




V. 07. N.14 - Jul./Dez. 2023

**APRENDIZAGEM ADAPTATIVA COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:  
UMA PROPOSTA PARA A EDUCAÇÃO**


***ADAPTIVE LEARNING WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE:  
A PROPOSAL FOR EDUCATION***

***APRENDIZAJE ADAPTABLE CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL:  
UNA PROPUESTA PARA LA EDUCACIÓN***


**João Fernando Costa Júnior**

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


**Presleyson Plínio de Lima**

 <https://orcid.org/0000-0002-6850-3638>


**Luis Carlos Ferreira de Oliveira**

 <https://orcid.org/0000-0003-4160-6327>


**Claudio Nunes dos Santos Maulais**

 <https://orcid.org/0009-0008-0993-0892>


**Luiz Fernando Reinoso**

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


**Raimundo Alves dos Reis Neto**

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

**Marcondes Inácio da Silva**

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

**Leonardo Silva Moraes**

 <https://orcid.org/0000-0002-9854-6604>



**Resumo:** Este artigo aborda a integração em crescimento da Aprendizagem Adaptativa (AA) com a Inteligência Artificial (IA) na educação contemporânea. Explora-se o potencial transformador dessa fusão, destacando como a IA pode personalizar a educação, adaptando-se às necessidades únicas de cada aluno. Isso impulsiona o engajamento e a eficácia da aprendizagem, oferecendo um ensino mais significativo. Contudo, a integração enfrenta desafios éticos, como a privacidade dos dados dos alunos e a equidade na acessibilidade, que necessitam de soluções éticas e inclusivas. O papel crucial do educador nesse cenário é evidenciado. Sua formação contínua é vital para compreender e aplicar eficazmente as ferramentas de IA, interpretando insights para aprimorar a experiência educacional. A colaboração entre educadores e desenvolvedores de IA é fundamental para criar soluções alinhadas às necessidades reais da educação. O futuro aponta para uma IA mais especializada, capaz de personalização refinada e ambientes de aprendizagem imersivos. No entanto, a interpretabilidade dos algoritmos permanece como desafio para garantir a transparência e a confiança nas decisões da IA. Conclui-se que essa integração está moldando um futuro educacional inovador, onde a aprendizagem é adaptativa, eficiente e centrada no aluno, preparando os indivíduos para um mundo dinâmico em constante transformação.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Adaptativa. Inteligência Artificial. Educação. Personalização. Futuro da Educação.

**Abstract:** This article addresses the growing integration of Adaptive Learning (AA) with Artificial Intelligence (AI) in contemporary education. The transformative potential of this fusion is explored, highlighting how AI can personalize education, adapting to the unique needs of each student. This boosts engagement and learning effectiveness, delivering more meaningful teaching. However, integration faces ethical challenges, such as student data privacy and equity in accessibility, which require ethical and inclusive solutions. The crucial role of the educator in this scenario is highlighted. Your ongoing training is vital to understanding and effectively applying AI tools, interpreting insights to enhance the educational experience. Collaboration between educators and AI developers is essential to create solutions aligned to the real needs of education. The future points to more specialized AI capable of refined personalization and immersive learning environments. However, the interpretability of algorithms remains a challenge to ensure transparency and trust in AI decisions. It is concluded that this integration is shaping an innovative educational future, where learning is adaptive, efficient and student-centered, preparing individuals for a dynamic world in constant transformation.

**Keywords:** Adaptive Learning. Artificial Intelligence. Education. Personalization. Future of Education.

**Resumen:** Este artículo aborda la creciente integración del Aprendizaje Adaptativo (AA) con la Inteligencia Artificial (IA) en la educación contemporánea. Se explora el potencial transformador de esta fusión, destacando cómo la IA puede personalizar la educación, adaptándose a las necesidades únicas de cada estudiante. Esto aumenta el compromiso y la eficacia del aprendizaje, brindando una enseñanza más significativa. Sin embargo, la integración enfrenta desafíos éticos, como la privacidad de los datos de los estudiantes y la equidad en la accesibilidad, que requieren soluciones éticas e inclusivas. Se destaca el papel crucial del educador en este escenario. Su capacitación continua es vital para comprender y aplicar eficazmente las herramientas de inteligencia artificial, interpretando conocimientos para mejorar la experiencia educativa. La colaboración entre educadores y desarrolladores de IA es esencial para crear soluciones alineadas con las necesidades reales de la educación. El futuro apunta a una IA más especializada capaz de una personalización refinada y entornos de aprendizaje inmersivos. Sin embargo, la interpretabilidad de los algoritmos sigue siendo un desafío para garantizar la transparencia y la confianza en las decisiones de la IA. Se concluye que esta integración está configurando un futuro educativo innovador, donde el aprendizaje sea adaptativo, eficiente y



centrado en el estudiante, preparando a los individuos para un mundo dinámico y en constante transformación.

**Palabras-clave:** Aprendizaje Adaptativo. Inteligencia Artificial. Educación. Personalización. Futuro de la Educación

## INTRODUÇÃO

A educação é uma esfera fundamental da sociedade, moldando não apenas o indivíduo, mas também a comunidade em que está inserido e, em última instância, o futuro da humanidade. Nos últimos anos, temos testemunhado uma revolução tecnológica que está redefinindo a maneira como ensinamos e aprendemos. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) se destaca como uma das inovações mais impactantes, oferecendo vastas possibilidades de transformação no campo educacional. A IA, com sua capacidade de aprendizado e adaptação, abre portas para a personalização da educação, culminando na concepção da aprendizagem adaptativa.

A aprendizagem adaptativa representa uma abordagem educacional que se baseia em um modelo flexível e personalizado, onde o conteúdo, a metodologia e a interação com o aluno são moldados de acordo com as características e necessidades individuais de cada aprendiz. Este paradigma inovador busca proporcionar uma experiência de ensino mais eficaz e envolvente, potencializando a aprendizagem ao máximo. A união da aprendizagem adaptativa com a IA promete revolucionar a educação, criando um cenário no qual os processos de ensino e aprendizagem se tornam dinâmicos, responsivos e altamente eficazes.

