

## **Introdução**

Atualmente vivemos num novo cenário educacional, onde o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) não é mais algo inacessível, mas ao contrário, já faz parte da vida cotidiana de nossos alunos. Podemos afirmar que a forma de ensinar e de aprender também se modificou, ou está se modificando constantemente, pois as vias de comunicação que permitem a troca de informações ultrapassou as paredes das salas de aula, e o papel do professor também deixou de ser o único elemento central de distribuição ou disseminação das informações, tornando-o agora o guia, o orientador e, em alguns momentos o parceiro dos seus estudantes no processo de construção do conhecimento, onde agora o protagonista dessa construção passa a ser o estudante.

É fato que com essas mudanças inéditas no ambiente escolar, principalmente em relação ao processo de ensino-aprendizagem, a utilização de ferramentas tecnológicas voltadas ao uso das TDICs passa a ser extremamente essencial e necessário, levando ao professor a necessidade de se atualizar tecnologicamente, apropriar-se do uso de tais ferramentas tecnológicas e de inovar a forma de ensinar.

Dentro desse cenário surge então uma das ferramentas mais atuais e inovadoras que é o emprego da Inteligência Artificial (IA) na educação. Inteligência Artificial voltado e aplicado ao campo educacional é, na verdade, um conjunto de ferramentas e tecnologias que permitem que determinados mecanismos ou processos computacionais simulem a capacidade humana de pensamento, raciocínio e resolução de problemas. E assim ao ser aplicada à educação, pode significar grandes potenciais e desafios por possuir recursos imensuráveis por meio do “Big Data” que pode fornecer uma assessoria inteligente a várias ações que um professor necessita para atender de forma individualizada, especial e em curto período de tempo as necessidades distintas que cada um de seus estudantes apresenta, colaborando na sugestão, simulação,

formulação e acompanhamento de itinerários educativos que sejam necessários para que seus estudantes alcancem a plena capacidade de construir um conhecimento necessário para uso de suas habilidades e formação de novas competências. Além disso, a IA permite colaborar com o emprego de plataformas de apoio para o surgimento de novas ferramentas tecnológicas educacionais, conforme afirma Lúcia Gomes Vieira Dellagnelo, diretora-presidente do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (Cieb):

“Não existe aplicação direta de IA pelo professor na sala de aula, mas a inteligência artificial permite a criação de ferramentas e principalmente, a adaptação de conteúdos, em diferentes plataformas educativas, que oferece formas diversificadas de aprendizagem para os alunos e podem ajudar a vida do professor” (DELLAGNELO, 2019).

Com isso surgem alguns benefícios que a IA na educação pode proporcionar aos vários atores que coexistem e interagem mutuamente dentro desse cenário que são os professores, estudantes, gestores dentre outros. Aos professores pode-se ofertar recursos de automatização em tempo real dos processos e tipos de avaliação, acompanhamento das dificuldades de cada estudante e colaborar de forma individualizada e personalizada os roteiros ou planos de estudos adequados ao perfil do estudante, fornecendo mais informações ao professor e liberando assim mais tempo para que ele possa melhorar/adequar seu planejamento curricular e/ou suas metodologias didáticas pedagógicas. Ainda dentro das potencialidades para os estudantes a IA pode tornar ao processo de ensino-aprendizagem mais fácil, rápido e prazeroso. Permitindo criar ambientes mais inclusivos, com a possibilidade de adaptação dos diversos conteúdos para atender estudantes com dificuldades motora, visual, auditiva e cognitiva. E por fim, aos gestores, coordenadores é possível por meio da IA automatizar a distribuição e remanejamento de recursos didáticos para um melhor uso por diversos professores otimizando o emprego desses recursos, melhorando o acompanhamento das metas, cronogramas, metas e pontos críticos dentro do âmbito educacional. Com o emprego das técnicas de IA é possível identificar

pessoas, profissionais da área de educação, adequadas para delegar atividades e coordenar processos; otimizar os recursos e minimizar custos em uma ou diversas unidades escolares.

Porém mesmo que a IA possua potencial para aplicação de inúmeras possibilidades benéficas a área da educação, também existem obstáculos que devem ser contornados ou derrubados, principalmente num país como o Brasil, que possui inúmeras diversidades culturais, econômicas e sociais, que afetam diretamente o cenário da educação brasileira. Dentre esses obstáculos, citamos a implementação e adaptação de currículos adequados para que possa haver a inserção das TDICs com aplicação da IA, principalmente no ensino básico, que embora esteja prevista dentro do rol de competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ainda não atingiu, nos dias de hoje, a total implantação em todo o território nacional. E por fim, existe a necessidade de melhoramentos de infraestrutura, ajustes nas práticas pedagógicas e aprimoramento de competência do professor, como por exemplo, saber usar as ferramentas e analisar os dados extraídos por meio do auxílio da IA.

Além desses obstáculos, é necessário que se invista numa melhor a formação dos cursos de licenciatura quanto ao uso e emprego das TDICs, com especial atenção ao emprego da IA na educação, para que os futuros educadores enxerguem a tecnologia como uma aliada no processo educacional, onde o emprego da IA seja percebida como uma ferramenta tecnológica que apoie o trabalho do professor, não como um substituto dele.

