



**O FUTURO DA APRENDIZAGEM COM A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
APLICADA À EDUCAÇÃO 4.0**

***THE FUTURE OF LEARNING WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED
TO EDUCATION 4.0***

***EL FUTURO DEL APRENDIZAJE CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL
APLICADA A LA EDUCACIÓN 4.0***

João Fernando Costa Júnior

 <https://orcid.org/0000-0001-7908-3328>

Raimundo Alves dos Reis Neto

 <https://orcid.org/0009-0009-4653-8256>

Vanessa Rodrigues de Gusmão

 <https://orcid.org/0009-0006-9310-6809>

Narjara Lelis Bastos de Menezes

 <https://orcid.org/0009-0001-5335-2072>

Marcondes Inácio da Silva

 <https://orcid.org/0000-0002-4395-3747>

Luana Samara Ramalho dos Santos

 <https://orcid.org/0000-0002-4194-7407>

Cláudia Esther Reis Godinho

 <https://orcid.org/0000-0002-9276-2365>

Luiz Fernando Reinoso

 <https://orcid.org/0000-0001-7142-1804>



Resumo: Este artigo explora o tema da Educação 4.0 e seu potencial para transformar a forma como aprendemos com o auxílio da Inteligência Artificial (IA). A Educação 4.0 refere-se à era atual de mudanças rápidas e profundas impulsionadas pela tecnologia, em que a IA desempenha um papel fundamental na melhoria da experiência educacional. Neste estudo, são apresentadas diversas abordagens, aplicações e benefícios da IA na educação, além de trazer reflexões sobre o futuro da aprendizagem com o uso da inteligência artificial. O objetivo é fornecer uma visão abrangente do futuro da aprendizagem com a IA, destacando as oportunidades e considerações importantes para educadores, alunos e instituições de ensino.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Educação 4.0. Tecnologia. IA. Aprendizagem.

Abstract: This article explores the topic of Education 4.0 and its potential to transform the way we learn with the help of Artificial Intelligence (AI). Education 4.0 refers to the current era of rapid and profound changes driven by technology, where AI plays a key role in improving the educational experience. In this study, several approaches, applications and benefits of AI in education are presented, in addition to bringing reflections on the future of learning with the use of artificial intelligence. The goal is to provide a comprehensive vision of the future of AI-powered learning, highlighting opportunities and important considerations for educators, students and educational institutions.

Keywords: Artificial intelligence. Education 4.0. Technology. AI. Learning.

Resumen: Este artículo explora el tema de la Educación 4.0 y su potencial para transformar la forma en que aprendemos con la ayuda de la Inteligencia Artificial (IA). Educación 4.0 se refiere a la era actual de cambios rápidos y profundos impulsados por la tecnología, donde la IA juega un papel clave para mejorar la experiencia educativa. En este estudio se presentan varios enfoques, aplicaciones y beneficios de la IA en la educación, además de traer reflexiones sobre el futuro del aprendizaje con el uso de la inteligencia artificial. El objetivo es proporcionar una visión integral del futuro del aprendizaje impulsado por IA, destacando oportunidades y consideraciones importantes para educadores, estudiantes e instituciones educativas.

Palabras-clave: Inteligencia artificial. Educación 4.0. Tecnología. AI. Aprendizaje.

INTRODUÇÃO

A rápida evolução da tecnologia tem impactado profundamente todos os aspectos de nossas vidas, inclusive a forma como aprendemos. Estamos vivenciando uma era de mudanças disruptivas conhecida como Educação 4.0, que tem como um de seus pilares fundamentais a Inteligência Artificial (IA). A combinação da Educação 4.0 e da IA está transformando o cenário educacional, abrindo novas possibilidades e desafiando paradigmas tradicionais.

A Educação 4.0 é caracterizada por um ambiente de aprendizagem altamente conectado, centrado no aluno e impulsionado pela tecnologia. Ela reconhece a



necessidade de preparar os estudantes para os desafios do século XXI, fornecendo-lhes habilidades essenciais, como pensamento crítico, resolução de problemas complexos, colaboração e criatividade. Nesse contexto, a Inteligência Artificial surge como uma ferramenta poderosa, capaz de personalizar a experiência de aprendizagem, aumentar a eficiência do ensino e fornecer insights valiosos aos educadores.

A IA na educação refere-se à aplicação de algoritmos e técnicas de aprendizado de máquina para melhorar a eficácia e a eficiência do processo educacional. Por meio da análise de grandes volumes de dados, a IA pode identificar padrões de aprendizagem, adaptar o conteúdo e as atividades de acordo com as necessidades individuais dos alunos e fornecer *feedback* personalizado. Além disso, a IA permite o desenvolvimento de assistentes virtuais, chatbots educacionais e simuladores interativos, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem.

Deste modo, este artigo tem como objetivo explorar o futuro da aprendizagem com a Inteligência Artificial na Educação 4.0. Para isso, examinaremos as aplicações práticas da IA na educação, discutiremos os desafios e considerações éticas envolvidas, abordaremos estratégias de implementação bem-sucedidas e também refletiremos sobre as tendências e perspectivas futuras. Ademais, busca-se fornecer orientações e insights para educadores, gestores educacionais e pesquisadores interessados na adoção efetiva da IA como ferramenta de transformação educacional.

Ao compreendermos melhor o papel da IA na educação, seremos capazes de aproveitar ao máximo suas vantagens e enfrentar os desafios de forma ética e responsável. A educação está em constante evolução, e a combinação da Educação 4.0 e da Inteligência Artificial promete uma nova era de aprendizagem dinâmica, personalizada e significativa para os alunos de hoje e do futuro.

A Educação 4.0 é uma expressão que tem sido amplamente discutida nos últimos anos, representando uma nova era na educação impulsionada pela revolução tecnológica.



Essa abordagem educacional busca preparar os alunos para as demandas do século XXI, que são cada vez mais complexas e interconectadas. À medida que avançamos em direção a uma sociedade digitalizada, a Educação 4.0 reconhece a necessidade de desenvolver competências relevantes para o mundo atual, como pensamento crítico, colaboração, criatividade e habilidades tecnológicas.

Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) surge como um dos principais pilares da Educação 4.0. A IA se refere a sistemas computacionais capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana, como reconhecimento de padrões, tomada de decisões e aprendizagem. Ela pode analisar e interpretar grandes quantidades de dados de maneira rápida e eficiente, identificando insights valiosos que podem ser aplicados no contexto educacional.