Neste contexto, o presente artigo busca explorar e analisar a interseção da aprendizagem adaptativa com a Inteligência Artificial, apresentando um panorama abrangente sobre sua aplicação e impacto no cenário educacional. Investigaremos os princípios e benefícios da aprendizagem adaptativa, destacando como a IA potencializa essa abordagem. Além disso, serão abordadas as implicações da IA na personalização



da educação, considerando os desafios éticos e sociais que surgem nessa convergência entre tecnologia e pedagogia. Por fim, será oferecida uma visão prospectiva sobre o futuro da educação, permeada pela sinergia entre aprendizagem adaptativa e IA. A compreensão desse tópico se mostra crucial para educadores, pesquisadores e todos os envolvidos no processo educacional, pois delinea um cenário que pode transformar a forma como aprendemos e ensinamos.

Dessa maneira, ao longo deste artigo, desbravaremos a jornada da aprendizagem adaptativa com IA na educação, visando não apenas compreender suas bases teóricas e práticas, mas também refletir sobre suas implicações profundas e seu potencial de moldar uma educação mais inclusiva, eficaz e alinhada com as necessidades individuais dos aprendizes.

## **APRENDIZAGEM ADAPTATIVA NA EDUCAÇÃO**

A aprendizagem adaptativa representa uma inovação significativa no campo educacional, impulsionada pela convergência entre a pedagogia e a tecnologia. Este capítulo se concentra em explorar profundamente a aprendizagem adaptativa, abordando suas definições e conceitos-chave. Além disso, examinaremos as vantagens e benefícios que esse modelo educacional oferece, analisando como ele pode transformar a forma como os alunos aprendem. Ao mesmo tempo, apresentaremos os princípios e fundamentos essenciais que norteiam a aprendizagem adaptativa, fornecendo um alicerce conceitual para compreender seu funcionamento.

A aprendizagem adaptativa é uma abordagem pedagógica que se destaca na era contemporânea, proporcionando um novo paradigma de ensino personalizado e dinâmico. Este modelo educacional revolucionário é fundamentado na utilização inteligente da tecnologia, especificamente na aplicação de algoritmos complexos e IA. A aprendizagem



adaptativa vai além da abordagem tradicional de "tamanho único para todos", adaptando-se às características, ritmo de aprendizado e necessidades únicas de cada aluno. Em seu cerne, busca otimizar a eficácia da educação, aumentando a eficiência da aprendizagem e, ao mesmo tempo, promovendo um engajamento mais profundo e significativo dos alunos.

### **Definição e conceitos-chave de aprendizagem adaptativa**

A aprendizagem adaptativa, como o próprio nome sugere, refere-se a um processo educacional que se adapta e molda-se conforme as características individuais de cada aluno. Ela vai além da personalização, incorporando a análise em tempo real do desempenho do estudante, comportamentos de aprendizagem e suas preferências. Através do uso de algoritmos avançados e IA, a aprendizagem adaptativa coleta e analisa dados, identificando padrões e ajustando o conteúdo, a abordagem pedagógica e o ritmo de aprendizagem de maneira personalizada. Isso visa otimizar o processo de aquisição de conhecimento, promovendo um aprendizado mais eficaz e eficiente.

A aprendizagem adaptativa é uma abordagem inovadora que transcende a metodologia tradicional de ensino, onde um mesmo conteúdo é apresentado a todos os alunos, independentemente de suas habilidades, conhecimentos prévios e ritmo de aprendizado. Ela se baseia na aplicação de tecnologias avançadas, particularmente algoritmos de IA, para personalizar a experiência de aprendizagem de cada estudante. Tomando como ponto de partida a ideia de que cada indivíduo possui um estilo e ritmo de aprendizagem distintos, a aprendizagem adaptativa se propõe a fornecer um ensino que se ajusta às necessidades específicas de cada aluno.

Essa abordagem avançada é possível devido à capacidade dos sistemas de aprendizagem adaptativa de coletar e analisar uma vasta quantidade de dados sobre o desempenho e comportamento do aluno durante o processo de aprendizagem. Ao



monitorar as interações, erros e acertos do aluno, bem como seu tempo de resposta e engajamento com o conteúdo, o sistema pode adaptar o material apresentado, a complexidade das atividades e até mesmo a sequência de aprendizado de forma dinâmica e personalizada.

Um dos pilares da aprendizagem adaptativa é a diferenciação, que implica em oferecer trajetórias educacionais únicas para cada estudante. A diferenciação eficaz na aprendizagem adaptativa é alcançada ao considerar fatores como estilo de aprendizagem, conhecimentos prévios, habilidades, interesses e necessidades específicas de cada aluno.

A aprendizagem adaptativa, portanto, representa um avanço significativo no cenário educacional contemporâneo, proporcionando uma abordagem personalizada, flexível e eficaz de ensino-aprendizagem, fundamentada na interseção entre a pedagogia e a inteligência artificial.

### **Vantagens e benefícios da aprendizagem adaptativa**

Os benefícios da aprendizagem adaptativa são multifacetados e impactantes. Ao oferecer uma educação personalizada e adaptada, ela pode atender às necessidades específicas de cada estudante, independentemente do nível de habilidade ou estilo de aprendizagem. Essa abordagem pode resultar em maior motivação e autoestima, uma vez que os alunos têm sucesso em seu próprio ritmo. Além disso, a aprendizagem adaptativa pode identificar áreas de fraqueza e reforçá-las, promovendo um aprendizado mais completo e duradouro. Portanto, ao proporcionar uma experiência educacional mais eficaz e eficiente, a aprendizagem adaptativa tem o potencial de remodelar a educação, criando um cenário mais inclusivo e igualitário.

A aprendizagem adaptativa oferece uma série de vantagens e benefícios que têm o potencial de transformar significativamente o cenário educacional. Uma das vantagens



mais evidentes é a personalização do processo de ensino-aprendizagem. Ao adaptar o conteúdo e a abordagem pedagógica de acordo com as necessidades e características individuais de cada aluno, a aprendizagem adaptativa torna o aprendizado mais relevante, significativo e eficaz. Cada estudante recebe um trajeto educacional sob medida, o que pode levar a um maior envolvimento e interesse na matéria.