### **Base teórica para utilização da IA na educação**

Piaget se tornou conhecido pelos seus estudos sobre o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem (MONTROYA, 2009). Em sua pesquisa ele concentrou seus estudos na origem e no desenvolvimento do processo de aprendizagem, não separando o estudo de como o conhecimento é adquirido (aprendido), do estudo do que é aprendido. Assim, ao estudar a

natureza da aprendizagem, sob esta ótica, Piaget penetrou o campo que hoje conhecemos como Ciências Cognitivas, cuja abrangência permeia as áreas da Inteligência Artificial, da Psicologia, da Psicolinguística, da Filosofia e das Neurociências.

Segundo Santos (2006), nos estudos de Piaget o desenvolvimento intelectual como dependente da maturidade e da experiência acompanha a evolução da inteligência desde suas primeiras manifestações na criança, que constrói e coordena suas ações mentais, elaborando sua intuição espacial até atingir a capacidade de adaptação e criação. Esse processo de construção do conhecimento por meio do desenvolvimento intelectual, segundo Piaget, é conhecido como construtivismo. Onde o construtivismo possui uma característica de ser mais holístico e menos mecanicista que as teorias tradicionais de processamento de informações, onde as pessoas passam a dar sentido ao ambiente ao seu redor, obtendo informações do ambiente e assimilando-as em seus esquemas preexistentes e entendimentos. Assim, Piaget enfatiza principalmente os processos e, não apenas os resultados finais. Com isso o percurso para se atingir o desenvolvimento é resultado das estruturações e reestruturações progressivas, que ocorrem da ação do sujeito sobre o meio e vice-versa (SANTOS, 2006).

Com base nesse processo estudado e descrito por Piaget, surgiu os estudos e aplicações da Inteligência Artificial Construtivista (IAC), que é capaz de:

“auxiliar na adaptação de modelos tradicionais e estratégias instrucionais para projetar sistemas de ensino nos quais as experiências educacionais devem ser construídas em torno da estrutura cognitiva do estudante. Os construtivistas evitam a formulação de modelos para o processo de ensino aprendido. Os modelos construtivistas não são sistemas construídos. Assim, suas teorias são mais parciais e por tentativas, procurando conectar o conhecimento à prática. Embora a tecnologia seja uma parte integrante da Informática Educativa, qualquer programa que pretende obter êxito, tem que focar as necessidades instrutivas dos estudantes, em lugar da própria tecnologia. É essencial considerar os fatores culturais e socioeconômicos, interesses e experiências, níveis educacionais e familiaridade com os métodos utilizados.” (SANTOS, 2006).

A IAC é um campo da Ciência da Computação integrada a Psicologia e a Neurolinguística que busca construir sistemas computacionais que possam atender as demandas

emergentes do campo educacional. Houve uma enorme colaboração com base nos estudos de Piaget, para que a Inteligência Artificial estruturalista, que tinham prioritariamente seus algoritmos construídos dentro da lógica racional matemática, evoluísse para uma base de algoritmos simbólica matemática, capaz de absorver, de forma semelhantes, aos processos cognitivos da aprendizagem, que permite sua aplicação no campo da Educação.

### **Conceituando o campo de IA na Educação (IAED)**

Em 1956 John McCarthy cunhou o termo Inteligência Artificial (IA), o qual definiu como sendo “a ciência e engenharia de produzir máquinas inteligentes”. Atualmente, é uma área da Ciência da Computação que realiza pesquisas destinadas a desenvolver métodos, processos ou dispositivos computacionais que possuam ou ampliem a capacidade racional (inteligente) semelhante ao do ser humano em resolver problemas de forma autônoma.

Para Knight e Rich (1994) o conceito de IA é amplo e recebe inúmeras definições quando damos significados diferentes à palavra inteligência ou a área onde a IA atua. Logo, é melhor se restringir a algumas das suas principais características básicas que a IA possui, que se resume em quatro capacidades:

- de raciocínio (aplicar regras lógicas a um conjunto de dados disponíveis para chegar a uma conclusão);
- de aprendizagem (aprender com os erros e acertos de forma que numa situação futura semelhante possa agir de forma mais eficaz);
- de reconhecer padrões (tanto padrões visuais e sensoriais, e padrões de comportamento) e;
- de inferência (capacidade de conseguir aplicar o raciocínio nas situações do nosso cotidiano).

Por intermédio dos modernos computadores e a integração das tecnologias de informação e comunicação, a IA adquiriu meios e massa crítica para consolidar-se como uma

ciência integral, com suas problemáticas e metodologias próprias. Hoje a IA está voltada a alcançar a reprodução das faculdades humanas como criatividade, auto aperfeiçoamento e uso da linguagem. Assim se torna quase que impossível conceituar a IA, pois ela continua sendo uma noção que dispõe de inúmeras interpretações, que podem se tornar conflitantes ou circulares, haja vista que hoje e futuramente adentra em várias áreas da sociedade, tanto do ponto de vista tecnológico como socioemocional, pois ela já interage com o cotidiano dos seres humanos.