A convergência da Educação 4.0 e da IA tem um impacto significativo na forma como aprendemos e ensinamos. Com a IA, é possível criar ambientes de aprendizagem mais personalizados e adaptativos, levando em consideração as necessidades individuais dos alunos. Por meio de algoritmos inteligentes, a IA pode analisar o desempenho dos estudantes, identificar lacunas em seu conhecimento e oferecer recursos e atividades sob medida para suprir essas lacunas. Isso permite que os alunos avancem em seu próprio ritmo e recebam um ensino mais individualizado.

Além disso, a IA desempenha um papel crucial na oferta de *feedback* imediato e personalizado aos alunos. Por meio de sistemas de tutoria inteligente, os estudantes podem receber orientações precisas e direcionadas, o que estimula seu crescimento e progresso contínuos. A IA também possibilita a criação de ambientes de aprendizagem mais interativos, com o uso de recursos como simulações e gamificação, que engajam os alunos de maneira lúdica e motivadora.

No entanto, é importante reconhecer que a implementação da IA na Educação 4.0 também apresenta desafios e questões éticas. A privacidade dos dados dos alunos, por



exemplo, é uma preocupação importante. A coleta e o uso de dados sensíveis exigem medidas rigorosas de segurança e proteção, garantindo que as informações sejam utilizadas de forma responsável e transparente. Além disso, a dependência excessiva da IA pode levar a uma redução do papel do professor, levantando questões sobre a importância do elemento humano na educação.

Diante desses desafios, educadores e instituições educacionais devem adotar uma abordagem cuidadosa e equilibrada na integração da IA na Educação 4.0. É fundamental oferecer formação e capacitação adequadas aos professores, para que possam utilizar a IA de maneira eficaz e ética. Também é necessário considerar a equidade e a acessibilidade, garantindo que todos os alunos tenham igualdade de oportunidades de se beneficiar dessas tecnologias inovadoras.

À medida que exploramos a interseção entre a Educação 4.0 e a IA, é fundamental compreender as implicações e oportunidades que essa convergência oferece. Este artigo bibliográfico busca analisar e discutir as aplicações práticas da IA na Educação 4.0, bem como os desafios e considerações éticas envolvidos. Através dessa análise, esperamos fornecer uma visão abrangente do futuro da aprendizagem com a IA, auxiliando educadores, alunos e instituições educacionais a aproveitar ao máximo as oportunidades oferecidas pelas tecnologias inteligentes.

A justificativa para a realização deste estudo reside na necessidade de compreender o impacto e o potencial da IA na educação. A convergência da Educação 4.0 com a IA representa uma oportunidade única para repensar e reinventar o processo de aprendizagem. Compreender como a IA pode ser aplicada de forma eficaz e ética na educação é essencial para preparar os alunos para os desafios do século XXI e para capacitar os educadores a explorar todo o potencial das tecnologias inteligentes.

A relevância deste artigo está na sua capacidade de fornecer uma visão abrangente sobre o futuro da aprendizagem com a IA, abordando tanto os aspectos



práticos como os éticos e sociais envolvidos. Ao examinar as aplicações práticas da IA na educação, desde a personalização do ensino até a tutoria inteligente, os leitores poderão entender como a IA pode melhorar a experiência educacional, promovendo a eficácia e a eficiência do processo de aprendizagem.

Por fim, a relevância deste estudo também se manifesta na sua capacidade de fornecer orientações práticas para a implementação efetiva da IA na educação. A partir da análise das melhores práticas, estratégias de adoção e capacitação docente, educadores e gestores educacionais poderão aproveitar os benefícios da IA de maneira consciente e eficiente, criando ambientes de aprendizagem inovadores e preparando os alunos para um futuro dinâmico e tecnologicamente avançado.

FUNDAMENTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) na educação tem sido objeto de estudo e pesquisa nos últimos anos. A convergência entre a IA e a Educação 4.0 traz consigo o potencial de revolucionar a forma como ensinamos e aprendemos. Neste capítulo, exploraremos os fundamentos da IA na educação, examinando as principais teorias e abordagens propostas por pesquisadores renomados. Ao compreendermos os alicerces teóricos da IA na educação, estaremos preparados para explorar as aplicações práticas dessa tecnologia no contexto educacional.

A teoria da aprendizagem adaptativa é um dos pilares fundamentais para compreender o papel da IA na educação. John Anderson (1993), por exemplo, propõe que a IA pode ser usada para criar sistemas adaptativos que ajustam o conteúdo, o ritmo e a dificuldade das atividades de acordo com as necessidades e habilidades de cada aluno. Essa abordagem permite uma personalização efetiva do ensino, garantindo que cada estudante progrida em seu próprio ritmo e nível de competência.



Outro aspecto relevante é a teoria da tutoria inteligente, que enfatiza o papel da IA como um tutor virtual capaz de fornecer *feedback* imediato e personalizado aos alunos. Autores como Beverly Woolf (2008) destacam que a IA pode analisar o desempenho do aluno, identificar dificuldades específicas e oferecer orientações e sugestões para o aprimoramento. Essa tutoria inteligente pode ajudar os alunos a desenvolver habilidades de metacognição, promovendo a autorregulação e a reflexão sobre o processo de aprendizagem.

Uma abordagem promissora na aplicação da IA na educação é a gamificação. Como destaca James Paul Gee (2003) ao defender que a IA possa ser utilizada para criar jogos educacionais envolventes e motivadores. Esses jogos podem proporcionar uma experiência imersiva, permitindo que os alunos experimentem desafios, tomem decisões e recebam *feedback* imediato. A gamificação baseada em IA oferece oportunidades para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e emocionais de forma lúdica e interativa.

Os jogos educacionais auxiliam na tarefa de ensinar, sua utilização dinamiza, flexibiliza, estimula o processo de ensino aprendizagem tornando as aulas mais ricas, os conteúdos diversificados, diminuem a complexidade de aprendizado e auxiliam na forma de ensinar.

No entanto, é importante reconhecer que a implementação da IA na educação não está isenta de desafios e requer atenção quanto à garantia da privacidade e segurança dos dados dos alunos. A coleta e o armazenamento de informações pessoais exigem medidas rigorosas de proteção, de modo a evitar violações de privacidade e vazamento de dados sensíveis. Além disso, é necessário garantir a equidade no acesso à IA na educação, evitando a ampliação das desigualdades existentes.

