destacam que é necessário estabelecer a distinção entre Tecnologia Educacional (*EdTech*) em geral e Inteligência Artificial na Educação (AIED) especificamente. As necessidades emergentes do segmento da sociedade que produz bens têm norteado um segmento de *EdTechs*, sendo pertinente traçar um breve panorama das suas possibilidades e características, uma vez que se utilizam de TD e de suportes de IA.

O uso mais comum do termo *Edtech* é como abreviação de “*education technology*”, ou tecnologia educacional. São soluções que combinam a tecnologia com a jornada dos envolvidos com a educação: professores, alunos e gestores. No entanto, isso não determina que todas as *Edtechs* trabalhem com ensino e aprendizagem. Elas podem ser focadas no design, na administração, no marketing e no gerenciamento em geral no contexto de instituições educacionais.

A Sociedade *Artificial Intelligence in Education* reúne uma comunidade de pesquisadores líderes, organizando a série anual de conferências, o Jornal Internacional de IA na Educação (IJAIED) e atividades relacionadas. A Sociedade também é membro da Aliança Internacional para o Aprendizado Avançado na Era Digital, uma aliança de sete sociedades de pesquisa que se

¹ Disponível em: <https://web.mit.edu/>. Acesso em: 31 mar. 2022

² Disponível em: <https://ai.stanford.edu>. Acesso em: 31 mar. 2022

³ Disponível em: <https://www.khanacademy.org/>. Acesso em: 31 mar. 2022

⁴ Disponível em: <https://pt.coursera.org>. Acesso em: 31 mar. 2022

⁵ Disponível em: <https://www.udacity.com/school-of-ai>. Acesso em: 31 mar. 2022

concentra em avanços na aprendizagem apoiada por computador. É administrada por um Comitê Executivo de acordo com a Constituição da IAIED, que busca apoiar o desenvolvimento da IA na Educação em toda a comunidade internacional. A *Internacional Artificial Intelligence in Education Society* (IAIED) é uma comunidade interdisciplinar na fronteira dos campos da ciência da computação, educação e psicologia que promove pesquisas e desenvolvimento rigorosos de ambientes de aprendizagem interativos e adaptativos para alunos de todas as idades, em diversos domínios.

Há outro exemplo de grupo que discute o desenvolvimento de ambientes virtuais, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira, para quem a IA na educação agrega duas grandes áreas: a Ciência da Computação e a Ciência da Aprendizagem, possuindo dois objetivos fundamentais:

1. Objetivo educacional: compreender de maneira mais profunda e detalhada como e quando a aprendizagem realmente ocorre, fornecendo subsídios para melhorar as práticas/instrucionais.
2. Objetivo tecnológico: promover o desenvolvimento de ambientes adaptativos de aprendizagem mais flexíveis inclusivos, personalizados, envolventes e eficazes (CIEB, 2019, p. 9).

Nessa simbiose entre o presencial e o virtual, a IA aplicada a educação ajuda a promover o ensino colaborativo, fornece aos agentes educacionais diferentes possibilidades de quando e onde gostariam de estar se apropriando de conhecimento (ubiquidade), promovendo ambientes cada vez mais dinâmicos, móveis (mobilidade), interativos e heterogêneos.

Uma vez que a IA em processos relativos à educação, sejam pedagógicos ou administrativos, se faz cada vez mais presente, como apresentado até aqui, entende-se necessário aprofundar sua compreensão do ponto de vista teórico-filosófico. É o que se busca na sequência.

Pesquisa em IA - aspectos estruturantes e possibilidades no Ciberespaço

O Ciberespaço, como já foi indicado, é o espaço de ampliação das relações sociais e histórico-culturais, pois as ferramentas e recursos digitais sustentam a comunicação que se constrói nesse ambiente. A palavra digital refere-se às tecnologias transmissoras dos dados que são convertidos em palavras, sons ou imagens. Já a Cultura Digital é definida como atual e emergente às inovações na comunicação, compartilhamento e ação na sociedade (Mill, 2018).

A Cibercultura que está constituída nesse espaço, coloca o ser humano diante de diversas possibilidades de conhecimento. Para pensarmos a cultura pelo viés da ubiquidade, “do fato de

que podemos finalmente ocupar dois lugares no espaço ao mesmo tempo, temos de considerar o advento de um espaço anteriormente inexistente na textura do mundo: o ciberespaço” Santaella (2013, p. 134).

Lévy (2007) defende que o uso do computador, em especial da internet, pode possibilitar a ampliação e a democratização do conhecimento. Ele escreve sobre a natureza e papel dos sistemas simbólicos propostos pela cultura que surge nos meios digitais

A “cultura” destes sistemas simbólicos distingue a espécie humana das outras espécies de animais sociais que povoam nosso planeta. A partir desta constatação, eu defenderia a ideia de que o papel principal dos intelectuais, em todas as culturas, inclusive a cultura mundial da emergente inteligência coletiva, é o de estudar os sistemas simbólicos com que as comunidades humanas vivem em simbiose e de preservar sua articulação, seu bom andamento e seu aperfeiçoamento (Lévy, 2007, p. 13).