Dentro da perspectiva de interação da IA com os seres humanos, Costa (1986) considera três discursos importantes, que servem de fundamentação para diferentes visões da IA, nas quais cada uma delas se volta a diferentes preocupações quanto aos modos de conceber a IA, que são:

- **Conceituação Comportamental:** É a IA vista no resultado exterior das suas ações e, não nos processos cognitivos internos (simulação da Inteligência Humana);
- **Conceituação Estrutural:** A IA abarca as visões da Conceituação Comportamental, mas considera primordialmente que a IA surge de estruturas específicas que pode ser Estruturas Fisiológicas (Conectivismo Tradicional) ou, de Estruturas Lógicas (Simbólica Tradicional);
- **Interacionista (ou Funcional):** Esta IA considera a interação do sistema com o meio em que está inserido. Dentro dessa abordagem, há trocas funcionais entre o ambiente e o sistema. Assim, a IA passa a ter um caráter construtivista, que evita visões estritamente Comportamentalistas ou estritamente Estruturalistas, dando espaço a uma visão interacionista do processo inteligente.

Segundo Costa (1995) e Drescher (1989) a melhor conceituação de IA aplicada a educação é a que se fundamenta no conceito Interacionista, que se apresenta na IAC com base nos estudos de Piaget.

Por fim, Isotani e Pinto (2019) define a IA na Educação como:

“Um sistema de computador projetado para interagir com o ecossistema educacional (atores, recursos, visões pedagógicas etc.), por meio de capacidades e comportamentos inteligentes (utilizando algoritmos ou técnicas provindas da área de IA), para entender e encontrar soluções de problemas educacionais complexos que eram então compreendidos e resolvidos essencialmente por humanos.”(ibid, p.9)

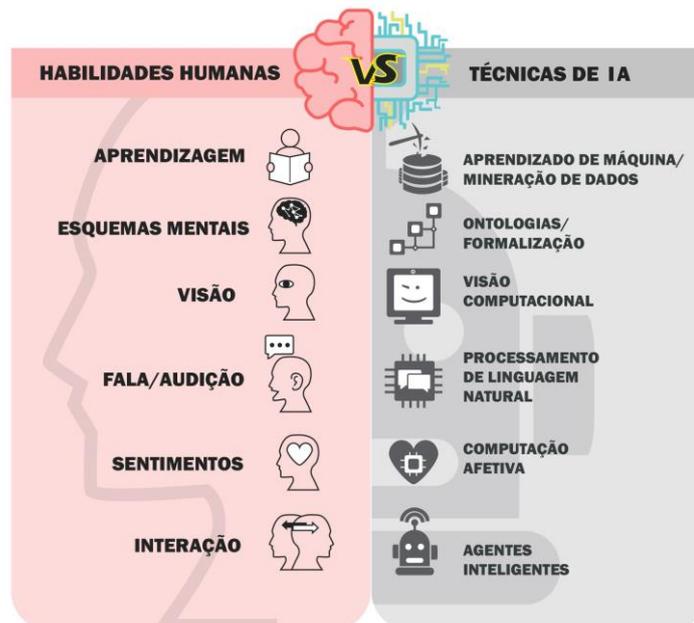
## Inteligência Artificial na Educação: potencialidades e desafios

A partir da definição dada por Isotani e Pinto (2019) para IAED, pode-se observar que no seu escopo compreende três características principais, que são:

- Entender o fenômeno para apoiar a tomada de decisão pedagógica;
- Atuar no ambiente para promover os objetivos educacionais;
- Retroalimentar o sistema com vistas a melhorar as duas ações anteriores.

Para entendermos quais as potencialidades e desafios que a IAED possui, podemos inicialmente traçar um paralelo entre as habilidades humanas e as técnicas de Ia que é amplamente difundida no campo da IA, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Paralelo entre habilidades humanas e técnicas de Inteligência Artificial (IA)



Fonte: Inteligência Artificial na Educação. CIEB Notas Técnicas # 16, p.9

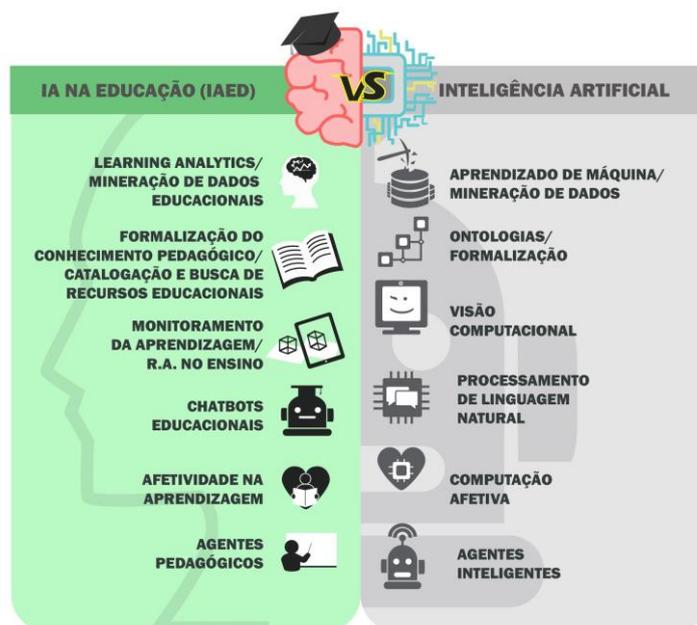
Como já foi descrito, a IA engloba diversas áreas da computação e o potencial de aplicações na educação é vasto. Entretanto, quando estamos aplicando IAED temos que agregar duas grandes áreas distintas, uma é a Ciência da Computação e a outra é a Ciência da Aprendizagem.

