



Inteligência artificial e aprendizado personalizado: um não tão novo paradigma educacional

Vladimir Yuri Farias de Lima Cavalcanti

(vladyuri@gmail.com)

UFPB/CI - Ciência de Dados e Inteligência Artificial

Resumo

A inteligência artificial tem se destacado na personalização do ensino, adaptando conteúdos às necessidades dos alunos. A integração entre sistemas tutoriais inteligentes e *aprendizagem baseada em problemas* promove um ensino mais dinâmico e centrado no estudante. Os sistemas tutoriais inteligentes utilizam algoritmos avançados para fornecer *feedback* em tempo real, otimizando a aprendizagem. Já a *aprendizagem baseada em problemas* incentiva autonomia, pensamento crítico e colaboração, sendo um modelo pedagógico ideal para o uso da inteligência artificial no ensino. Este estudo, de abordagem qualitativa e exploratória, investiga o impacto da inteligência artificial na personalização do ensino e seus desafios. Os resultados indicam que a tecnologia melhora a eficiência do ensino, mas apresenta desafios como privacidade de dados e viés algorítmico. Conclui-se que sua adoção deve ser ética e equilibrada, garantindo que a interação humana permaneça essencial no processo educativo.

Palavras-chave: inteligência artificial, personalização do ensino, aprendizagem baseada em problemas.

Introdução

A revolução digital tem impactado profundamente o cenário educacional, promovendo mudanças significativas nos processos de ensino e aprendizagem. Entre essas transformações, a inteligência artificial (IA) tem se consolidado como uma ferramenta promissora para personalizar o ensino, otimizar a aprendizagem e fornecer suporte adaptativo aos alunos. No entanto, apesar do crescente interesse pelo uso da IA na educação, sua aplicação ainda enfrenta desafios que envolvem questões pedagógicas, éticas e estruturais.

A integração entre sistemas tutoriais inteligentes e abordagens pedagógicas inovadoras, como a aprendizagem baseada em problemas, representa um avanço na busca por métodos que tornem a educação mais eficiente e centrada no estudante. Com a evolução da IA, esses sistemas passaram a incorporar algoritmos cada vez mais sofisticados, permitindo o ajuste dinâmico das estratégias de ensino e a adaptação às necessidades individuais dos alunos.

Por outro lado, a aprendizagem baseada em problemas destaca-se como uma metodologia ativa que incentiva autonomia, pensamento crítico e resolução de problemas, características essenciais para a formação de estudantes na era digital.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar o impacto da inteligência artificial na personalização do ensino, explorando suas relações e buscando identificar as vantagens, os desafios e as perspectivas futuras do uso da IA na educação, oferecendo uma reflexão crítica sobre seu potencial e suas limitações.

Referencial teórico

Os Sistemas Tutoriais Inteligentes (ITS) representam um marco na evolução das tecnologias educacionais, sendo predecessores diretos da atual aplicação da Inteligência Artificial (IA) no aprendizado personalizado. Desde sua concepção, os ITS buscaram simular a atuação de um tutor humano, utilizando modelos computacionais para acompanhar o desempenho dos alunos e fornecer *feedback* adaptativo. Com o avanço da IA, essas tecnologias evoluíram para sistemas ainda mais sofisticados, como os *Example-Tracing Tutors*, que analisam o comportamento dos estudantes e ajustam a instrução com base em exemplos generalizados de resolução de problemas. Diferente das abordagens tradicionais, esses sistemas oferecem orientação em tempo real, reconhecendo múltiplas estratégias de aprendizagem e promovendo uma experiência educacional mais dinâmica e eficiente. Ferramentas como o *Cognitive Tutor Authoring Tools* (CTAT) reforçam essa transição, permitindo a criação de tutores digitais sem necessidade de programação, ampliando a acessibilidade dessas tecnologias. Dessa forma, a IA se apresenta como uma evolução natural dos ITS, potencializando a personalização do ensino e tornando a educação mais responsiva às necessidades individuais dos alunos (ALEVEN *et al*, 2009).

O livro *Artificial Intelligence in Education: Promise and Implications for Teaching and Learning* (Holmes, Bialik e Fadel, 2019) explora o impacto da Inteligência Artificial (IA) na educação, destacando suas promessas, desafios e implicações éticas para o ensino e a aprendizagem. Os autores discutem como a IA pode personalizar e aprimorar o ensino, ao mesmo tempo que levantam preocupações sobre privacidade, equidade e o papel do professor no futuro da educação.