Suas mais recentes pesquisas estão relacionadas aos estudos da semântica, com foco na criação de uma linguagem universal na rede por meio do *Information Economy Meta-Language – IEML*. Para os envolvidos com o IEML, o mundo vive a quarta revolução e chegará a um sistema semântico de método universal situado na nuvem, construído colaborativamente e capaz de orientar o futuro da comunicação digital.

A perspectiva proposta pelo autor destaca a dinâmica de nossa sociedade, que é estabelecida pelo uso cotidiano de máquinas inteligentes, aplicativos e softwares. Lévy (1996) considera que o poder computacional, somado ao conjunto de dados obtidos pela criação de algoritmos, possibilitam a criação da escrita algorítmica. “Os intelectuais do século XXI se confrontam, pois, com o problema de inventar, adaptar e aperfeiçoar uma nova geração de sistemas simbólicos que seja o diapasão da potência de tratamento disponível, daqui para frente” (Lévy, 2007, p. 15).

A IA, por sua vez, avança e tem como principal foco o processamento de dados e de imagens, com o objetivo de tornar o dispositivo ou a tecnologia mais inteligente e capaz de reproduzir habilidades humanas. Cada aspecto de aprendizado, ou outra forma de inteligência, pode ser descrita de forma tão precisa que uma máquina pode ser criada para simular isso. O desafio do projeto original da criação da IA, tinha como objetivo fazer com que máquinas fizessem coisas que exigiam inteligência, como se fossem feitas por homens (Minsky, 1988). Pode-se dizer que os desafios iniciais foram alcançados e que os paradigmas simbólicos e conexionistas estimularam as mais variadas áreas das ciências ao longo dos anos.

A influência desse campo estabelece também possibilidades de mudanças na vida das pessoas comuns e nas mais diferentes instituições. Essa perspectiva, que se estrutura no cenário contemporâneo, precisa ser redefinida e pesquisada de forma abrangente, seja nas suas bases lógicas, conceituais, estruturais, epistemológicas ou nos seus horizontes éticos e teóricos. Os algoritmos de aprendizagem já fazem parte de decisões das mais diferentes instituições.

Aliás, a reflexão filosófica não pode ficar indiferente a essas dimensões, também, não pode deixar de se deparar com alguns aspectos pertinentes à Filosofia e sua problemática. Durante milhares de anos, procuramos entender como pensamos, e o campo da IA tem a pretensão não apenas de compreender, mas de construir entidades inteligentes cada vez mais aperfeiçoadas. Leroy-Gourhan (1987), a partir da análise da técnica, explicitou sobre critérios de humanização e evolução. Além disso, esse autor reconhecia o poder das máquinas mecânicas (cérebro artificial), indo além do conceito filosófico de *Homo Faber*. Seu percurso foi seguido por autores como Simondon, Deleuze, Latour, entre outros, que consideram “o desenvolvimento cerebral diante do poder das máquinas com memória mecânica e o processamento de dados, capazes de superar suas conexões neuronais” (Leroy-Gourhan, 1987, p. 66-67).

Na história das sociedades, os grandes saltos tecnológicos costumaram ser sucedidos por transformações na ética, na moral e conseqüentemente nos estatutos epistemológicos. Por isso, é fundamental estabelecer uma relação entre as transformações causadas pela utilização da IA e os aspectos filosóficos da relação cérebro-computador, pois ela pode contribuir para o entendimento de como acontece a aprendizagem de máquinas e como humanos aprendem.

A utilização de IA, assim, pode ser um fator determinante para compreender as tecnologias da era digital, e para que se possa refletir por um viés pedagógico, sobre como os coletivos são controlados, se organizam e se comunicam.

Inteligência Artificial na Sociedade Informacional

As práticas de aquisição da informação e o acesso às diferentes modalidades de redes se estendem como um rizoma que conecta redes semióticas, movimentando dados, memórias, ações, conceitos e linguagens diferenciadas que constituem a chamada Sociedade

Informacional, a Infosfera⁶ conectada e, muitas vezes, hiperconectada com o mundo virtual e *onlife*, como afirmou Floridi em *The Onlife Manifesto*:

O mundo é apreendido pela mente humana através de conceitos: a percepção é necessariamente mediada por conceitos, como se fossem as interfaces pelas quais a realidade é vivida referenciada e interpretada. Os conceitos fornecem uma compreensão das realidades circundantes e um meio pelo qual apreendê-los (Floridi, 2015, p. 7).