A área da Ciência da Aprendizagem reúne diferentes campos do conhecimento, como psicologia, ciência cognitiva, antropologia, linguística, neurociência (entre outras), com o objetivo de ter uma visão ampla, sob diferentes perspectivas, do processo de ensino e aprendizagem. Assim dentro desse contexto, a IAED tem dois objetivos fundamentais:

- **1º Objetivo Educacional:** É compreender de forma mais intensa e bem caracterizada de como e quando ocorre a real aprendizagem, podendo fornecer subsídios para melhorar ou ampliar as práticas educacionais/instrucionais, seja em ambientes formais ou não formais.
- **2º Objetivo Tecnológico:** proporcionar o desenvolvimento de ambientes adaptativos de aprendizagem mais flexíveis, inclusivos, personalizados, atrativos e eficazes.

Com base na junção da área da Ciência da Computação e da Ciência da Aprendizagem que utilizam IA, podemos construir um novo cenário da IAED, que mostra algumas oportunidades que a IA oferece no contexto educacional, conforme ilustra a figura 2.

Figura 2 – Relação entre áreas da IAED com as técnicas da IA



Fonte: Inteligência Artificial na Educação. CIEB Notas Técnicas # 16, p.11

Os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) tem sido outra área de destaque da IAED no momento, e vem sendo aplicada em dezenas de experimentos controlados, aplicada na melhoria da aprendizagem em diversas áreas do conhecimento (du Boulay, 2016).

Segundo Isotani e Pinto (2019), uma das questões que leva a IAED a ser difundida amplamente nos diversos ambientes educacionais que possuem estruturas didático-pedagógicas e currículos distintos, entre outras características, é a possibilidade de facilitar a promoção da inclusão e da equidade da aprendizagem nesses ambientes, independentemente da condição física, mental, de gênero ou socioeconômica do estudante. Outra característica importante da IAED é a possibilidade de aprender e evoluir de maneira sistemática, se retroalimentando com informações relevantes, que ajudam no constante aperfeiçoamento dos processos pedagógicos e organizacionais, contribuindo assim para o crescimento de todos os atores envolvidos no ambiente escolar (estudantes, professores e gestores).

Há uma necessidade de se rever a atual arquitetura pedagógica, para que não apenas sejam resolvidos problemas de ordem imediata, mas criar estruturas e mecanismos que

consigam resistir e se desenvolver, é necessário potencializar as habilidades humanas num mundo em constante transformação tecnológica.

É necessário desenvolver visões e políticas para criar novos modelos de ensino e aprendizagem, capazes de potencializar as habilidades humanas em um mundo transformado pela IA: se a IA será utilizada para automatizar processos produtivos, temos que rever o papel da escola na formação dos profissionais que vão atuar neste cenário.

Ressalta-se o papel do professor nesse cenário tecnológico:

*“Educators are needed to retain human oversight over automated decision-making tools in order to offset risks of bias. Teachers are thus placed at the heart of implementation, with AI interpreted as ‘augmented intelligence’. The express goal is to empower teachers with efficient and reliable modes of continuous assessment that offer unprecedented insights into students’ learning”* (UNESCO, p. 32)

## **Tendências de IA aplicada à educação**

Alguns aspectos subjacentes à IA também foram determinantes segundo Vicari (2018, p.12), e mudaram o uso da tecnologia na educação: as redes sem fio (internet Wi-Fi), tecnologias móveis (celular e tablet) e armazenamento de conteúdos em nuvens. A IA aplicada a Educação tem um caráter interdisciplinar, com o objetivo de ensino e aprendizagem.