Além disso, a aprendizagem adaptativa proporciona a oportunidade de aprendizagem em ritmo próprio. Os alunos podem avançar no material de estudo de acordo com seu próprio ritmo e nível de compreensão, sem se sentir pressionados por um cronograma rígido de ensino. Isso pode resultar em um aumento da autoeficácia e da confiança dos alunos em relação ao aprendizado.

Outro aspecto crucial que envolve esta temática é a identificação precoce de dificuldades de aprendizagem e lacunas de conhecimento. Os sistemas de aprendizagem adaptativa monitoram o desempenho dos alunos em tempo real, identificando áreas em que estão enfrentando desafios. Essa identificação precoce possibilita a intervenção imediata e direcionada, oferecendo suporte adicional para superar as dificuldades de aprendizagem.

Além disso, a aprendizagem adaptativa pode promover a autonomia e a responsabilidade pelo próprio aprendizado. Ao permitir que os alunos tenham algum controle sobre sua trajetória educacional, tomando decisões sobre o que e como aprender, a aprendizagem adaptativa pode fomentar o desenvolvimento de habilidades essenciais, como autodisciplina e gerenciamento do tempo.

Tais vantagens convergem para criar um ambiente educacional mais eficaz e motivador, alinhado com as necessidades individuais dos alunos, representando um avanço promissor no campo da educação.



## Princípios e fundamentos da aprendizagem adaptativa

Os princípios fundamentais da aprendizagem adaptativa estão enraizados na individualização e personalização do processo de ensino-aprendizagem. Bloom, em seu trabalho seminal de 1984, argumenta que a aprendizagem individualizada é aquela que se adapta às características individuais do aprendiz, permitindo-lhe avançar em seu próprio ritmo e de acordo com suas próprias capacidades (BLOOM, 1984). Esta individualização eficaz é possibilitada pela aplicação de algoritmos de IA que monitoram continuamente o desempenho e as interações do aluno, adaptando-se conforme necessário (BRUSILOVSKY; MILLÁN, 2007).

Os princípios e fundamentos da aprendizagem adaptativa repousam sobre a ideia central de que a educação pode ser mais eficaz quando adaptada às características individuais e ao progresso de cada aluno. Esta abordagem inovadora é fundamentada em várias premissas essenciais que moldam sua implementação e eficácia.

A aprendizagem adaptativa se baseia em uma série de princípios e fundamentos que orientam sua implementação e eficácia. Um dos princípios-chave é a personalização, onde o ensino é adaptado para atender às necessidades e características individuais de cada aluno. Dessa forma, a aprendizagem adaptativa proporciona uma experiência de aprendizagem única e personalizada para cada estudante (BRUSILOVSKY; MILLÁN, 2007). Esse princípio se apoia na ideia de que os alunos têm estilos de aprendizagem diferentes e, portanto, uma abordagem única de ensino pode não ser a mais eficaz para todos.

1. Personalização: O princípio fundamental da personalização da aprendizagem adaptativa implica que cada aluno é único em termos de habilidades, conhecimento prévio e estilo de aprendizado. Portanto, o sistema adaptativo deve ser capaz de ajustar o conteúdo, a metodologia e a dificuldade das atividades com base nas necessidades específicas de cada aluno.





2. Coleta de dados contínua: A aprendizagem adaptativa depende da coleta contínua de dados sobre o desempenho do aluno. Isso inclui informações sobre respostas a exercícios, tempo gasto em tarefas e até mesmo dados fisiológicos, como frequência cardíaca e padrões de atenção. Esses dados são usados para avaliar o progresso do aluno e ajustar a abordagem educacional.

3. Feedback imediato: Um dos pilares da aprendizagem adaptativa é a capacidade de fornecer feedback imediato e personalizado. Isso permite que o aluno saiba como está se saindo e onde precisa melhorar, promovendo uma autorregulação eficaz da aprendizagem.

4. Algoritmos inteligentes: A IA desempenha um papel crucial na aprendizagem adaptativa, permitindo o uso de algoritmos inteligentes que analisam dados e tomam decisões em tempo real. Esses algoritmos são responsáveis por determinar quais recursos, atividades e conteúdo são mais apropriados para cada aluno em um determinado momento (BRUSILOVSKY; MILLÁN, 2007).

5. Ciclo de feedback iterativo: A aprendizagem adaptativa é um processo iterativo que continua ao longo do tempo. À medida que o aluno progride, o sistema adapta constantemente sua abordagem com base nos dados mais recentes. Esse ciclo de feedback contínuo é essencial para a melhoria contínua da aprendizagem.

Outro princípio fundamental é a adaptação contínua e dinâmica, em que o sistema de aprendizagem se ajusta constantemente de acordo com o progresso e desempenho do aluno (VANLEHN, 2011). Através da análise contínua de dados, o sistema pode modificar o conteúdo, a dificuldade e o estilo de apresentação para otimizar o aprendizado. Esse processo de adaptação contínua garante que o aluno receba um desafio adequado e relevante em cada etapa do processo de aprendizagem.



Além disso, a aprendizagem adaptativa é fundamentada na retroalimentação constante e imediata. Os sistemas adaptativos fornecem feedback instantâneo aos alunos sobre seu desempenho e erros, permitindo que eles corrijam suas abordagens e compreendam melhor o material. A retroalimentação eficaz é crucial para a melhoria contínua do processo de aprendizagem.

Vale destacar que a aprendizagem adaptativa reconhece que cada aluno é único e, portanto, personaliza o caminho de aprendizagem de acordo com suas características, conhecimentos prévios e ritmo de aprendizagem. Isso promove uma abordagem de ensino centrada no aluno, em contraposição a uma abordagem centrada no conteúdo.

Esses princípios e fundamentos da aprendizagem adaptativa fornecem a base para sua aplicação eficaz na educação, garantindo que ela seja centrada no aluno, dinâmica, personalizada e eficaz na promoção do aprendizado. Ao personalizar a experiência de aprendizado, adaptar-se às necessidades individuais dos alunos e aproveitar a tecnologia e a IA, a aprendizagem adaptativa promove um ambiente educacional mais eficaz e envolvente.