A preocupação com o excesso de informação e dados colocados à disposição das pessoas pelas TD faz com que haja necessidade de elaborar formas de se apropriar das novas práticas e linguagens visando transformá-las em conhecimento por meio do pensamento crítico. “A Linguagem constitui-se em uma dimensão social e transpessoal da cognição” (Lévy, 2010a, p. 103).

A utilização da IA é uma possibilidade nos sistemas educacionais e pode produzir um impacto nos processos de ensino e de aprendizagem. Como se trata de uma área multi e interdisciplinar, seu desenvolvimento interliga-se aos avanços também em outras áreas. Considerando que a sociedade está ficando cada vez mais complexa, e que as mudanças e alterações são uma realidade, é possível verificar que, se os indivíduos não estiverem preparados para lidar com essa complexidade, eles terão muita dificuldade para transitar em um mundo de informações, com tantos dados ao alcance de apenas um toque.

A inserção da IA, bem como de qualquer tecnologia em atividades educacionais, não pode ser sustentada apenas pela justificativa de sua contemporaneidade. Segundo Santaella (2013) a absorção em si do conhecimento é individual e específica. Porém, existe uma influência do contexto, da história e da experiência de cada indivíduo. Os contextos podem ser individuais, sociais, institucionais envolvendo diferentes linguagens e são vulneráveis à disponibilização de informação.

Destacar os passos das transformações na história humana, em uma constante tentativa de conhecer o mundo e buscar nos sistemas da natureza, bem como na utilização de ferramentas tecnológicas, uma forma de explicação para seus questionamentos, levou o homem a formular

⁶ O termo foi recuperado filosoficamente por Floridi (2015), ele nos ajuda a definir o ambiente, feito de informações, fluxos de dados, interações com softwares e sistemas automáticos, em um misto de analógico e digital, uma atualização do termo “ciberespaço”. Floridi propõe abandonar a ideia de que há espaços separados, como se a infosfera fosse um lugar quase alheio, diferente, inatural, isto é, “ciber”, no qual se sai e se entra quando se quer.

novas questões e enfrentar desafios. “Todas as eras foram, portanto, cada uma à sua maneira, eras tecnológicas” (Kenski, 2003 p. 13)

O alcance que o conceito de virtual tem na sociedade contemporânea pode ser o ponto de partida para discutir a noção de virtual e atual escolhido por Lévy (1996). Este movimento nos remete aos conceitos aristotélicos de potência e ato, pelas noções históricas o mesmo acontece com o de realidade. Traçaremos agora um percurso sobre as dimensões da IA tendo em vista o horizonte que a filosofia pode contribuir para uma compreensão do que está implicado nesse conceito, ou seja, aspectos relacionados à mente, cérebro, lógica, memória, memória mecânica, simbolismo, linguagem, realidade e inteligência.

Esse movimento, de buscar ontologicamente fundamentos matemáticos nos direciona às bases da civilização ocidental e de outras civilizações, e na Matemática, este vínculo está estabelecido com qualquer outra atividade humana (D’Ambrosio, 1999). As reflexões matemáticas despontam simultaneamente com a evolução da humanidade.

Quando desenvolvemos um raciocínio, demonstramos nosso ponto de vista e conseqüentemente elaboramos argumentos, estamos usando a Lógica. Desde os ensinamentos de Aristóteles (384-322 a.C.), até o século XX, a Lógica desempenhou um importante papel nos avanços tecnológicos. Cronologicamente, difundiu-se e alcançou grande prestígio até a primeira metade do século XIX, e já na segunda metade a concepção de Lógica como ciência das leis do pensamento teve um avanço significativo com filósofos como Gottlob Frege (1848-1925) que rompeu com a tradição aristotélica afirmando que as relações lógicas são independentes do pensamento. A Lógica passou a ser entendida puramente como linguagem matemática. Filósofos como Bertrand Russell (1872-1970) e Ludwig Wittgenstein (1889-1951) também foram responsáveis pelos avanços nas compreensões. A relação entre raciocínios e o processo mental no qual se interconectam na formulação de um entendimento e construção de argumentos permite que esse encadeamento lógico seja um instrumento de validação do conhecimento e do discurso.

Ao nos depararmos com os conceitos aristotélicos de potência e ato, pelas noções históricas, o mesmo acontece com as leis que governam a parte racional da mente (Russell & Norvig, 2013). Este sistema de silogismo permitiu gerar conclusões mecanicamente dadas às premissas. Um segmento histórico-cronológico pode ser traçado como percurso da reflexão sobre a IA tendo como ponto de partida a lógica aristotélica e os primeiros ensaios do que seria

um algoritmo, ou seja, estabeleceu um conjunto metódico de passos na resolução de situações-problemas e tomadas de decisões.