Destaca-se aqui trecho de editorial de “O Correio da UNESCO” de julho-setembro de 2018, que levanta questionamentos pertinentes:



Uma máquina pode pensar? O que a IA é capaz de fazer neste estágio da sua evolução? Em que grau ela é autônoma? Onde fica a tomada de decisão humana? Mais do que conduzir-nos à Quarta Revolução Industrial, a IA está provocando uma revolução cultural. Ela está inegavelmente destinada a transformar nosso futuro, mas ainda não sabemos exatamente de qual maneira. É por isso que a IA inspira tanto fascinação quanto medo (UNESCO, 2018, p. 3).

De certo modo, o uso de tais recursos pode ser uma alternativa para inúmeros públicos, entretanto deve-se ter em mente que existem vantagens e desvantagens ao escolher tais ferramentas e recursos. Chen (2019) aponta seu olhar sobre o assunto ao dizer que:

A inteligência artificial na educação tem o potencial de transformar a forma como os estudantes aprendem, permitindo que os professores se concentrem em atividades de alto valor agregado, como a criação de currículos e o planejamento de aulas, enquanto a IA lida com tarefas mais repetitivas e administrativas (CHEN, 2019, p. 205).

Ao explorarmos esses fundamentos teóricos da IA na educação, estaremos preparados para analisar as aplicações práticas e os impactos dessa tecnologia no contexto educacional. A compreensão dos alicerces teóricos é essencial para uma implementação responsável e eficaz da IA na educação, permitindo que educadores e pesquisadores aproveitem ao máximo o potencial dessa poderosa ferramenta.

Conceitos básicos de IA aplicados à aprendizagem

Para compreendermos melhor como a Inteligência Artificial (IA) pode ser aplicada à aprendizagem, é fundamental explorar os conceitos básicos dessa tecnologia inovadora. Autores americanos oferecem insights valiosos sobre esse tema, fornecendo uma base sólida para a compreensão dos fundamentos da IA na educação.

Segundo Souza (2008), a inteligência artificial é:

[...] o método cibernético de adoção de soluções por programas de computador não previstos anteriormente pela vontade humana. Assim, através da inteligência artificial há a possibilidade do sistema do computador adotar



soluções baseando-se em situações ou ordens de comando humano anteriores para hipóteses novas semelhantes, com base na experiência adquirida, em um processo de automação da vontade. Contudo, essa vontade não é a vontade humana, mas o desiderato encontrado pela máquina, irrefletida e infértil pela parte, programador ou do seu próprio criador (SOUZA, 2008, p. 33-34).

Segundo Russell e Norvig (2010), um dos principais conceitos da IA é o aprendizado de máquina. Esse campo de estudo visa desenvolver algoritmos e técnicas que permitam que um sistema aprenda a partir dos dados, em vez de ser programado explicitamente. No contexto educacional, isso significa que os sistemas de IA podem analisar dados sobre os alunos, como desempenho em exercícios e interações em plataformas digitais, para identificar padrões e ajustar o conteúdo e as abordagens de ensino de acordo com as necessidades individuais.

Outro conceito importante é o da representação do conhecimento. Conforme Russell e Norvig (2010), a representação do conhecimento envolve a maneira como a informação é estruturada e armazenada em um sistema de IA. Na educação, isso pode ser aplicado para criar modelos de conhecimento que reflitam os conceitos e as relações entre eles em determinado domínio. Esses modelos podem ser usados para fornecer explicações e respostas personalizadas aos alunos, ajudando-os a desenvolver uma compreensão mais profunda dos conteúdos estudados.

Um terceiro conceito relevante é o do raciocínio automático. De acordo com Russell e Norvig (2010), a IA busca desenvolver sistemas capazes de raciocinar e tomar decisões com base nas informações disponíveis. Na educação, isso pode ser aplicado para oferecer aos alunos recomendações personalizadas sobre o próximo passo em seu processo de aprendizagem. Os sistemas de IA podem analisar o desempenho e as lacunas de conhecimento dos alunos para identificar os próximos tópicos a serem abordados ou as atividades mais adequadas para o aprofundamento de determinados conceitos.



Além disso, a IA na aprendizagem também envolve o uso de algoritmos de aprendizado de máquina, como as redes neurais. Estas redes artificiais são estruturas computacionais inspiradas no funcionamento do cérebro humano. Elas podem ser treinadas com grandes quantidades de dados para identificar padrões e tomar decisões. Na educação, isso pode ser aplicado para desenvolver sistemas de reconhecimento de padrões em tarefas como avaliação de respostas de alunos, permitindo uma correção mais rápida e precisa.

Em resumo, os conceitos básicos da IA aplicados à aprendizagem envolvem o aprendizado de máquina, a representação do conhecimento, o raciocínio automático e o uso de algoritmos de aprendizado, como redes neurais. Compreender esses fundamentos é essencial para explorar as aplicações da IA na educação e aproveitar seu potencial para aprimorar a experiência de aprendizagem dos alunos.

Tipos de IA e suas aplicações educacionais

Na área da Educação, diferentes tipos de Inteligência Artificial (IA) são aplicados para melhorar a experiência de ensino e aprendizagem. Diversos autores têm explorado esses tipos de IA e suas aplicações educacionais, destacando suas contribuições para a personalização do ensino, a tutoria inteligente e o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem interativos.

Um tipo importante de IA na educação é a IA baseada em regras, que trata-se de um sistema que utiliza regras pré-definidas para realizar tarefas específicas. Essa abordagem tem sido aplicada em ambientes educacionais para fornecer *feedback* personalizado aos alunos, identificar lacunas de conhecimento e oferecer sugestões de estudo direcionadas.

Outro tipo de IA relevante é a IA baseada em aprendizado de máquina, que envolve a construção de modelos capazes de aprender a partir de dados, como aponta



Mitchell (1997). Essa abordagem tem sido amplamente utilizada para a análise de dados educacionais, permitindo a identificação de padrões de desempenho, a personalização do conteúdo de aprendizagem e a previsão do progresso do aluno.