## **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO**

Neste capítulo, será explorada a integração da IA na educação, um casamento entre tecnologia e pedagogia que está redefinindo a forma como aprendemos e ensinamos. Investigaremos as definições, conceitos-chave e aplicações da IA nesse contexto educacional, bem como os benefícios e desafios dessa integração.

Inicialmente, vale definir o termo inteligência que, por vezes, é confundido com outros conceitos. Assim, inteligência, segundo Machado (2002) é a capacidade de uma pessoa, organização, governo ou empresa de:



[...] administrar conhecimentos disponíveis, construir novos conhecimentos, administrar dados ou informações disponíveis, organizar-se para produzir novos dados e informações, sempre em razão de uma ação intencional tendo em vista atingir objetivos previamente traçados, ou seja, visando à realização de um projeto. [...] a inteligência encontra-se diretamente associada à capacidade de ter projetos; a partir deles, dados, informações, conhecimentos são mobilizados e produzidos (MACHADO, 2002, p.68).

A IA é uma revolução tecnológica que tem permeado inúmeros aspectos da sociedade contemporânea, e a educação não é exceção. Este capítulo mergulha no fascinante mundo da Inteligência Artificial aplicada à educação, explorando como essa sinergia está transformando radicalmente o cenário educacional. A IA na educação não se limita a automatizar tarefas; ela impulsiona a personalização, a eficiência e a eficácia do ensino-aprendizagem. Assim, este capítulo nos convida a uma jornada pelo universo da IA na educação, revelando como essa tecnologia está catalisando uma revolução no modo como aprendemos e ensinamos.

### **Definição e conceitos-chave de Inteligência Artificial**

A Inteligência Artificial engloba um amplo conjunto de técnicas e algoritmos que permitem que os sistemas aprendam, raciocinem e tomem decisões, muitas vezes de forma autônoma. Ela se baseia em aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural, visão computacional e outros campos para criar soluções que simulam a inteligência humana. Na educação, a IA é empregada para criar sistemas adaptativos, entender o comportamento do aluno e otimizar o processo de aprendizagem.

A IA é uma disciplina da ciência da computação que se concentra no desenvolvimento de sistemas e algoritmos capazes de realizar tarefas que exigem inteligência humana. McCarthy *et al.* (1955) definiram a IA como o estudo e a criação de agentes artificiais que agem de maneira inteligente. Essa definição fundamental estabeleceu o cenário para a evolução da IA, que se tornou um campo interdisciplinar,



integrando conhecimentos da ciência da computação, matemática, ciência cognitiva, neurociência e engenharia.

Segundo Silveira e Vieira Júnior (2019, p. 4), a Inteligência Artificial é uma:

[...] inteligência similar à humana exibida por mecanismos ou software. Os principais pesquisadores definem o campo como "o estudo e projeto de agentes inteligentes", onde um agente inteligente é um sistema que percebe seu ambiente e toma atitudes que maximizam suas chances de sucesso.

No cerne da IA estão os conceitos de aprendizado de máquina (machine learning) e processamento de linguagem natural (natural language processing). O aprendizado de máquina refere-se à capacidade dos sistemas de aprender e melhorar seu desempenho a partir de dados, sem serem explicitamente programados para tarefas específicas (MITCHELL, 1997). O processamento de linguagem natural concentra-se na interação entre computadores e linguagem humana, permitindo a comunicação entre máquinas e seres humanos de forma natural (JURAFSKY; MARTIN, 2009).

Além disso, a IA envolve a aplicação de técnicas como redes neurais, que são modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano, e algoritmos de otimização, que permitem que os sistemas tomem decisões eficientes baseadas em critérios específicos.

Esses conceitos-chave da IA são fundamentais para entendermos como ela está sendo integrada na educação, proporcionando soluções inovadoras e personalizadas para o processo de aprendizagem.

### **Aplicações da Inteligência Artificial na Educação**

As aplicações da IA na educação são vastas e impactantes. Desde a personalização do ensino até a automação de tarefas administrativas, a IA está redefinindo o papel dos educadores e a experiência dos alunos. Sistemas de tutoria



inteligente, análise preditiva para identificar estudantes em risco e assistentes virtuais são exemplos notáveis de como a IA está sendo integrada de maneira inovadora na educação.

A IA está revolucionando o setor educacional, oferecendo uma ampla gama de aplicações que otimizam a aprendizagem e o ensino. Um campo fundamental é a criação de Sistemas de Tutoria Inteligente (STIs). Esses sistemas interativos auxiliam os alunos no processo de aprendizagem, fornecendo feedback, esclarecendo dúvidas e personalizando o ensino. Estes STIs são projetados para fornecer a cada aluno um tutor individual que pode ajudá-los a aprender a qualquer hora e em qualquer lugar (WOOLF, 2008).

A análise preditiva, baseada em algoritmos de IA, é outra aplicação crucial na educação. Essa análise utiliza dados educacionais para prever o desempenho dos alunos e identificar padrões de aprendizagem. A análise preditiva "permite a intervenção precoce para melhorar o processo educacional, antecipando as dificuldades que os alunos possam enfrentar" (ROMERO; VENTURA, 2013).

Além disso, a IA está sendo amplamente empregada na personalização do ensino, adaptando o conteúdo e a metodologia de acordo com as necessidades de cada aluno. Neste sentido, a personalização da educação com IA ajuda os alunos a atingir seus objetivos de aprendizagem de forma mais eficaz.

Levando-se em consideração que lidar com IA é trabalhar com um amontoado de informações passíveis de tratamento, Soprana (2019, p.58) destaca que:

[...] com essas informações, as plataformas não só podem se adaptar às necessidades dos estudantes, mas também ajudar o professor a entender o comportamento dos alunos, oferecendo a ele potenciais recomendações de como amenizar ou reduzir as dificuldades encontradas pelos educandos, o que pode evitar a evasão (SOPRANA, 2019, p.58).



Essas são apenas algumas das muitas possibilidades de aplicações da IA na educação, e é evidente que essa integração está transformando radicalmente a forma como aprendemos e ensinamos.