Verifica-se na História da Filosofia que Platão (427-347 a.C.), propôs uma teoria dualista sobre o intelecto, na qual existe uma separação original entre corpo e alma, mundo visível e mundo inteligível. Para Platão, a realidade física que encontramos no mundo é apenas uma cópia imperfeita do mundo das formas, o qual acessamos por meio de nosso intelecto. Essa concepção dualista, na qual o corpo e a alma são tratados como substâncias distintas, não é defendida apenas por Platão. Assim como ele, Descartes (1596-1650) também acreditava na existência de duas substâncias totalmente diferentes, a saber, a *res extensa* (substância física) e *res cogitans* (substância mental), sendo o principal atributo da substância física a sua extensão. O poder da razão, instituído pelo racionalismo e pelo método cartesiano foi uma das chaves do sucesso científico da abstração cartesiana e seu encontro com a Geometria Analítica.

A relação entre mente e corpo não foi tão fácil de ser defendida pela corrente do materialismo devido aos pressupostos teóricos, que buscavam explicar a realidade por dois elementos: o corpo e o movimento. A ideia de que tudo pode ser apreendido pelos sentidos surgiu no empirismo. No Tratado de Natureza humana (1739), David Hume (1711-1776) propôs o princípio da indução, ou seja, as regras gerais são adquiridas pela exposição e associações repetidas entre seus elementos. O pensamento fenomenológico ocupa um lugar de destaque neste percurso, e a formulação programática estabelecida por Edmund Husserl (1859-1938) fez com que pensadores com diferentes posicionamentos filosóficos se aproximassem dessa corrente, acentuando o caráter interdisciplinar da fenomenologia.

O positivismo lógico estabeleceu bases da modernidade, pois defendia ideias comprometidas com a realidade e precisão de conceitos e proposições (Chalmers, 1997). Seu sistema filosófico ficou conhecido pelo famoso Círculo de Viena (1907-1938), que reuniu pensadores que tinham uma visão comum da filosofia, que consistia na aplicação das postulações de Ludwig Wittgenstein, e que trataram de teorias lógicas de alguma forma conectadas ao discurso.

O livro de Carnap (1891-1970), *The Logical Structure of the World* (2003), definiu um procedimento computacional explícito e de certa maneira uma primeira teoria da mente computacional, e essa pôde nos conduzir a problemas epistemológicos, éticos e estéticos dentro do campo da Psicologia, da Sociologia, da Filosofia e das Ciências de maneira geral.

Um dos elementos do percurso filosófico que é fundamental para a IA é a conexão entre conhecimento e ação. Traçar um percurso teórico-filosófico da pesquisa que está sendo construído em torno da possibilidade da inserção da IA em processos educacionais possibilita um vínculo entre as práticas educativas e os registros da Matemática e da Filosofia que estão atrelados à Filosofia da Matemática (D'Ambrosio, 1999). A filosofia pode contribuir, no nosso caso específico, com particular interesse na Educação Matemática e na elaboração da trajetória de formalização da Matemática pela IA que se utiliza de três campos fundamentais: lógica, computação e probabilidade (Russell & Norvig, 2013).

Perspectiva da Inteligência Artificial aplicada à Filosofia e Pedagogia

Para a realização de estudos em torno da perspectiva da IA aplicada a processos educacionais, se faz necessário pensar na compreensão de currículos, parâmetros e habilidades dos campos interdisciplinares na era digital. Tal realidade prescinde de investigações das ciências cognitivas que apontem caminhos para o fazer pedagógico mediado por TD e, que reúnam modelos computacionais da IA e técnicas experimentais de Psicologia, Neurociência e Pedagogia para tentar construir teorias dos processos de funcionamento da inteligência humana. Para se pensar sobre a inserção de suportes sustentados por IA na Educação, podemos recorrer às Humanidades e a preocupação destas com as habilidades humanas ao longo dos séculos.

Nos escritos publicados pela Real Academia Prussiana de Ciências sobre a Pedagogia (1923), Kant destaca o papel da educação no desenvolvimento das habilidades do ser humano: “A espécie humana é obrigada a extrair de si mesma, pouco a pouco, com suas próprias forças, todas as qualidades naturais que pertencem à humanidade, sendo que uma geração educa a outra” (Kant, 2004, p. 12). Se partimos do texto kantiano encontraremos elementos preliminares que nos permitem reflexões acerca da importância da Pedagogia segundo o valor e o tipo de conhecimento com o qual estamos tratando.

A educação, segundo o filósofo, é uma condição determinante para que o homem possa aplicar seus conhecimentos e habilidades e assim contribuir para a espécie. A articulação com o seu pensamento sobre o homem pode constituir uma oportunidade para seguirmos de perto a formação de concepções que orientam nosso próprio modo de compreender a realidade.