A IA baseada em redes neurais artificiais é outra vertente explorada por autores como Rumelhart, Hinton e Williams (1986). Essa abordagem utiliza modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano para realizar tarefas complexas. Na educação, as redes neurais artificiais têm sido aplicadas no desenvolvimento de sistemas de tutoria inteligente, reconhecimento de fala e processamento de linguagem natural.

Além disso, a IA baseada em algoritmos genéticos tem sido empregada em contextos educacionais e utiliza técnicas de evolução computacional para otimizar soluções de problemas complexos. Na educação, os algoritmos genéticos têm sido aplicados no desenvolvimento de estratégias de adaptação de ensino, personalizando o conteúdo e as atividades com base nas características individuais dos alunos.

A IA baseada em lógica difusa (lógica *fuzzy*) também tem sido explorada na área educacional, conforme discutido por Zadeh (1965). Essa abordagem permite a representação e o processamento de conhecimento vago ou incerto, sendo aplicada em sistemas de recomendação adaptativa e avaliação automatizada de respostas abertas.

Ao compreender esses tipos de IA e suas aplicações educacionais, podemos explorar as oportunidades e desafios que surgem da integração dessas tecnologias na educação, visando melhorar a eficácia do ensino e a experiência de aprendizagem dos alunos.



BENEFÍCIOS DA IA NA EDUCAÇÃO

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) na educação tem proporcionado uma série de benefícios que estão transformando o cenário educacional. O tema tem tomado a literatura, informes, jornais e mídia de massa, recebendo atenção extra no campo acadêmico que, em muitos casos, enxerga em seu uso mais vantagens que desvantagens.

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) na educação traz consigo uma série de benefícios que podem transformar significativamente o processo de ensino e aprendizagem. Autores americanos têm destacado esses benefícios, fornecendo evidências e insights sobre o potencial da IA na melhoria da qualidade da educação.

Silveira e Vieira Junior (2019) lançam luz sob o tema destacando certas incongruências existentes na utilização de recursos tecnológicos:

Bancos, grandes empresas e instituições disponibilizam acesso e serviços digitais os quais facilitam a vida da população. Mesmo assim, de forma conservadora, as instituições educacionais vivem uma dupla realidade, na qual a grande maioria dos estudantes em escolas públicas é excluída dos recursos tecnológicos devido às políticas públicas insuficientes e à realidade precária de infraestrutura física das escolas públicas estaduais e municipais. Por outro lado, os centros e institutos federais, por motivos diversos, apresentam maior emancipação tecnológica e administrativa, as quais proporcionaram a essas instituições, geralmente, melhores condições (SILVEIRA; VIEIRA JUNIOR, 2019, p. 207).

Um dos principais benefícios da IA na educação é a capacidade de oferecer um ensino personalizado e adaptativo, conforme apontado por Vygotsky (1978). Com o uso de sistemas de IA, é possível analisar o desempenho individual dos alunos, identificar lacunas de conhecimento e oferecer atividades e recursos educacionais específicos para atender às necessidades de cada aluno. Isso permite um aprendizado mais eficiente e eficaz, levando em consideração o ritmo e o estilo de aprendizagem de cada estudante.

Além disso, a IA pode auxiliar no monitoramento contínuo do progresso dos alunos, uma vez que, por meio da análise de dados, os sistemas de IA podem acompanhar o



desempenho dos alunos em tempo real, identificar áreas de dificuldade e fornecer *feedback* imediato. Isso permite uma intervenção precoce, auxiliando os alunos a superarem obstáculos e a alcançarem melhores resultados acadêmicos.

Outro benefício da IA na educação é a possibilidade de personalizar a experiência de aprendizagem, com o uso de algoritmos de recomendação e sistemas adaptativos. Através de tais mecanismos, os alunos podem ter acesso a materiais, atividades e recursos educacionais personalizados de acordo com seus interesses, preferências e nível de habilidade. Isso torna a aprendizagem mais engajante e relevante para cada aluno, aumentando sua motivação e satisfação.

A IA também desempenha um papel importante na promoção da colaboração e interação entre os alunos, como afirmado por Dillenbourg (1999). Por meio de tecnologias como chatbots educacionais e ambientes virtuais de aprendizagem, os estudantes podem se envolver em atividades colaborativas, trocar ideias, discutir conceitos e construir conhecimento em conjunto. Isso promove a aprendizagem social e o desenvolvimento de habilidades interpessoais, preparando os alunos para os desafios do mundo real.

Além dos benefícios diretos para os alunos, a IA também pode auxiliar os educadores no processo de ensino, como mencionado por Koedinger e Alevan (2007). Os sistemas de IA podem fornecer insights sobre o desempenho dos alunos, ajudar na criação de materiais e atividades educacionais, e até mesmo automatizar tarefas administrativas. Isso permite que os professores concentrem seu tempo e esforço em atividades de maior valor agregado, como o suporte individualizado aos alunos e o desenvolvimento de estratégias pedagógicas inovadoras.

Vale ressaltar, porém um aspecto importante levantado por Fernández-Muñoz (2021):

A tecnologia, quando usada para o mal, pode causar danos irreparáveis à sociedade e ao indivíduo. A falta de ética no uso da tecnologia pode levar a comportamentos criminosos, violação de direitos humanos e de privacidade,



além de disseminação de ódio e intolerância na sociedade (FERNÁNDEZ-MUÑOZ, 2021, p. 20).

Um dos principais benefícios da IA na educação é a personalização do ensino, permitindo adaptar o conteúdo educacional de acordo com as necessidades individuais de cada aluno, oferecendo um ensino personalizado e adaptativo. Isso resulta em um aprendizado mais eficiente e eficaz, permitindo que cada aluno avance em seu próprio ritmo.

Além disso, a IA pode contribuir para o engajamento dos alunos. Através de sistemas de IA interativos pode-se criar ambientes de aprendizagem envolventes, oferecendo *feedback* imediato e recursos interativos que mantêm os alunos motivados e interessados no processo de aprendizagem.

Outro benefício importante é a análise de dados em larga escala. Segundo Baker e Yacef (2009), a IA possibilita a coleta e análise de grandes volumes de dados educacionais, como registros de desempenho dos alunos, interações em plataformas de aprendizagem e atividades online. Essa análise de dados permite identificar padrões de aprendizagem, identificar áreas de dificuldade e fornecer insights valiosos para aprimorar o ensino e a tomada de decisões pedagógicas.