Entre as principais tendências de IA aplicada à educação, segundo Vicari (2018), destacam-se:

- **Sistemas Tutores Inteligentes (STIs):** que oferecem ensino personalizado por meio do modelo afetivo/cognitivo do aluno, utilizado também para geração automática de livros didáticos personalizados;

---

1 “São necessários educadores para manter a supervisão humana sobre ferramentas automatizadas de tomada de decisão para contrabalançar os riscos de viés. Os professores são, portanto, colocados no coração de implementação, com IA interpretada como ‘inteligência aumentada’. O objetivo expresso é empoderar os professores com modos eficientes e confiáveis de avaliação contínua que oferecem informações sem precedentes sobre aprendizagem dos alunos.” (UNESCO, p. 32, tradução nossa)

- **Jogos Sérios (Serious Games), que incorporam IA:** independentes ou vinculados aos Sistemas Tutores Inteligentes;
- **Robótica Inteligente Educacional:** com o uso de robôs inteligentes pré-programados.
- **Processamento de Linguagem Natural (PLN):** que trata da compreensão, da tradução e da geração da língua escrita e falada;
- **Computação Afetiva - Afetividade/Emoções:** aplicado à Sistemas Tutores Inteligentes, e também nas plataformas LMSs, MOOCs e Robótica Educacional para análise de textos e voz, e para detectar emoções através da face do aluno;
- **SmartBooks:** livros customizados de acordo com o conhecimento e o perfil de cada estudante. Por exemplo, de acordo com o estilo de aprendizagem de um aluno, o livro pode trazer um mesmo conteúdo de forma mais visual ou baseado em definições formais, em exemplos etc;
- **Learning Analytics:** refere-se à interpretação de ampla gama de dados produzidos por alunos e reunidos a fim de avaliar o progresso acadêmico, prever o desempenho futuro e detectar possíveis problemas. Aplicados à MOOCs, Sistemas Tutores Inteligentes e em plataformas LMSs;
- **Visão Computacional:** aplicados à Robótica, Sistemas Tutores Inteligentes, plataformas LMSs e MOOCs, tanto para reconhecimento de aspectos emocionais, quanto para certificação da identidade dos alunos;

Outras iniciativas apresentadas pelo relatório Unesco (2019) é o do Departamento da Escola de Educação em Haryan, na Índia, aplicando IA com:

- **Correção automatizada:** o professor alimenta o sistema com atividades corrigidas, como exemplos de trabalhos satisfatórios e não satisfatórios. Quanto maior a quantidade de exemplos, melhor a qualidade da correção. O feedback para o estudante é imediato;

- **Chatbot:** entrevista as opiniões dos estudantes por meio de interface conversacional analisa dados;
- **Facilitador virtual:** Responde às perguntas dos alunos e atua como professor assistente em programas de treinamento remoto.

Além dessas aplicações, é desejável que sejam conduzidas discussões sobre as implicações éticas da IA na educação.

## **Habilidades e competências necessárias ao professor para o trabalho com IA**

A introdução da IA na Educação exige habilidades e competências que extrapolam o conhecimento tecnológico ou digital do professor, e são mais específicas para que o docente seja capacitado a aproveitar melhor os recursos da IA no cotidiano escolar. Para habilitar atores não-técnicos a avaliar criticamente tecnologias que usam IA; comunicar e colaborar efetivamente com IA; e utilizar IA como uma ferramenta online, em casa ou no ambiente de trabalho, Long e Magerko (2020) destacam as 17 competências necessárias aos educadores que elencamos a seguir, sintetizadas pelos autores com base em vasta literatura interdisciplinar e organizadas nos eixos descritos:

### **Competências e habilidades sobre o que é Inteligência Artificial:**

1. **Reconhecimento de IA** - é crucial saber distinguir quando os artefatos tecnológicos fazem uso ou não de IA.
2. **Compreensão do conceito de inteligência** - para tratar da IA é necessário a análise crítica e discussão sobre características próprias de um ente “inteligente”, bem como sobre quais são as diferenças entre a inteligência humana, a dos animais e de máquinas.

3. **Interdisciplinaridade** - também é importante reconhecer que IA perpassa áreas de conhecimento variadas, e cada uma discute e desenvolve máquinas inteligentes com definições e abordagens diferentes. Uma variedade de tecnologias usam IA, como sistemas cognitivos, robótica, *machine learning*.

4. **Distinção entre IA Geral e Estreita** - é preciso saber diferenciar o que é IA estreita (ANI), que é a inteligência em um domínio específico, e a IA geral (AGI) que, quando for alcançada, poderia se assimilar à humana, ao passar por múltiplos domínios de conhecimento.

#### **O que a Inteligência Artificial pode fazer e aplicações:**

5. **Identificação de pontos fortes e fracos da IA** - saber reconhecer a que tipos de problemas a IA responde melhor, e quais problemas que são mais desafiadores para a IA, auxilia na decisão sobre quando é apropriado usar a IA e quando devem ser priorizadas as habilidades humanas para realização das atividades.

6. **Projetar cenários futuros para IA** - como um exercício acerca das utilizações da IA, imaginar possíveis aplicações futuras da IA ajuda a discutir criticamente seus efeitos no mundo a longo prazo, na vida das pessoas envolvidas, na percepção sobre a IA e ética.

#### **Entender como a Inteligência artificial funciona em diferentes aspectos (sistemas cognitivos, *machine learning*, robótica):**

7. **Representações** - entender o que é uma representação do conhecimento, bem como saber descrever alguns exemplos, ajuda a compreender como computadores representam o conhecimento e a perceber que parte da informação pode se perder em uma representação.