### **Técnicas e algoritmos de IA utilizados na aprendizagem adaptativa**

A aprendizagem adaptativa é uma das áreas mais promissoras em que a IA está sendo aplicada. Algoritmos de aprendizado de máquina, como clustering e redes neurais, são utilizados para analisar dados dos alunos, identificar padrões de aprendizagem e adaptar o conteúdo educacional de acordo com as necessidades individuais. Essas técnicas permitem a criação de ambientes de aprendizagem altamente personalizados.

A aprendizagem adaptativa é uma área-chave onde a IA desempenha um papel crucial. Diversas técnicas e algoritmos de IA são empregados para personalizar a experiência de aprendizagem, adaptando o conteúdo de acordo com as necessidades e o progresso individual de cada aluno.

Uma das técnicas centrais é o Aprendizado de Máquina (AM), que permite aos sistemas "aprenderem" com os dados e melhorarem seu desempenho ao longo do tempo sem serem explicitamente programados para cada mudança. Algoritmos de AM, como árvores de decisão, redes neurais e algoritmos genéticos, são aplicados para analisar padrões nos dados dos alunos e ajustar o material de ensino (RUMELHART; MCCLELLAND, 1986).

Outra técnica amplamente utilizada é o Aprendizado Baseado em Instâncias (IBL). Nesse método, o sistema de IA identifica situações semelhantes do passado (instâncias) e usa essas informações para orientar a adaptação do conteúdo e da abordagem de ensino para o aluno atual.



Além disso, os algoritmos de Clusterização são empregados para agrupar os alunos com base em características semelhantes, permitindo a criação de perfis de aprendizagem. Esses perfis auxiliam na personalização do ensino para grupos de alunos com necessidades educacionais similares.

Essas técnicas de IA são a espinha dorsal da aprendizagem adaptativa, permitindo que os sistemas educacionais se adaptem dinamicamente para atender às necessidades individuais dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e envolvente.

### **Exemplos práticos de implementação de IA na Educação**

Examinaremos exemplos concretos de como a IA está sendo implementada na educação. Desde o uso de chatbots para responder perguntas dos alunos até sistemas avançados de análise de desempenho, serão apresentados casos que demonstram a eficácia e a versatilidade da IA na melhoria da educação.

A Inteligência Artificial (IA) está cada vez mais presente no cenário educacional, proporcionando soluções inovadoras e personalizadas. Seja através de interações diretas ou indiretas, a inteligência artificial se apresenta como uma verdadeira via de acesso para situações que envolvam versatilidade no trato com informações de forma personalizada e específica. Tais sistemas ainda se encontram em constante desenvolvimento, porém é notório seu processo evolutivo nos últimos tempos.

Um exemplo tangível é a plataforma de aprendizado adaptativo DreamBox Learning, que utiliza IA para personalizar o ensino de matemática com base no desempenho do aluno, adaptando o conteúdo e a sequência das atividades de acordo com as respostas dos alunos, proporcionando uma experiência de aprendizagem altamente individualizada. Se olharmos à nossa volta, daremos conta que tais conceitos já



são empregados em uma enorme gama de soluções disponíveis hoje no campo educacional.

Outro exemplo é o assistente virtual "*Scribe*" desenvolvido pela *Carnegie Learning*, que oferece suporte ao aluno durante as atividades de escrita. O *Scribe* utiliza processamento de linguagem natural para fornecer feedback em tempo real sobre a gramática e a estrutura das redações dos alunos. Essa aplicação da IA ajuda os alunos a aprimorarem suas habilidades de escrita de maneira interativa.

Além disso, no que se refere a recomendações de conteúdo, MOOCs e redes sociais, que lidam com milhões de requisições a cada minuto, podem fazer um excelente uso de recursos de IA, quando este tem como objetivo personalizar o caminho de aprendizagem de cada aluno ou a apresentação de certos recursos para cada usuário de uma rede. Vale ressaltar que estas mesmas redes sociais, utilizadas diariamente, já apresentam notórios indícios de uso de IA em seus algoritmos a fim de entregar para o usuário uma experiência única e pessoal.

Esses exemplos ilustram como a IA está sendo aplicada na prática para melhorar a eficácia do ensino e a experiência de aprendizagem dos alunos.

## **INTEGRAÇÃO DA APRENDIZAGEM ADAPTATIVA COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS**

Neste capítulo, serão exploradas as perspectivas promissoras e os desafios inerentes à integração da aprendizagem adaptativa com a inteligência artificial na educação. Analisaremos como essa fusão tecnológica está moldando o futuro da educação, ao mesmo tempo em que serão identificados os obstáculos a serem superados para otimizar seu potencial. Neste sentido, este capítulo oferece uma visão inicial das





perspectivas e desafios na integração da AA com a IA na educação, delineando um horizonte promissor para a evolução do cenário educacional.

A integração da AA com a IA representa um marco paradigmático na evolução da educação. Este capítulo explora a convergência entre a AA e a IA, delineando suas perspectivas revolucionárias e os desafios inerentes. A combinação dessas tecnologias promete uma transformação significativa na forma como aprendemos e ensinamos, individualizando o ensino e aprimorando a eficiência do processo educacional.

### **Potenciais da Integração da Aprendizagem Adaptativa e IA**

A junção da AA e da IA oferece um vasto espectro de possibilidades na educação. A IA pode analisar dados dos alunos em tempo real, identificando padrões de aprendizagem e sugerindo ajustes precisos no conteúdo, no formato ou na abordagem pedagógica. Isso resulta em uma personalização eficaz do ensino, adaptando-o às necessidades e ao ritmo de cada aluno. A IA tem o potencial de proporcionar um ensino verdadeiramente individualizado, promovendo um engajamento mais profundo e uma retenção de conhecimento aprimorada.

A fusão da Aprendizagem Adaptativa (AA) com a Inteligência Artificial (IA) detém um potencial transformador na educação, prometendo revolucionar o modo como os alunos aprendem e os professores ensinam. A IA tem a capacidade de analisar grandes conjuntos de dados educacionais e extrair padrões complexos de desempenho e interações dos alunos. Por meio de algoritmos avançados, a IA pode personalizar a experiência de aprendizagem, adaptando o conteúdo, o ritmo e a abordagem de ensino de acordo com as necessidades e características únicas de cada aluno. Essa personalização eficaz pode levar a uma maior eficiência no aprendizado e uma melhoria significativa no desempenho acadêmico.