Lévy discorda da visão de Kant quando se refere ao sujeito do conhecimento, seu papel, seu nomadismo dentro do espaço antropológico como um território do saber ou Espaço do

Saber. Ele também faz críticas ao classicismo da filosofia kantiana e suas influências (Lévy, 2015). O debate entre Lévy e Kant propõe uma análise à luz de diferentes posicionamentos e dimensões.

As dimensões e o significado de espaço-tempo se configuram e se reinventam em diferentes contextos. O percurso oferecido, aqui, busca conectar elementos presentes ao coletivo cosmopolita do cidadão do mundo (Lévy, 2010a). A técnica e as tecnologias intelectuais têm muito a ensinar sobre o sujeito-objeto e pensamento-objeto. Entendida como uma das características essenciais do homem, a técnica teria como essência o pensamento técnico (Simondon, 1989).

O processo de humanização e a reorganização da estrutura psíquica primitiva se dá com a mudança da realidade primordial humana em três (o sujeito, o mundo e o objeto), ou seja, a diferenciação de seus comportamentos em relação aos dos demais animais, e transformação de sua relação com o mundo natural acontece a partir do momento em que utilizou os recursos existentes na natureza em benefício próprio. Quando isso acontece, ocorre o surgimento do pensamento técnico (Simondon, 1988).

Nesse contexto, estamos nos referindo as atividades humanas que não ocorrem sem a utilização de dispositivos tecnológicos. Com o advento da utilização do computador, Tikhomirov (1981) propõe uma interação entre informática e pensamento. Na sua teoria, o pensamento é reorganizado.

Os casos de grande interesse não são aqueles nos quais o computador assume a solução de certos problemas resolvidos anteriormente por humanos, mas aqueles nos quais um problema é resolvido juntamente por humanos e computador, isto é, o próprio sistema “homem-computador” (Tikhomirov, 1981, p. 278).

A incorporação das novas tecnologias e de recursos tecnológicos nos quais as interfaces estão em constante mudanças afetam tanto a cognição quanto os processos educacionais. A teoria da reorganização, defende o papel da informática igualando sua importância ao papel desenvolvido pela linguagem na teoria vigotskiana, assim sendo oralidade, escrita e informática ocupam um lugar de destaque no processo cognitivo, permitindo que se estabeleça uma relação entre o cérebro e a máquina formando uma modelagem recíproca, a máquina moldando o ser humano ao mesmo passo que é moldada por ele.

O *Homo sapiens* é um animal com características diferenciadas e únicas, que aprende modelos no decorrer da existência e os comunica por meio da linguagem, a qual permite a

acumulação do conhecimento ao longo das gerações. Seu comportamento adapta-se aos modelos cognitivos da estrutura causal (Pinker, 2018). Além da reorganização cognitiva, vale salientar que a relação homem-computador se encontra em amplo processo de desenvolvimento e possibilita estudos com mais profundidade do que aqueles analisados por Tikhomirov (1981).

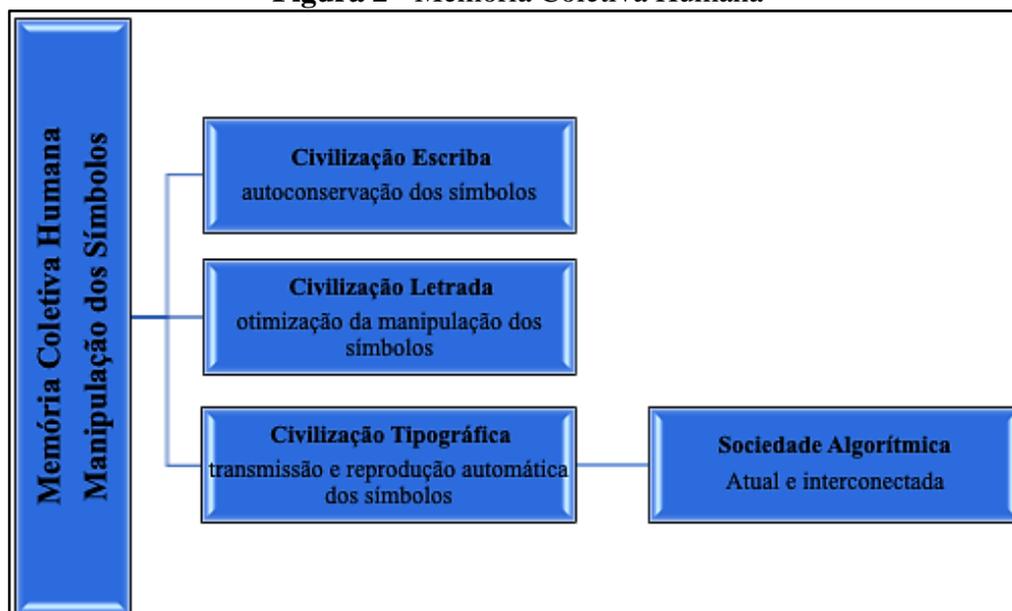
Encontramos em Borba (2004) sinais de que um novo passo pode ser dado utilizando-se a metáfora “ser-humano-oralidade-escrita-informática”, colocando em destaque a relação sujeito, tecnologia, informação, conhecimento e saber.