8. **Tomada de decisão** - reconhecer e descrever exemplos de como os computadores processam e tomar decisões ajuda a interpretar e entender algoritmos.

9. **Etapas de *machine learning*** - é importante entender as etapas envolvidas no aprendizado de máquina (como coleta e preparação de dados, seleção de modelos, treinamento, teste, e previsão), além das práticas e desafios relacionados a cada etapa.
10. **Papel do humano na IA** - um dos maiores equívocos relacionados à IA é quanto à automatização de todo o processo. Nesse sentido, é necessário reconhecer o papel do humano na programação, escolha de modelos e ajuste de sistemas de inteligência artificial, e mesmo no processo de tomada de decisão.
11. **Literacia de Dados** - entender conceitos básicos de ciência dos dados (por exemplo, a capacidade de avaliar criticamente dados e suas fontes) está relacionada à nossa compreensão sobre as intervenções da aprendizagem de máquina.
12. **Aprendizado a partir de dados** - reconhecer que computadores aprendem com os dados, incluindo que seus próprios dados pessoais estão sendo usados para treinamento das máquinas.
13. **Interpretação crítica de dados** - entender que os dados não podem tomados por seu valor nominal e que requerem interpretação, compreendendo também como um conjunto de dados iniciais usadas no treinamento de máquina pode afetar os resultados de um algoritmo.
14. **Ação e reação** - compreender que alguns sistemas de IA têm capacidade de agir fisicamente no mundo é importante para entender a robótica, . A ação pode ser executada por um raciocínio de alto nível (por exemplo, caminhar por um percurso planejado) ou pode ser reativa (por exemplo, evitar um obstáculo pulando para trás).
15. **Sensores** - entender o que são sensores, como são usados por computadores na percepção do mundo e identificar sensores em dispositivos variados ajuda na compreensão de como os dispositivos com IA acumulam dados e interagem com o mundo. Também é preciso

perceber que sensores diferentes relacionam-se a tipos diferentes de representação e processamento sobre o mundo.

### **Como deveria ser usada a Inteligência Artificial:**

**16. Ética** - identificar e descrever diferentes perspectivas sobre os principais aspectos éticos questões relacionadas à IA (como privacidade, vigilância, emprego, bolhas de informação, diversidade, preconceito, justiça, transparência etc) é importante, pois ela pode afetar a sociedade tanto de modo positivo como negativo.

### **Como a Inteligência Artificial é percebida pelas pessoas (interpretação dos sistemas de IA, percepção de IA por crianças e pela mídia, aprendizado sobre a IA):**

**17. Programabilidade** - entender que os agentes são programáveis ajuda na compreensão de como as pessoas percebem e dão sentido à IA.

Além das 17 habilidades e competências aqui apresentadas, os autores também sugerem, com base nos artigos revisados, considerações de design para apoiar desenvolvedores e educadores em IA a projetar experiências educacionais de IA centradas nos estudantes.

### **Sugestão de Trilha Formativa**

Considerando a necessidade de capacitar e empoderar os professores, e as competências e habilidades levantadas anteriormente, este trabalho propõe uma trilha formativa a partir das iniciativas relatadas Relatório Unesco (UNESCO, 2019, p. 32), e adaptadas ao contexto de professores.

As atividades podem ser digitais e desplugadas, focadas em promover discussões sobre inteligência artificial e natural, entender do que são feitos, capacidades e limites. A confiança com tecnologia pode ser desenvolvida com a programação de aplicativos. Para isso, algumas plataformas oferecem recursos de programação em blocos, que podem ser interessantes para o professor começar a jornada, entre elas citamos o Thunkable (2020), AppInventor (2020) e Kodular (2020).

Além da programação de aplicativos, seria interessante o professor realizar projetos práticos focados em IA. Tarefas como treinar uma rede neural, explorar ferramentas de processamento de linguagem natural e explorar experimentos com viés (bias) podem ser interessantes para aproximar o professor deste universo. Uma iniciativa da Google traz diversos experimentos que podem ser explorados, entre eles experimentos em IA (EXPERIMENTS, 2020). Outro aspecto muito importante para a formação do professor é a reflexão sobre as oportunidades trazidas pelo IA, as responsabilidades éticas que o acompanham e o poder dos cidadãos de contribuir significativamente para o seu desenvolvimento. Tais reflexões podem ser promovidas por discussões, livros, palestras, documentários entre outros.

Por fim, o universo de IA é repleto de termos e jargões muito conhecidos por desenvolvedores, mas completamente novos para professores. Para isso, glossários podem ser de grande utilidade e apoio aos professores. Além de uma versão completa disponível na página de desenvolvedores da Google (DEVELOPERS, 2020), uma versão reeditada e mais resumida está disponível no Anexo A.