Além disso, a IA pode oferecer suporte na identificação de lacunas no conhecimento dos alunos e sugerir intervenções pedagógicas personalizadas para ajudá-los a superar essas lacunas. Ao analisar continuamente o progresso do aluno, a IA pode ajustar dinamicamente o nível de dificuldade do material de aprendizagem, mantendo o aluno desafiado, mas não frustrado. Isso cria uma experiência educacional mais envolvente e adequada ao ritmo de aprendizagem de cada indivíduo.

Adicionalmente, a IA pode auxiliar os educadores na avaliação do desempenho dos alunos de maneira mais abrangente e precisa. Por meio de análises avançadas, a IA pode identificar padrões de aprendizagem, competências adquiridas e áreas de dificuldade em grande escala, permitindo a implementação de estratégias de ensino mais eficazes e adaptadas (BAKER; YACEF, 2009). Essa capacidade de análise ampla e detalhada facilita a tomada de decisões instrucionais embasadas em dados concretos.

Esses potenciais representam apenas uma fração do que a integração da AA com a IA pode oferecer. À medida que a tecnologia continua a evoluir, é razoável antecipar um cenário educacional em que a personalização e a eficiência se tornem a norma, moldando um ambiente de aprendizagem mais eficaz e atraente.

## **Desafios e Obstáculos**

Apesar das promessas, a integração da AA com a IA enfrenta desafios multifacetados. A coleta e análise ética de dados são uma preocupação central, exigindo estratégias para garantir a privacidade e segurança dos alunos. Além disso, a acessibilidade universal e a mitigação da exclusão digital são essenciais para garantir que todos os alunos possam se beneficiar dessa integração, evitando a ampliação de desigualdades educacionais.

Apesar do imenso potencial, a integração da Aprendizagem Adaptativa (AA) com a Inteligência Artificial (IA) enfrenta diversos desafios complexos e multifacetados que



necessitam de atenção cuidadosa para garantir sua implementação ética, eficaz e inclusiva.

No que se refere ao progresso científico, o relatório da UNESCO (2010) “Educação: Um Tesouro a Descobrir”, trazem diversos insights sobre o futuro da educação e destaca que:

A tensão entre tradição e modernidade está relacionada com a mesma problemática: adaptar-se sem se negar a si mesmo, construir sua autonomia em dialética com a liberdade e a evolução do outro, além de manter sob controle o progresso científico. Com este espírito é que se deve enfrentar o desafio instigante das novas tecnologias da informação (UNESCO, 2010. p. 8).

Um dos principais desafios é a Privacidade e Ética na Coleta de Dados. A utilização extensiva de dados dos alunos para personalização levanta questões éticas cruciais relacionadas à privacidade, consentimento e uso responsável dos dados. Garantir que a coleta e análise dos dados sejam realizadas de maneira ética e transparente é fundamental para ganhar a confiança dos alunos, educadores e comunidades educacionais.

Além disso, a Equidade e Acesso Universal representam um desafio significativo. A implementação de sistemas de AA impulsionados por IA pode criar disparidades educacionais se não forem acessíveis a todos os alunos, independentemente de sua localização geográfica, infraestrutura tecnológica ou recursos financeiros. Garantir que a IA na educação seja inclusiva e acessível é fundamental para evitar a ampliação de desigualdades educacionais.

Outro desafio crítico é a Interpretabilidade e Transparência dos Algoritmos. Muitos algoritmos de IA são caixas-pretas, o que significa que é difícil entender como eles tomam decisões e recomendam ações. Isso pode gerar desconfiança e resistência à IA, especialmente no contexto educacional (DIETTERICH, 2017). É vital desenvolver

algoritmos mais interpretáveis e transparentes para que educadores e alunos possam confiar nas recomendações e intervenções da IA.

Quanto ao temor que a IA pode causar em certas pessoas, exatamente fundamentadas no desconhecido e no inexplorado, bem como elevando preocupações sobre uma possível “substituição” do homem pela máquina, Morin (2020), em sua obra “Conhecimento, ignorância e mistério”, apresenta um ponto de vista bastante peculiar sobre o tema, quando diz que:

O sonho de uma sociedade humana totalmente automatizada sob a lei do algoritmo não levaria ao super-humano, mas ao desumano. [...] O humano não é algoritmizável. Tampouco a história é algoritmizável, ou previsível [...] A perspectiva da pós-humanidade necessita imperativamente de nós, seres humanos, e desde já de um pensamento da condição e da aventura humana, de uma consciência das chances e dos riscos trazidos pela complexidade antropológica do Homo sapiens/demens, faber, mythologicus, religiosus, economicus, ludens, de uma consciência do que há de mais precioso no homem (MORIN, 2020 p. 105).

Esses desafios exigem uma abordagem colaborativa e multidisciplinar, envolvendo educadores, pesquisadores, desenvolvedores de tecnologia e formuladores de políticas para encontrar soluções sustentáveis e equitativas para a integração bem-sucedida da AA com a IA na educação.

### **O Papel do Educador na Integração da IA e Aprendizagem Adaptativa**

O educador surge como um elemento-chave nesse cenário. A capacitação dos educadores para compreender e utilizar efetivamente a IA e a AA é imperativa. A colaboração entre educadores, pesquisadores e desenvolvedores de tecnologia é fundamental para criar um ecossistema educacional que otimize os benefícios da integração e atenda às necessidades educacionais de forma holística.

O educador assume um papel fundamental na integração bem-sucedida da IA e da AA na educação. Em um contexto onde a IA é cada vez mais empregada para



personalizar o ensino, é essencial que os educadores sejam capacitados para entender e utilizar eficazmente essa tecnologia.

A formação contínua dos educadores é um dos pilares-chave para essa integração. Os educadores precisam de desenvolvimento profissional significativo e contínuo para usar a tecnologia educacional de forma eficaz. Isso implica não apenas em entender os aspectos técnicos da IA e AA, mas também em compreender como essas ferramentas podem ser integradas de forma pedagogicamente eficaz em seus métodos de ensino.