As diferenças entre conhecimento, informação e saber pode ser um referencial importante para as instituições educativas oferecerem mais flexibilidade para os estudantes iniciarem uma formação básica e, em seguida, estruturarem seus currículos, partindo da ideia de que os três elementos podem possibilitar compreender melhor as concepções adotadas nos processos pedagógicos. Tendo em vista o horizonte do conhecimento, que tem por característica ser subjetivo, é resultado de uma experiência individual e as informações podem ser acessadas de diferentes modos definindo o saber e a apropriação de informação.

O saber compreende informação e conhecimento. Nele prepondera o aspecto social e cultural da civilização. A manipulação simbólica, acontece como forma de se tentar explicar a realidade, construir uma memória comum humana e assim acontecem as revoluções culturais. A partir da especificidade da razão humana, esta manipulação movimenta a esfera semântica que envolve a linguagem (Lévy, 2014).

Para isso é necessário pensar a história e a trajetória da comunicação humana em diferentes espaços, considerando as etapas históricas desta manipulação podemos estabelecer que a conservação dos símbolos ao longo da trajetória humana está construindo uma memória simbólica desde as primeiras formas de comunicação. A inteligência é permeada por uma dimensão coletiva, um conjunto do mundo humano que vai além das linguagens, artefatos e instituições (Lévy, 2016).

Figura 2 - Memória Coletiva Humana



Fonte: Adaptado de Lévy (2016)

As tecnologias da inteligência são representadas especialmente pelas linguagens, pelos sistemas de signos, pelos recursos lógicos utilizando ferramentas e representações. Quanto a isso, Kenski (2012), em convergência com Tikhomirov (1981) e Lévy (2010a, 2010b), afirma que quando fazemos o bom uso de um recurso, ele provoca a alteração do comportamento, tanto dos estudantes, quanto dos professores, levando a outra forma de conhecimento e maior aprofundamento do conteúdo estudado. Desta forma, a presença de uma tecnologia pode induzir profundas mudanças na maneira de organizar o ensino (Kenski, 2012). Com isso, a educação é posta em outro patamar, redimensionando o papel dos envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem.

O professor, por exemplo, deixou de ser um difusor do conhecimento, passando a assumir o papel de mediador, construindo novas ações e habilidades que lhe permitam modificar os processos educacionais em suas diferentes concepções para a construção do conhecimento dos estudantes, transpondo barreiras do educar tradicional. “O professor torna-se o animador que incita os alunos à troca de saberes, a mediação relacional e simbólica, a pilotagem personalizada dos percursos de aprendizagem” (Kenski, 2003, p. 144). Corroborando com essa ideia, Lévy (2010a) afirma que a principal função do professor no contexto das tecnologias desloca-se no sentido de incentivador da aprendizagem e do pensamento.

A reflexão aqui fica a cargo da explicação filosófica, sua linguagem, abrangência e “novas maneiras de processar a cultura estão intimamente conectadas a novos hábitos mentais que, segundo o pragmatismo, desaguam em novos modos de agir” (Santaella, 2013, p. 19). A computação pervasiva, afirma que o computador passa a fazer parte do ambiente de forma invisível para o usuário. Dessa interação surge a ação inteligente dos computadores no ambiente em que nos movemos, a computação ubíqua está espalhada por toda parte.

As identidades e grupos se alinham numa comunidade virtual que apresenta um cenário provável para os diferenciados processos de ensino e de aprendizagem, colaboração, avaliação e outras atividades educacionais na Web apoiadas por IA. No entanto, embora muitos acreditem que a AIED poderá sistematizar e automatizar tarefas intelectuais (Holmes, Bialik & Fadel, 2019), a sua aplicação na educação propõe transformações de longo alcance, como, por exemplo, sua forma de aplicação e ambiente. Os servidores físicos passam a ser corresponsáveis pelo gerenciamento e administração da aprendizagem, bem como pelo acesso ao material por professores e alunos simultaneamente.

A inserção de dispositivos sustentados por IA pode criar um sentido para procedimentos já estabelecidos nos diferentes campos científicos. Assim como acontece com portais educacionais, professores e alunos podem acessar o material educacional que reside nos servidores educacionais. Os portais e plataformas sustentados por IA passariam a ser os agentes pedagógicos que fornecem a infraestrutura necessária para o fluxo de conhecimento e informação personalizada e os servidores educacionais. Nesta visão, o conteúdo educacional é qualquer material educacional pedagogicamente organizado e estruturado de tal forma que os alunos interessados possam usar para se familiarizar com um domínio do conhecimento, aprofundar sua compreensão desse domínio e praticar as habilidades de resolução de problemas relacionados e selecionados.