## **Conclusão**

Este trabalho apresentou uma conceitualização de IA, sua aplicação na educação, algumas tendências e exemplos de iniciativas, competências e habilidades do professor para

explorá-la no cotidiano escolar e uma sugestão de trilha formativa, com indicações de estratégias e ferramentas para sua formação. Nesta pesquisa observou-se que a IA apresenta-se como uma ferramenta tecnológica muito eficiente para produzir novas abordagens de gestão educacional e melhoramento do trabalho docente dentro e fora da sala de aula. Atualmente com o surgimento da Inteligência Artificial Construtivista (IAC), que se fundamenta nos estudos de Jean Piaget, abre-se então uma gama de possibilidades de articulação no emprego dessa tecnologia como instrumento de apoio pedagógico, que também possibilita uma renovação e valorização do professor, pois este, também, passa a ter um papel importante na contribuição dos melhoramentos que poderão ser incorporados e/ou absorvidos dentro do sistema computacional do IAC.

Deve-se considerar que aplicação da IA na Educação não recai sobre todas as etapas do processo educacional da mesma forma, mas aplica-se em especial a algumas fases cujas características podem ser automatizadas, como processos de avaliação, correção, distribuição de recursos didáticos mais adequados à situação e aos estudantes, valendo-se de dados levantados pelo próprio sistema.

Este trabalho contribuiu para reflexões sobre a práxis docente, num contexto ético, inovador e necessário à melhoria da qualidade da educação, onde atualmente a IA já se encontra incorporada. Assim, a partir do que foi apresentado nesta pesquisa, o professor é convidado a observar que o seu papel continua a ser essencial para melhoria dos processos educacionais, tendo agora a possibilidade utilizar uma ferramenta tecnológica capaz de assessorá-lo, desfazendo assim a ideia de que a “máquina substituirá o homem”. Dessa forma, as pesquisas aqui apresentadas podem ser utilizadas como ponto de partida para outros trabalhos.

## Referências bibliográficas

APPINVENTOR. With MIT App Inventor, anyone can build apps with global impact.

Disponível em: <<https://appinventor.mit.edu/>>. Acesso em 21 maio 2020.

BAKER, R.; ISOTANI, S.; CARVALHO, A. (2011). Mineração de dados educacionais: Oportunidades para o Brasil. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, 19(02), 03-13.

Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1301/1172>> Acesso em: 18 maio 2020.

COSTA, A. C. R. Sobre os Fundamentos da Inteligência Artificial. **Relatório de Pesquisa** – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre, 1986.

COSTA, A. C. R. Made-Up Minds Book Review. **Journal of Logic and Computation**, Oxford, v.5, n.3, p.571-572, 1993.

COSTA, G. B. P.; PONTI, M. A.. Capítulo de livro, em português, 31 páginas; In: **Tópicos in Gerenciamento de Dados e Informações**, SBC, Cap.3, ISBN 978-85-7669-400-7, pp.63-93, 2017. Disponível em <<https://arxiv.org/pdf/1806.07908.pdf> > Acesso em: 17 maio 2020.

DELLAGNELO, L. G. V., Inteligência artificial na educação potencialidades e desafios. Fundação Telefônica Vivo, Brasil, 2019. Disponível em: <<http://fundacaotelefonicavivo.org.br/noticias/inteligencia-artificial-na-educacao-potencialidades-e-desafios/>>. Acesso em 10 junho 2020.

DEVELOPERS. Machine Learning Glossary. Disponível em: <[https://developers.google.com/machine-learning/glossary?utm\\_source=google-ai&utm\\_medium=card-image&utm\\_campaign=training-hub&utm\\_content=ml-glossary%20/%20http://advertiseonbing-blob.azureedge.net/blob/bingads/media/library/premium/insight/ai-glossary/ai\\_glossary\\_ebook-br.pdf?ext=.pdf](https://developers.google.com/machine-learning/glossary?utm_source=google-ai&utm_medium=card-image&utm_campaign=training-hub&utm_content=ml-glossary%20/%20http://advertiseonbing-blob.azureedge.net/blob/bingads/media/library/premium/insight/ai-glossary/ai_glossary_ebook-br.pdf?ext=.pdf)>. Acesso em 21 maio 2020.

DU BOULAY, B. Recent meta-reviews and meta-analyses of AIED systems. In: **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 26, n. 1, p. 536-537, 2016.

DRESCHER, G. L. **Made-up minds: a constructivist approach to artificial intelligence**. 1989. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology. Disponível em: <<https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/77702/21964148-MIT.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2020.

EXPERIMENTS. Experiments with Google. Disponível em: <<https://experiments.withgoogle.com/collection/ai>>. Acesso em 21 maio 2020.

FOWLER, D. G. A Model for Designing Intelligent Tutoring Systems, **Journal of Medical Systems**, Vol. 15, n.1, 1991.

ISOTANI, S.; PINTO, I. I. B. S. Inteligência Artificial na Educação. **CIEB Notas Técnicas n. 16**, Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), 2019. Disponível em: <[https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/11/CIEB\\_Nota\\_Tecnica16\\_nov\\_2019\\_digital.pdf](https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/11/CIEB_Nota_Tecnica16_nov_2019_digital.pdf)>. Acesso em: 16 maio 2020.

HAYKIN, S. **Neural Networks - A Comprehensive Foundation**. Prentice-Hall, New Jersey, 2nd edition, 1999.