Além disso, o educador desempenha um papel crítico na interpretação dos insights gerados pela IA. A IA pode fornecer análises complexas sobre o desempenho dos alunos, suas áreas de dificuldade e padrões de aprendizagem. No entanto, a interpretação e aplicação dessas análises exigem o julgamento humano e a compreensão contextual do educador (ISTE, 2017). A IA é uma ferramenta poderosa, mas é o educador que tem a expertise pedagógica para transformar esses insights em estratégias de ensino significativas.

No contexto da aprendizagem com IA, também é importante considerar o desenvolvimento de competências sociais e emocionais. A tecnologia pode beneficiar o conhecimento e as competências técnicas, mas as competências humanas como a empatia, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a colaboração são essenciais para enfrentar os desafios do futuro. A prática docente diária dos professores exige repensar a forma como a tecnologia é utilizada para fornecer aos alunos ferramentas que proporcionem experiências de aprendizagem mais completas e atualizadas (COSTA JÚNIOR *et al*, 2022). Assim, a inteligência artificial deve servir de complemento às práticas educativas, visando promover o pleno desenvolvimento dos alunos.

A colaboração entre educadores e desenvolvedores de tecnologia também é crucial. Os educadores são os especialistas em suas disciplinas e na dinâmica da sala de



aula, e sua contribuição é vital para orientar o desenvolvimento de soluções de IA e AA que atendam às necessidades reais dos alunos e educadores.

Dessa forma, capacitar os educadores e envolvê-los ativamente na implementação e evolução das soluções baseadas em IA é essencial para garantir uma integração bem-sucedida e benéfica da IA e AA na educação.

## **O Futuro da Integração**

O futuro da integração da AA com a IA é promissor, com perspectivas de contínuo aprimoramento e disseminação. À medida que a IA avança, a compreensão sobre como os alunos aprendem se aprofunda, resultando em soluções cada vez mais eficazes. A pesquisa e a inovação contínuas são cruciais para desvendar todo o potencial dessa integração e garantir uma educação mais eficaz, inclusiva e personalizada. Tal campo é repleto de possibilidades inovadoras que estão em constante evolução. À medida que as tecnologias avançam e a compreensão da aprendizagem humana melhora, é esperado que essa fusão proporcione experiências de aprendizagem ainda mais eficazes e personalizadas.

Uma das direções futuras é o desenvolvimento de IA mais avançada e especializada para a Educação. Conforme apontado por Siemens e Baker (2012), a IA continuará a evoluir, tornando-se mais sofisticada, precisa e específica para contextos educacionais. Isso implica que teremos IA mais adaptada e focada nas necessidades educacionais específicas, proporcionando soluções mais refinadas e precisas.

Além disso, espera-se um aprimoramento considerável na Personalização e Adaptação Dinâmica. A IA tem o potencial de oferecer uma personalização ainda mais refinada, ajustando o conteúdo, a abordagem pedagógica e o ritmo de ensino em tempo real com base nas interações e no desempenho do aluno. Isso criará um ambiente de

aprendizagem altamente adaptativo, atendendo às necessidades e preferências individuais de cada aluno.

A integração da AA com a IA também pode levar à criação de Ambientes de Aprendizagem Imersivos e Interativos. A IA pode impulsionar a criação de ambientes virtuais de aprendizagem que simulam experiências da vida real, facilitando uma aprendizagem mais envolvente e prática (JOHNSON *et al.*, 2016). Esses ambientes podem incluir realidade virtual, realidade aumentada e simulações avançadas que tornam o aprendizado mais vívido e estimulante.

Essas tendências indicam um futuro em que a IA e a AA trabalham de mãos dadas para transformar a educação, personalizando o ensino, tornando-o mais imersivo e eficaz, preparando os alunos para um mundo cada vez mais digital e dinâmico.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo explorou a integração promissora da Aprendizagem Adaptativa (AA) com a Inteligência Artificial (IA) na educação, delineando suas potencialidades, desafios e o papel crucial do educador nesse contexto. Inicialmente, discutimos como a IA pode personalizar a experiência de aprendizagem, adaptando conteúdo e abordagens pedagógicas de acordo com as necessidades únicas de cada aluno. Entretanto, essa integração enfrenta desafios éticos relacionados à privacidade dos dados dos alunos e à necessidade de garantir a equidade e a acessibilidade universal na educação. Destacamos também a importância da interpretabilidade dos algoritmos e da colaboração entre educadores e desenvolvedores para uma integração eficaz.

A integração da AA com a IA representa um avanço significativo no cenário educacional, promovendo uma educação mais personalizada e eficiente. Apesar dos desafios, como a ética na coleta de dados e a equidade no acesso, a perspectiva é



otimista. O papel do educador é central, exigindo formação contínua e colaboração ativa com a IA. O futuro aponta para IA mais especializada, personalização aprimorada e ambientes imersivos de aprendizagem. Em suma, essa integração está moldando um futuro educacional vibrante, capaz de atender às necessidades individuais de cada aluno, impulsionando a eficácia e o engajamento na aprendizagem e preparando a próxima geração para um mundo em constante transformação.

A integração da AA com a IA na educação representa um marco revolucionário que está moldando o futuro da aprendizagem. Este artigo explorou profundamente essa convergência tecnológica, destacando os potenciais transformadores, os desafios prementes e o papel vital do educador nesse cenário em constante evolução.

A personalização da educação, facilitada pela IA, é uma das principais promessas dessa integração. A capacidade da IA de analisar dados dos alunos e ajustar o ensino com base em seu desempenho e preferências individuais abre as portas para uma aprendizagem verdadeiramente adaptada. Isso não apenas aprimora a eficácia do ensino, mas também envolve os alunos de maneira mais profunda, tornando o processo educacional mais significativo.

Entretanto, não podemos ignorar os desafios éticos e práticos que surgem nesse caminho. A privacidade dos dados dos alunos e a garantia da equidade na educação são questões críticas que exigem nossa atenção constante. A interpretabilidade dos algoritmos de IA e a formação dos educadores para utilizá-los de maneira eficaz também são elementos-chave para o sucesso dessa integração.

Olhando para o futuro, vislumbramos uma IA cada vez mais especializada, personalização ainda mais refinada e ambientes de aprendizagem interativos e imersivos. Este é um futuro onde a educação se torna verdadeiramente centrada no aluno, preparando os alunos para enfrentar os desafios de um mundo em constante evolução.