A IA aplicada a educação pode criar meios para que os processos educacionais se tornem mais dinâmicos e personificados, possibilitando um ensino engajado, individualizado, inclusivo e colaborativo oportunizando a adaptação do conteúdo conforme as dificuldades apresentadas pelos estudantes, tanto dificuldades cognitivas quanto motoras. Estes modelos de ensino mediados por suporte de IA agregam o sistema de ensino como um todo, impactando alunos, professores e gestores, enfim toda a comunidade escolar.

Considerações

Ao analisar as reflexões sobre a IA, perspectivas apresentadas e desafios sobre o tema proposto, podemos concluir que as TD já estabeleceram um novo jeito de comunicar, consumir, negociar, pesquisar e viver em sociedade. Os avanços recentes da IA podem potencializar ainda mais este cenário disruptivo. Em consequência dos recentes avanços, as máquinas e algoritmos inteligentes assumem desde tarefas repetitivas e rotineiras até as cognitivas, em alguns casos superando os humanos.

A produção acadêmica e científica na área tem como características: a análise de aspectos importantes e atuais da realidade, a discussão sobre os impactos dos dados digitais coletados em quantidade e se esses possuem um aspecto prático para o meio educacional. Isto posto, o estudo do tema pode trazer à luz do entendimento a temática da inserção da IA como um instrumento de produção científica e apropriar-se da realidade para melhor analisá-la e, posteriormente, produzir transformações. Mudanças em nossos hábitos e comportamentos são constatados na própria constituição do meio digital. Essas mudanças impactam na forma de como recursos digitais são produzidos, oferecidos e utilizados.

A educação, em qualquer tempo, é uma condição determinante para que o homem possa aplicar seus conhecimentos, habilidades e assim contribuir para a espécie. Mesmo com a evolução do processo civilizatório, um mosaico de temas e autores se oferecem como uma referência fundamental, tanto para a crítica do presente, quanto para a elaboração de uma sociedade cosmopolita, reflexão esta que coloca o ser humano como sujeito do conhecimento e de suas possibilidades enquanto indivíduo dentro de uma coletividade: a espécie humana, e cabe a esse homem potencializar seu conhecimento, informação e saber para conservar e cultivar a nossa Humanidade.

Sendo assim, iniciativas que envolvam ubiquidade, cognição e interatividade tem potencial para serem suportadas por IA podendo estabelecer condições de possibilidades e determinando o alcance virtual diferenciado nos processos de ensino e de aprendizagem.

Referências

Bicudo, M.A.V. (2011). *Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica*. São Paulo: Cortez.

- Bicudo, M. A. V. (2004). Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. Em: M. de C. BORBA. & J. de L. ARAUJO (Org.). *Pesquisa Qualitativa em educação Matemática* (pp. 99-112). São Paulo: Autêntica.
- Borba, M. C. & Araujo, J. L. (2004). *Pesquisa Qualitativa em educação Matemática*. São Paulo: Autêntica.
- Carnap, R. (2003). *The Logical Structure of the World*. Trans. R. George. Chicago: Open Court Classics,
- CIEB (2021). *Inteligência Artificial na Educação*. (16. ed.). CIEB. Disponível em: https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/11/CIEB_Nota_Tecnica16_nov_2019_digital.pdf.
- Chalmers, A. F. (1997). *O Que é Ciência Afinal?* (R. Fiker, Trad.). [S.I.]: Ed. Brasiliense.
- D'Ambrosio, U. (1999). A História da Matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na Educação Matemática. In: M. A. V. BICUDO (Org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas* (pp. 97-115). [S.I.]: Editora UNESP.
- Henderson, H. (2007). *Artificial Intelligence: mirrors for the mind*. [S.I.]: Chelsea House Publishers.
- Kant, I. (2004). *Sobre a pedagogia*. (4. ed.). (F. C. Fontanrlla, Trad.). [S.I.]: Editora UNIMEP.
- Floridi, L. (2015). *The Onlife Manifesto. Being Human in a Hyperconnected Era*. [S.I.]: Springer Open.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6. Ed. Editorial Atlas.
- GIL, A. C. (2021). *Como fazer pesquisa qualitativa*. São Paulo: Editorial. Atlas.
- Holmes, W., Bialik, M. e Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching & Learning*. Boston: Center for Curriculum Redesign.
- Kenski, V. M. (2003). Aprendizagem mediada pela tecnologia. *Revista diálogo educacional*, 4(10), 47-56. <https://doi.org/10.7213/rde.v4i10.6419>.
- Kenski, V. M. (2003). *Tecnologias e ensino presencial e a distância*. [S.I.]: Papirus.
- Kenski, V. M. (2012). *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação* (8. ed.). [S.I.]: Papirus.
- Lakatos, I., & Musgrave, A. (1979). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. [S.I.]: EDUSP.
- Leroi-Gourhan, A. (1987). *O gesto e a palavra: 2 – memória e ritmos*. [S.I.]: Edições 70.
- Lévy, P. (1996). *O que é virtual?* [S.I.]: Editora 34.
- Lévy, P. (2007). A inteligência possível do século XXI. *Revista FAMECOS*, 14(33), 13-20.
- Lévy, P. (2010a). *As tecnologias da inteligência. O futuro do pensamento na era da informática* (2. ed.). [S.I.]: Editora 34.
- Lévy, P. (2010b). *Cibercultura* (3. ed.). (C. I da Costa, Trad.). [S.I.]: Editora 34.