INTEL; **Guia de planejamento**: Saiba mais sobre Big Data. Medidas que Gerentes de TI Podem Tomar para Avançar com o Software Apache Hadoop\*. Intel IT Center. 2013. 24 p. Disponível em: <<https://www.intel.com.br/content/dam/www/public/lar/br/pt/documents/articles/90318386-1-por.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2020.

KNIGHT, K.; RICH, E. **Inteligência Artificial**. McGraw-Hill, 1994 2ª ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill. p. 3. 722 páginas.

KODULAR. Much more than a modern app creator without coding. Disponível em: <<https://www.kodular.io/>>. Acesso em 21 maio 2020.

LONG, D.; MAGERKO, B. What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. In: **Proceedings of CHI '20: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '20)**, 2020. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/3313831.3376727>>. Acesso em 15 maio 2020.

LUCAS, M.; MOREIRA, A. **DigCompEdu**: quadro europeu de competência digital para educadores. Aveiro: UA, 2018.

RANSELL, J. **A relevância da semiótica Peirceana para uma inteligência computacional aumentada. Computação, cognição e semiose**. Salvador: EDUFBA, p. 19-66, 2007.

RUSSELL, S.J.; NORVIG, P., **Artificial Intelligence: A Modern Approach**, 2nd. Edition, Prentice Hall, 2003.

THUNKABLE. Build your own apps. Disponível em: <<https://thinkable.com/>>. Acesso em 21 maio 2020.

SANTOS, L. C. B., **Aprendizagem, cognição e inteligência artificial**. UNICAMP, SP, 2006.

UNESCO. **Artificial intelligence in education, compendium of promising initiatives: Mobile Learning Week 2019**, Paris, France, 2019.

VICARI, R. M. **Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030: sumário executivo**. SENAI, Brasília, 2018.

## ANEXO

### Glossário de alguns termos de IA na Educação

É importante conceituar outros termo que compõe a área da IA que também se aplicam na área de educação, pois o desconhecimento de tais conceitos podem obscurecer ou impedir o entendimento correto dessa nova área que tem crescido amplamente. Tais termo e conceitos são:

**Agente Inteligente:** Segundo Russell e Norvig (2003), um agente é qualquer entidade capaz de perceber o mundo exterior através de sensores e agir neste mundo empregando atuadores. Sob esta perspectiva, qualquer programa computacional é um agente (sempre que se considerar que receber entrada e produzir saída são ações associadas respectivamente a sensoriar e atuar no mundo).

**Aprendizagem de Máquina (ou Machine Learning):** Segundo Haykin (1999). .é um subcampo da inteligência artificial destinada aos processos de análise de dados que orientam os computadores a aprenderem por conta própria, para que aprimorem seu desempenho diante de problemas específicos. Atualmente algumas organizações de pesquisa começaram a usar os termos inteligência artificial e aprendizado de máquina de forma intercambiável.

**Aprendizagem Profunda (ou Deep Learning):** Segundo Costa e Ponti (2017) é a técnica de Aprendizado de Máquina que utiliza as redes neurais artificiais para processar as informações e aprendizagem. Capaz de trabalhar com análise de dados brutos, o Deep Learning propicia a classificação de informações contidas em diferentes formatos como áudio (reconhecimento de fala), imagens (reconhecimento facial), entre outros.

**Análise de aprendizado (ou Learning analytics) / Mineração de dados Educacionais (ou Educational data mining):** essas duas áreas, distintas, mas fortemente correlatas, têm como objetivo melhorar a educação a partir da análise e do uso de grandes quantidades de dados

(Baker et al., 2011; Siemens e Baker, 2012). As áreas oferecem ferramentas para entender melhor os problemas educacionais, tanto do ponto de vista dos estudantes quanto dos professores e gestores; para facilitar o desenvolvimento de modelos e estratégias para entender melhor o processo de ensino e aprendizagem; e para apoiar a pesquisa básica e a prática educacional, por meio da coleta adequada e análise apurada de dados coletados de forma multimodal.

**Big Data:** De acordo com o Intel IT Center (2013), refere-se a um grande banco de dados, com um tamanho que está além da habilidade de ferramentas de software comuns de captura, armazenamento, gerenciamento e análise.

**Inteligência Aumentada ou Inteligência Ampliada:** segundo Ransdell (2007) é a inteligência artificial que tem como base sistemas com tecnologia cognitiva que apoia o ser humano com planejamentos e análises para tomada de decisões com possibilidade de estabelecer previsões de cenários, análises e auxiliar na elaboração de estratégias. É um termo que está dominando principalmente no meio Acadêmico e em situações de Negócios.

**Tutores Inteligentes (ou Intelligent Tutoring Systems - ITS):** Segundo Fowlers (1991) são programas de computador com propósitos educacionais e que incorporam técnicas de Inteligência Artificial. Oferecem vantagens sobre os sistemas de Instrução Assistida por Computador, pois podem simular o processo do pensamento humano para auxiliar na resolução de problemas ou em tomadas de decisões”.