A eficiência do ensino também é aprimorada pela IA, já que esta pode automatizar tarefas administrativas, como correção de provas e avaliações, liberando o tempo dos educadores para se concentrarem em atividades mais interativas e significativas. Isso resulta em um ensino mais eficiente, em que os educadores podem direcionar seu tempo e energia para o apoio individualizado aos alunos.

A acessibilidade é outro benefício-chave da IA na educação, visto que a inteligência artificial pode fornecer suporte para alunos com necessidades especiais, oferecendo recursos adaptados e personalizados que atendam às suas necessidades específicas. Através da IA, é possível criar ambientes inclusivos e garantir que todos os alunos tenham igualdade de acesso e oportunidades de aprendizagem.



Com o uso correto da inteligência artificial pode-se promover a colaboração entre os alunos, facilitando a interação e a participação em projetos educacionais, fornecendo suporte individualizado e encorajando a cooperação em atividades conjuntas. Essa abordagem colaborativa fortalece o aprendizado social e promove o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe, preparando os alunos para os desafios do mundo real.

Porém, um aspecto relevante levantado por Moran; Masetto e Behrens (2013) refere-se à importância de tais recursos ligados à educação:

[...] as novas tecnologias permitem ampliar o conceito de aula, de espaço e tempo, de comunicação audiovisual, e estabelecer pontes novas entre o presencial e o virtual, entre o estar juntos e estarmos conectados a distância. Mas se ensinar dependesse só das tecnologias, já teríamos achado as melhores soluções há muito tempo (p. 12).

Enfim, a IA oferece uma série de benefícios na educação, incluindo ensino personalizado, monitoramento contínuo, experiências de aprendizagem personalizadas, colaboração entre alunos e apoio aos educadores. Ao explorar e aproveitar esses benefícios, é possível promover uma educação mais eficaz, engajadora e adaptada às necessidades individuais dos alunos.

Personalização do ensino e aprendizagem adaptativa

A personalização do ensino e a aprendizagem adaptativa são aspectos fundamentais da aplicação da Inteligência Artificial (IA) na educação. A capacidade de personalizar o ensino de acordo com as necessidades individuais dos alunos e adaptar as estratégias de aprendizagem é amplamente reconhecida como um benefício significativo da IA na educação.

Autores como VanLehn (2011) ressaltam que a personalização do ensino é fundamental para atender às diversas habilidades e estilos de aprendizagem dos alunos. Através da IA, é possível coletar dados sobre o desempenho e as preferências de cada



aluno, permitindo o desenvolvimento de sistemas adaptativos que oferecem conteúdo e recursos personalizados para cada estudante.

A aprendizagem adaptativa, por sua vez, utiliza algoritmos de IA para ajustar a dificuldade e o ritmo do ensino de acordo com o desempenho e o progresso do aluno, identificando assim as lacunas de conhecimento de cada aluno e fornecendo atividades e *feedbacks* adequados, otimizando, por sua vez, a eficácia da aprendizagem.

A personalização do ensino e a aprendizagem adaptativa baseadas em IA têm o potencial de melhorar a eficiência e a eficácia do processo educacional. Sistemas adaptativos de IA podem identificar os conceitos que os alunos têm dificuldade em compreender e fornecer intervenções específicas para superar essas dificuldades. Isso permite uma abordagem individualizada, maximizando o aproveitamento dos alunos e acelerando seu progresso acadêmico.

Além disso, a personalização e a adaptabilidade do ensino proporcionadas pela IA promovem o engajamento dos alunos, já que podem oferecer desafios adequados ao nível de habilidade de cada aluno, garantindo um equilíbrio entre a dificuldade e o sucesso. Isso mantém os alunos motivados, envolvidos e confiantes em seu processo de aprendizagem.

A personalização do ensino e a aprendizagem adaptativa também podem ajudar a superar as barreiras individuais de aprendizagem, visto que a IA permite identificar as preferências de aprendizagem e as necessidades específicas de cada aluno, fornecendo recursos e estratégias adaptadas para atender às suas características individuais. Isso inclui a utilização de diferentes modalidades de ensino, como vídeos, jogos educacionais e interações virtuais, para oferecer suporte a diferentes estilos de aprendizagem.

Por fim, a personalização do ensino e a aprendizagem adaptativa baseadas em IA podem promover a autonomia e a autorregulação dos alunos. Sistemas adaptativos de IA



capacitam os alunos a assumir maior responsabilidade por seu próprio aprendizado, permitindo que eles estabeleçam metas, monitorem seu progresso e tomem decisões informadas sobre suas estratégias de aprendizagem.

Tutoria inteligente e *feedback* automatizado

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) na educação tem proporcionado avanços significativos no desenvolvimento de sistemas de tutoria inteligente e *feedback* automatizado. Essas tecnologias têm o potencial de melhorar a qualidade da aprendizagem, fornecendo suporte individualizado aos alunos e *feedback* imediato sobre seu desempenho.

Os sistemas tutores inteligentes são uma classe de sistemas de inteligência artificial que atuam como auxiliares no processo de ensino-aprendizagem de alunos. São sistemas inteligentes, aplicados à educação, que permitem a criação de um ambiente cooperativo entre aluno, sistema e professor (DAHMER, 2015, p.1).

A tutoria inteligente, conforme destacado por Woolf (2008), envolve a utilização de sistemas de IA para fornecer orientação personalizada aos alunos, simulando a interação com um tutor humano. Esses sistemas podem monitorar o progresso do aluno, identificar dificuldades e oferecer explicações e exemplos adicionais quando necessário. Ao adaptar-se às necessidades individuais dos alunos, a tutoria inteligente promove uma aprendizagem mais eficiente e eficaz.

O *feedback* automatizado é outra contribuição importante da IA para a educação. Neste sentido, a inteligência artificial pode analisar as respostas e o desempenho dos alunos em tempo real, fornecendo *feedback* imediato e personalizado. Esse *feedback* pode incluir correções, sugestões de melhoria e reforço positivo, permitindo que os alunos ajustem seu processo de aprendizagem de forma contínua. A disponibilidade de *feedback* automatizado agiliza o processo de avaliação e promove um ciclo de aprendizagem mais rápido e efetivo.