- Lévy, P. (2014). *A esfera semântica – tomo I: computação, cognição e economia da informação*. [S.I.]: Annablume.
- Lévy, P. (2015). *A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço* (10. ed.). (L. P. Rouanet, Trad.). [S.I.]: Edições Loyola.
- Lévy, P. (04 de julho de 2016). *O Big Data e a próxima revolução científica*. [Video]. Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=W5hIcxKPVRw>.
- Mill, D. (2018). TPACK: Technological pedagogical content knowledge. In D. Mill. *Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância* (pp. 139-140). [S. I.]: Papirus.
- Minsky, M. L.; Papert, S. A. (1988). *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*. The Science Press. Disponível em: <https://leon.bottou.org/publications/pdf/perceptrons-2017.pdf>.
- Pinker, S. (2018). *O novo Iluminismo: em defesa da razão, da ciência e do humanismo*. (L. T. Motta e P. M. Soares, Trad.). Companhia das Letras.
- Russell, S. e Norvig, P. (2013). Learning from examples. In *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (pp. 6-67). (3. ed.). [S. I.]: Pearson.
- Santaella, L. (2007). *Linguagens líquidas na era da mobilidade*. [S. I.]: Paulus.
- Santaella, L. (2013). *Comunicação ubíqua: repercussões na cultura e na educação*. [S. I.]: Paulus.
- Simondon, G. (1989, [1958]). *Du mode d'existence des objets techniques*. [S. I.]: Aubier.
- Vicari, R. M. (2018). *Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030: sumário executivo*. SENAI. Disponível em: https://acervodigital.sistemaindustria.org.br/bitstream/uniepro/259/1/Sumario_tendencias_web.pdf.
- Vicari, R. M. (2021). Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino1. *Estudos Avançados*, 35(101), 73-84. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.006>.
- Tikhomirov, O. K. (1981). The psychological consequences of computerization. Em: J. V. WERTSCH. *The concept of activity in soviet psychology*. New York: M. E. Sharpe Inc.

Autores:

Sônia de Souza e Silva

Estudiante de maestría en Programa de Posgrado en Educación en Ciencias y Matemáticas (UTFPR). Profesor de Filosofía en la Red Privada del Estado de Paraná. Desarrolla investigación en el área de Filosofía e Inteligencia Artificial

E-mail: letrephilos@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9264-7722>

Fabiola Martins Stavny

Estudiante de maestría en Programa de Posgrado en Educación en Ciencias y Matemáticas (UTFPR). Profesor de Matemática en el Sistema Escolar Estatal en el Estado de Paraná. Los intereses de investigación están relacionados con las Tecnologías Educativas, los Objetos de Aprendizaje, la Inteligencia Artificial y la Formación del Profesorado.

E-mail: fabiolamartins029@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6521-6855>

Marco Aurélio Kalinke

Licenciado en Matemáticas por la Universidad Tuiuti de Paraná (UTP). Máster en Educación por la Universidad Federal de Paraná (UFPR). Doctor en Educación Matemáticas (Pontificia Universidad Católica de São Paulo, 2009). Realizó postdoctorado en Ciencias de la Salud en la Università degli Studi di Milano, Itália, en 2017. Actualmente es profesor de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR) y docente del Programa de Posgrado en Educación en Ciencias y Matemáticas (PPGECM) de la Universidad Federal de Paraná (UFPR) y del Programa de Posgrado en Formación Científica, Educativa y Tecnológica (PPGFCET) de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR).

E-mail: kalinke@utfpr.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5484-1724>

Como citar o artigo:

SILVA, S. S.; STAVNY, F. M.; KALINKE, M. A. A inteligência artificial no contexto da educação: análise de seus avanços a partir de perspectivas teórico-filosóficas e processos educacionais. **Revista Paradigma**, Vol. XLIII, Edición Temática: Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática, pp 282-306, mayo, 2022.