A convergência entre Aprendizagem Adaptativa (AA) e Inteligência Artificial (IA) está, sem dúvida, na vanguarda da evolução educacional, prometendo revolucionar a forma como aprendemos e ensinamos. Ao longo deste artigo, destacamos que a IA, com sua capacidade de análise avançada e adaptação dinâmica, tem o potencial de personalizar o ensino, fornecendo uma educação altamente adaptada às características e ritmos de aprendizagem de cada aluno.

No entanto, a implementação bem-sucedida dessa integração enfrenta desafios éticos e práticos. A ética na coleta e uso de dados dos alunos é uma preocupação fundamental. Garantir a privacidade e a segurança dos dados, ao mesmo tempo em que se utiliza a IA de forma eficaz, é um equilíbrio delicado a ser alcançado. Além disso, a equidade na educação é imperativa; é essencial que a IA na educação seja acessível a todos os alunos, independentemente de suas circunstâncias.

O papel crucial do educador nesta transformação não pode ser subestimado. A formação contínua é essencial para capacitar os educadores a entender e aproveitar ao máximo a IA e a AA. Os educadores são a ponte entre a tecnologia e os alunos, interpretando insights complexos gerados pela IA e transformando-os em estratégias de ensino eficazes. O papel do educador é insubstituível nesse contexto. Educadores capacitados são essenciais para traduzir os insights gerados pela IA em estratégias pedagogicamente eficazes. Sua colaboração com desenvolvedores de tecnologia é fundamental para alinhar as soluções de IA com as necessidades reais da sala de aula.

À medida que vislumbramos o futuro, antecipamos IA mais especializada e personalização ainda mais refinada. A IA está se tornando mais adaptada às nuances educacionais, prevendo um futuro onde os ambientes de aprendizagem serão imersivos e interativos. Estamos no limiar de uma educação dinâmica e personalizada, moldada pela fusão da IA e da AA, preparando os alunos para um mundo em constante mudança.



Em última análise, essa integração está pavimentando o caminho para uma educação mais eficaz, inclusiva e atraente. Estamos testemunhando uma revolução educacional que, quando guiada por princípios éticos e colaboração eficaz, promete elevar a qualidade do ensino e, conseqüentemente, o futuro da sociedade como um todo.

A integração da AA com a IA está moldando um futuro educacional vibrante, onde a aprendizagem se torna mais personalizada, eficiente e envolvente. Apesar dos desafios, essa jornada promete capacitar alunos e educadores, tornando a educação mais acessível e eficaz do que nunca, e preparando a próxima geração para conquistar um mundo em constante transformação.

## REFERÊNCIAS

BLOOM, B. S. The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. **Educational researcher**, v. 13, n. 6, p. 4-16, 1984.

BAKER, R. S.; YACEF, K. The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions. **Journal of Educational Data Mining**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 3–17, 2009. DOI: 10.5281/zenodo.3554657. Disponível em: <https://jedm.educationaldatamining.org/index.php/JEDM/article/view/8>. Acesso em: 19 set. 2023.

BRUSILOVSKY, P.; MILLÁN, E. User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems. In: Brusilovsky, P., Kobsa, A., Neidl, W. (eds.) **The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization**. LNCS, vol. 4321, p. 3-53. Springer, Heidelberg. 2007.

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 set. 2023.

DIETTERICH, T. G. Steps toward robust artificial intelligence. **AI Magazine**, vol. 38, n. 3, p. 3-24. 2017.

ISTE - International Society for Technology in Education. **ISTE Standards for Educators**. Eugene, OR: ISTE, 2017. Disponível em <https://www.iste.org/standards/for-educators>. Acesso em: 02 set. 2023.



- JOHNSON, L.; ADAMS BECKER, S.; ESTRADA, V.; FREEMAN, A. **NMC/CoSN Horizon Report**: 2016 K-12 Edition. The New Media Consortium. 2016.
- JURAFSKY, D.; MARTIN, J. H. **Speech and Language Processing**: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition. Pearson. 2009.
- MACHADO, N. J. **Epistemologia e didática**: As concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- MCCARTHY, J.; MINSKY, M. L.; ROCHESTER, N.; SHANNON, C. E. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. **AI Magazine**, [S. l.], v. 27, n. 4, p. 12, 2006. DOI: 10.1609/aimag.v27i4.1904. Disponível em: <https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/1904>. Acesso em: 10 set. 2023.
- MITCHELL, T. M. **Machine Learning**. McGraw Hill. 1997.
- MORIN, E. **Conhecimento, ignorância, mistério**. Tradução de Clovis Marques. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.
- ROMERO, C.; VENTURA, S.. Data mining in education. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 3, n. 1, p. 12-27, 2013.
- RUMELHART, D. E.; MCCLELLAND, J. L. **Parallel Distributed Processing**: Explorations in the Microstructure of Cognition. MIT Press. 1986.
- SIEMENS, G.; BAKER, R. S. Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration. In: **Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge**. ACM. Pages 252-254, 2012.
- SILVEIRA; A. C. J; VIEIRA JUNIOR, N. A Inteligência Artificial na educação: utilizações e possibilidades. **Revista interterritórios**. Caruaru, v. 5, n. 8, 2019.
- SOPRANA, P. Inteligência artificial deixará ensino mais personalizado no Brasil, diz pesquisa. **Folha de São Paulo Online**, 20 fev. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/tec/2019/02/inteligencia-artificial-deixara-ensino-mais-perso-nalizado-no-brasil-diz-pesquisa.shtml>. Acesso em: 02 set. 2023.
- UNESCO. Educação: Um tesouro a descobrir, relatório para a UNESCO da Comissão Internacional para a educação do século XXI. **UNESCO**. Tradução Guilherme João de Freitas Teixeira. Brasília, 2010. 41 p. Tradução de: Learning: the treasure within; report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century (highlights). Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_por). Acesso em: 25 ago. 2023.
- VANLEHN, K. The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. **Educational psychologist**, vol. 46, n. 4, p. 197-221, 2011.
- WOOLF, B. P. **Building Intelligent Interactive Tutors**: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning. Morgan Kaufmann. 2008.