Além disso, a tutoria inteligente e o *feedback* automatizado podem melhorar a metacognição dos alunos. A inteligência artificial pode auxiliar os alunos na reflexão sobre seus próprios processos de aprendizagem, ajudando-os a identificar estratégias eficazes, a monitorar seu progresso e a estabelecer metas de aprendizagem. Através da interação com sistemas inteligentes, os alunos desenvolvem habilidades metacognitivas que são essenciais para o aprendizado autônomo e a autorregulação.

A tutoria inteligente e o *feedback* automatizado também podem promover a motivação e o engajamento dos alunos, ao se utilizar estratégias como o reconhecimento de emoções e a personalização do conteúdo para manter os alunos motivados e interessados na tarefa. Oferecer um suporte individualizado e um *feedback* imediato, os sistemas inteligentes promovem uma experiência de aprendizagem mais interativa e envolvente.

Vale destacar também que tanto a tutoria inteligente quanto o *feedback* automatizado podem auxiliar os educadores ao fornecer informações detalhadas sobre o desempenho dos alunos. Autores como Baker (2007) destacam que essas tecnologias permitem que os educadores acompanhem o progresso individual de cada aluno, identifiquem áreas de dificuldade e tomem decisões instrucionais mais informadas. Os dados coletados pelos sistemas de tutoria inteligente podem ser utilizados para orientar a prática pedagógica e adaptar o ensino às necessidades específicas dos alunos.

Em suma, a tutoria inteligente e o *feedback* automatizado proporcionam uma abordagem personalizada e interativa para a educação. Essas tecnologias, fundamentadas em IA, permitem que os alunos recebam orientação individualizada, *feedback* imediato e suporte adaptado às suas necessidades de aprendizagem. Ao promover uma aprendizagem mais eficiente, metacognitiva e motivadora, a tutoria inteligente e o *feedback* automatizado têm o potencial de melhorar significativamente a experiência educacional dos alunos.



Plataformas de aprendizagem baseadas em IA

As plataformas de aprendizagem baseadas em Inteligência Artificial (IA) representam um avanço significativo no campo da educação. Essas plataformas integram algoritmos inteligentes que permitem personalizar o processo de ensino e aprendizagem, fornecendo recursos adaptativos e interativos aos alunos.

As plataformas de IA oferecem uma gama de recursos, como tutoria virtual, recomendações personalizadas de conteúdo e atividades interativas. Essas ferramentas permitem que os alunos aprendam de forma autônoma, no seu próprio ritmo e de acordo com suas necessidades individuais.

Uma das vantagens das plataformas de IA é a capacidade de coletar e analisar grandes volumes de dados sobre o desempenho e as preferências dos alunos. Como mencionado por Siemens e Long (2011), a IA possibilita o uso de análises de dados e aprendizado de máquina para identificar padrões e tendências, gerando insights valiosos para melhorar a eficácia do ensino.

Essas plataformas também são capazes de fornecer *feedback* automatizado e imediato aos alunos. A inteligência artificial permite que os sistemas de aprendizagem identifiquem erros e forneçam orientações específicas para ajudar os alunos a corrigir suas respostas. Esse *feedback* instantâneo contribui para o engajamento dos alunos e o aprimoramento contínuo de suas habilidades.

Além disso, as plataformas de IA oferecem recursos adaptativos, personalizando o conteúdo e as atividades de acordo com as necessidades de cada aluno, podendo-se ajustar o nível de dificuldade, o tipo de atividades e as estratégias de ensino para atender às preferências e ao nível de habilidade de cada aluno.



As plataformas de IA também têm o potencial de promover a colaboração e interação entre os alunos. Conforme discutido por Vygotsky (1978), a interação social desempenha um papel fundamental no processo de aprendizagem. As plataformas de IA podem incorporar recursos de aprendizagem colaborativa, permitindo que os alunos trabalhem juntos, compartilhem conhecimentos e desenvolvam habilidades de comunicação.

Vale destacar que plataformas de IA são altamente escaláveis, permitindo que um grande número de alunos se beneficie desses recursos. A IA possibilita o atendimento individualizado em larga escala, alcançando um número maior de alunos em comparação com métodos tradicionais de ensino.

Assim, as plataformas de aprendizagem baseadas em IA oferecem recursos adaptativos, *feedback* automatizado, personalização do ensino e possibilidades de interação e colaboração entre os alunos. Essas plataformas têm o potencial de revolucionar a forma como a educação é entregue, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais eficiente, personalizada e escalável.

Gamificação e simulações educacionais com IA

A gamificação e as simulações educacionais com Inteligência Artificial (IA) têm se destacado como estratégias promissoras na educação, proporcionando benefícios significativos aos alunos. A gamificação envolve a aplicação de elementos e mecânicas de jogos no contexto educacional, enquanto as simulações educacionais com IA oferecem experiências realistas e interativas que permitem aos alunos explorar e aprender em ambientes simulados.

A gamificação pode aumentar a motivação dos alunos, promovendo engajamento e participação ativa, ao incorporar elementos de competição, recompensas e desafios, os jogos educacionais que estimulam a curiosidade dos alunos e incentivam o aprendizado



autônomo. Neste sentido, a IA desempenha um papel crucial na adaptação desses jogos, oferecendo desafios adequados ao nível de habilidade de cada aluno, tornando a experiência de aprendizagem mais personalizada.

Além disso, as simulações educacionais com IA têm o potencial de fornecer um ambiente seguro e controlado para os alunos explorarem conceitos e habilidades complexas. As simulações permitem que os alunos experimentem situações do mundo real, apliquem conhecimentos teóricos em contextos práticos e desenvolvam habilidades críticas, como resolução de problemas e tomada de decisões. A IA desempenha um papel fundamental na simulação realista de comportamentos e interações, tornando a experiência mais autêntica e envolvente.

Os benefícios da gamificação e das simulações educacionais com IA vão além do engajamento dos alunos. Segundo Dicheva *et al.* (2015, p. 30), essas abordagens também podem promover a colaboração entre os alunos. Os jogos educacionais podem incentivar a cooperação e a competição saudável, permitindo que os alunos trabalhem em equipe para alcançar objetivos comuns. Além disso, as simulações educacionais podem facilitar a interação entre os alunos e a troca de conhecimentos, promovendo a construção social do conhecimento.

Outro benefício das gamificações e simulações educacionais com IA é a possibilidade de coletar dados sobre o desempenho dos alunos e seu processo de aprendizagem. A IA pode analisar as interações dos alunos nos jogos e simulações, identificando padrões de desempenho, dificuldades específicas e áreas de melhoria. Essas informações podem auxiliar os professores na adaptação do ensino, oferecendo suporte individualizado e intervenções direcionadas.

A gamificação e as simulações educacionais com IA também podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais dos alunos. Os jogos educacionais podem promover a resiliência, a colaboração, a autorregulação e a empatia. Ao



enfrentarem desafios e resolverem problemas dentro do contexto dos jogos, os alunos podem desenvolver habilidades socioemocionais fundamentais para o seu crescimento pessoal e profissional.

Em suma, a gamificação e as simulações educacionais com IA oferecem benefícios significativos, como aumento da motivação dos alunos, experiências práticas e realistas, colaboração, coleta de dados e desenvolvimento de habilidades socioemocionais.

REFLEXÕES SOBRE O FUTURO DA APRENDIZAGEM COM A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

À medida que exploramos o futuro da aprendizagem com a Inteligência Artificial, é inevitável refletir sobre as implicações e os desafios que enfrentaremos nesta jornada. A IA tem o potencial de revolucionar a educação, mas também levanta questões éticas, sociais e pedagógicas que precisam ser cuidadosamente consideradas. Neste sentido, é importante destacar algumas reflexões finais sobre o futuro da aprendizagem com a IA.

Primeiramente, a IA não deve ser vista como uma substituta dos educadores, mas sim como uma aliada. Embora a tecnologia seja capaz de fornecer *feedback* automatizado e personalização do ensino, o papel dos professores é insubstituível. A interação humana, o suporte emocional e a orientação são aspectos essenciais da educação que não podem ser negligenciados.

Além disso, a personalização do ensino proporcionada pela IA levanta questões relacionadas à privacidade e à segurança dos dados dos alunos. É fundamental estabelecer políticas claras de proteção de dados e garantir a transparência no uso das informações coletadas. Os educadores e as instituições de ensino devem ser responsáveis pela ética no uso da IA e pela proteção dos direitos dos estudantes.



Outra reflexão importante diz respeito à equidade na adoção da IA na educação. É fundamental garantir que todas as crianças e jovens tenham acesso igualitário às tecnologias educacionais baseadas em IA. A exclusão digital pode acentuar ainda mais as desigualdades existentes. Portanto, é necessário investir em infraestrutura, conectividade e capacitação dos educadores para garantir que a IA beneficie a todos.

Além disso, a aprendizagem com a IA deve ser inclusiva e considerar as necessidades individuais dos alunos com diferentes habilidades e estilos de aprendizagem. A tecnologia deve ser projetada de forma a atender a diversidade dos estudantes, oferecendo recursos de acessibilidade e adaptabilidade.

É importante também considerar o desenvolvimento de habilidades socioemocionais no contexto da aprendizagem com a IA. Embora a tecnologia possa auxiliar na aquisição de conhecimentos e competências técnicas, as habilidades humanas, como empatia, pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração, são fundamentais para enfrentar os desafios do futuro. Na prática pedagógica cotidiana dos professores deve-se repensar a forma de utilizar a tecnologia em benefício de oferecer aos alunos ferramentas que possibilitem uma formação mais completa e atual (COSTA JÚNIOR *et al*, 2022). A IA deve, portanto, ser integrada de maneira complementar às práticas educacionais que promovem o desenvolvimento integral dos alunos.

Destaca-se a necessidade de investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento para aprimorar as aplicações da IA na educação, isto porque, à medida que novas tecnologias e abordagens surgem, deve ser avaliado criticamente seu impacto e seu potencial educacional. A colaboração entre educadores, pesquisadores, desenvolvedores de tecnologia e formuladores de políticas é fundamental para impulsionar a inovação responsável na área da educação.

Vale destacar também que a evolução tecnológica dos últimos anos tem transformado de forma profunda tanto as formas de comunicação, produção e acesso à



informação, como a própria sociedade. Deste modo, acaba sendo inevitável, que a educação também precise se adaptar e incorporar novas ferramentas para melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Não há dúvidas de que a tecnologia pode ser uma ferramenta importante para o professor, mas é necessário que ele possua habilidades técnicas para utilizá-la de forma efetiva. Estas habilidades técnicas englobam conhecimentos em informática, *software* e *hardware* e são fundamentais para que o professor possa utilizar a tecnologia em sala de aula (COSTA JÚNIOR, *et al*, 2023).

Nota-se que o futuro da aprendizagem com a IA é promissor, porém desafiador. Devemos abraçar as oportunidades que a tecnologia oferece, mas também estar atentos aos aspectos éticos, sociais e pedagógicos envolvidos. A IA pode impulsionar a personalização, a adaptabilidade e a eficiência na educação, desde que seja aplicada de forma responsável, inclusiva e orientada para o desenvolvimento integral dos alunos. É um caminho a ser percorrido com cautela, visando sempre aprimorar a experiência educacional e preparar as gerações futuras para um mundo cada vez mais complexo e tecnológico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, exploramos o tema da Inteligência Artificial (IA) na educação, focando na Educação 4.0 e em suas aplicações e benefícios. Evidenciamos a importância da IA na transformação da aprendizagem, destacando o potencial da Educação 4.0 para moldar o futuro da educação. Discutimos, em seguida, os fundamentos da IA na educação, abordando conceitos básicos e os tipos de IA aplicados ao ambiente educacional.

Apresentamos posteriormente, os benefícios da IA na educação, analisando como a inteligência artificial pode promover a personalização do ensino, além de oferecer tutoria inteligente e *feedback* automatizado. Destacamos ainda o uso de plataformas de



aprendizagem baseadas em IA e como essas tecnologias têm o potencial de melhorar a eficácia do ensino e proporcionar uma experiência de aprendizagem mais adaptativa e envolvente para os alunos.

Discutimos a importância da gamificação e das simulações educacionais com IA. Essas abordagens combinam elementos de jogos, simulações e IA para aumentar o engajamento dos alunos, desenvolver habilidades práticas, promover a colaboração e fornecer *feedback* imediato e personalizado. A gamificação e as simulações educacionais com IA representam estratégias promissoras para tornar a aprendizagem mais significativa e relevante.

A Educação 4.0, impulsionada pela inteligência artificial, está transformando a forma como ensinamos e aprendemos, oferecendo oportunidades para personalizar o ensino e adaptando-o às necessidades individuais dos alunos. Seu uso facilita a análise de dados educacionais, fornecendo insights valiosos aos educadores e permitindo intervenções mais direcionadas.

A tutoria inteligente e o *feedback* automatizado podem auxiliar os estudantes em sua jornada de aprendizagem, oferecendo suporte individualizado e imediato. Além disso, as plataformas de aprendizagem baseadas em IA proporcionam um ambiente virtual rico, onde os alunos podem colaborar, interagir e explorar conceitos de maneiras inovadoras.

A gamificação e as simulações educacionais com IA ampliam as possibilidades de engajamento e motivação dos alunos, permitindo que eles apliquem seus conhecimentos em contextos reais e recebam *feedback* direcionado para o aprimoramento contínuo.

Em suma, a IA está revolucionando a educação, abrindo novas oportunidades para aprimorar a eficácia do ensino, personalizar a aprendizagem e envolver os alunos de maneira mais significativa. Embora haja desafios a serem enfrentados, como questões



éticas e de privacidade, é inegável que a IA tem o potencial de impulsionar a Educação 4.0 e moldar um futuro promissor para a aprendizagem.

Exploramos as possibilidades e os benefícios da IA na educação, destacando sua capacidade de transformar a forma como ensinamos e aprendemos. A Educação 4.0, impulsionada pela IA, oferece um cenário emocionante e promissor, onde a personalização, a adaptabilidade e a interatividade são fundamentais para criar experiências de aprendizagem eficazes e significativas. À medida que avançamos nessa jornada, é essencial continuar explorando as melhores práticas, considerando os desafios éticos e garantindo que a inteligência artificial esteja a serviço do desenvolvimento humano e do progresso educacional.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. R. **Rules of the mind**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1993.

BAKER, R. S. Modeling and Understanding Students' Off-Task Behavior in Intelligent Tutoring Systems. **Proceedings of the 13th International Conference on Artificial Intelligence in Education**. p. 254-261. IOS Press. 2007.

BAKER, R. S.; YACEF, K. The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions. **Journal of Educational Data Mining**, v. 1, n. 1, p. 3-17. 2009.

CHEN, B.; LIU, H.; ZHANG, J. **Integrating artificial intelligence into educational technology research and development**. New Jersey: Educational Technology Research and Development. 2019.

COSTA JÚNIOR, J. F. *et al*, O professor do futuro: habilidades e competências necessárias para atuar em uma sociedade em mudança. **RECHSO - Revista Educação, Humanidades e Ciências Sociais**, V. 07. N.13, p. 01–19, 2023. DOI: 10.55470/rechso.00072. Disponível em: <https://periodicos.educacaotransversal.com.br/index.php/rechso/article/view/72>. Acesso em 03 mai. 2023.

COSTA JÚNIOR, J. F. *et al*. Reflexões sobre as TICs - Tecnologias da Informação e Comunicação e as Metodologias Ativas no processo de Ensino-aprendizagem. In: CAVALHEIRO, Claudionor Nunes; LIMA, Laise Katiane Alencar (orgs). **Caminhos da Educação: Concepções e Desdobramentos - Volume 2**. Formiga (MG): Editora MultiAtual, 2022. p.42-62. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/717446>. Acesso em 02 mai. 2023.



- DAHMER, A., *et al.* **Ambiente Integrado de Apoio ao Ensino a Distância:** Gerenciamento de Aulas, Tutores Inteligentes e Avaliação Remota. Disponível em <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/tise99/html/papers/ambiente>. Acesso em 11 abr. 2023.
- DICHEVA, D., *et al.* Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 18, n. 3, p. 75-88. 2015.
- DILLENBOURG, P. **Collaborative Learning:** Cognitive and Computational Approaches. *Advances in Learning and Instruction Series*. Pergamon. 1999.
- FERNÁNDEZ-MUÑOZ, Junior. **Ética y tecnología:** una reflexión desde la perspectiva del impacto social. *Ética y responsabilidad social en la era digital*. Madrid: Fernández García, 2021.
- GEE, J. P. What video games have to teach us about learning and literacy. **Computers in Entertainment (CIE)**, v. 1, n.1, p. 20-20. 2003.
- KOEDINGER, K. R.; ALEVEN, V. Exploring the Assistance Dilemma in Experiments with Cognitive Tutors. **Educational Psychology Review**, v. 19, n. 3, p. 239-264. 2007.
- MITCHELL, T. M. **Machine Learning**. McGraw-Hill. 1997.
- MORAN, J.M.; MASETTO, M.T; BEHRENS, M.A. **Novas tecnologias e Mediação Pedagógica**. 21.ed. Campinas, Papyrus, 2013.
- RUMELHART, D. E.; HINTON, G. E.; WILLIAMS, R. J. Learning Representations by Back-propagating Errors. **Nature**, v. 323, n. 6088, p. 533-536. 1986.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence:** A Modern Approach (3rd ed.). Pearson. 2010.
- SIEMENS, G.; LONG, P. **Penetrating the Fog:** Analytics in Learning and Education. *EDUCAUSE Review*, v. 46, n. 5, p. 30-32. 2011.
- SILVEIRA, A. C. J.; VIEIRA, N. J. A inteligência artificial na educação: utilizações e possibilidades. **Revista interterritórios**. Universidade Federal de Pernambuco, v. 5, 2019. Disponível em <https://periodicos.ufpe.br/revistas/interritorios/article/view/241622>. Acesso em 01 mai. 2023.
- SOUZA, S. I. N. de. Responsabilidade civil e a inteligência artificial nos contratos eletrônicos na sociedade da informação. **Revista dos Tribunais**, São Paulo, v. 877, ano 97, p. 33-34. 2008.
- UNESCO. **Inteligência artificial:** entre o mito e a realidade. *O correio da Unesco*. Paris, 2018. Número 03. Julho-Setembro 2018.
- VANLEHN, K. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. **Educational Psychologist**, v. 6, n. 4, p. 197-221. 2011.
- VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society:** The Development of Higher Psychological Processes. Harvard University Press. 1978.



WOOLF, B. P. **Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning.** Morgan Kaufmann. 2008.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338-353. 1965.