A obra discute duas questões: o que os alunos devem aprender na era da IA e como a IA pode ser utilizada para transformar a educação. No primeiro ponto, os autores argumentam que a tecnologia exige uma revisão dos currículos escolares, priorizando o desenvolvimento de competências cognitivas, emocionais e sociais. Em um mundo onde o acesso à informação está cada vez mais fácil, o ensino precisa focar na análise crítica, na criatividade e na capacidade de adaptação. A segunda

parte deste livro aborda a questão: *Como a IA pode aprimorar e transformar a educação?* Primeiro, é importante fazer a distinção entre tecnologia educacional (*EdTech*) em geral e inteligência artificial na educação (AIED) especificamente. Um rápido resumo das possibilidades da *EdTech* é apropriado neste estágio, usando o modelo mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Modelo RMAS



Legenda:

- Redefinition** (redefinição) - a tecnologia permite a criação de novas tarefas, antes inconcebíveis;
- Modification** (modificação) - a tecnologia permite uma reformulação significativa de tarefas;
- Augmentation** (acréscimo) - a tecnologia atua como um substituto direto de ferramentas, com melhoria funcional;
- Substitution** (substituição) - a tecnologia atua como um substituto direto da ferramenta, sem nenhuma mudança funcional.

Fonte: (Holmes, Bialik e Fadel, 2019, p. 5)

Os autores apresentam diversas aplicações da IA no ensino. Sistemas Tutoriais Inteligentes (ITS) são destacados como ferramentas capazes de fornecer ensino adaptativo, ajustando o conteúdo com base no desempenho do aluno. Além disso, chatbots e assistentes virtuais já são utilizados para responder dúvidas e orientar estudantes de forma instantânea. Outro avanço é o uso da IA para análise de dados educacionais (*Learning Analytics*), permitindo prever dificuldades de aprendizagem e personalizar materiais de estudo. A avaliação automatizada, por sua vez, facilita a correção de testes e redações, otimizando o tempo dos professores.

Apesar das vantagens, os autores alertam para desafios significativos. A privacidade dos dados dos alunos é uma das principais preocupações, pois a IA depende da coleta de informações para

funcionar adequadamente. Além disso, existe o risco de viés algorítmico, onde os sistemas podem reproduzir preconceitos e comprometer a equidade na educação. Outro ponto essencial é a manutenção do papel do professor. A IA deve ser uma ferramenta de apoio, e não uma substituição da interação humana, que continua sendo fundamental no processo educacional.

Por fim, o livro conclui que a IA pode ser uma aliada poderosa na personalização do ensino, mas que seu uso precisa ser ético, regulado e supervisionado. A tecnologia tem o potencial de tornar o aprendizado mais acessível, eficiente e inclusivo, mas não deve substituir habilidades essencialmente humanas, como empatia, criatividade e pensamento crítico. O futuro da educação dependerá do equilíbrio entre inovação tecnológica e valores pedagógicos, garantindo que a IA beneficie todos os alunos de maneira justa e responsável.

O autor Hmelo-Silver (2004), explora a Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning-PBL*) como uma abordagem educacional inovadora, fundamentada no aprendizado por meio da resolução de problemas complexos. O modelo propõe que os alunos adquiram conhecimento de maneira ativa, trabalhando em grupos colaborativos, identificando suas necessidades de aprendizado e aplicando novos conhecimentos na solução de problemas. O professor atua como facilitador, incentivando a reflexão e o pensamento crítico.

A PBL tem como principais objetivos: (1) desenvolver conhecimento flexível, (2) aprimorar habilidades de resolução de problemas, (3) promover aprendizado autogerenciado, (4) fomentar a colaboração eficaz e (5) aumentar a motivação intrínseca dos alunos. O artigo analisa evidências empíricas que sustentam esses benefícios, mas destaca que ainda há pouca pesquisa sobre colaboração e motivação no modelo PBL, especialmente fora do contexto da educação médica e de alunos superdotados.

O processo tutorial da PBL segue um ciclo no qual os alunos são apresentados a um problema, identificam lacunas no conhecimento, realizam pesquisa autogerenciada, aplicam o aprendizado e refletem sobre sua eficácia. Além disso, o artigo diferencia a PBL de outras abordagens como instrução baseada em casos e aprendizado baseado em projetos, destacando seu foco na resolução ativa de problemas e no desenvolvimento da autonomia do aluno.

Apesar dos benefícios, desafios como a necessidade de mediadores experientes, estruturação adequada dos problemas e escassez de estudos empíricos em diferentes contextos educacionais são apontados como barreiras para a implementação mais ampla da PBL. Conclui-se que a PBL tem potencial significativo para desenvolver habilidades cognitivas e metacognitivas, mas ainda requer mais pesquisas para entender sua eficácia em diferentes níveis educacionais e em contextos diversos.

A integração da Inteligência Artificial (IA) na educação pode ser amplamente beneficiada pelos princípios e abordagens discutidos nos estudos sobre Sistemas Tutoriais Inteligentes (ITS), Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e as implicações éticas e pedagógicas da IA. Os ITS representam a base para a evolução da IA no ensino, pois introduzem mecanismos de *feedback* adaptativo, possibilitando que os alunos recebam suporte personalizado em tempo real. Com o avanço da IA, esses sistemas podem se tornar ainda mais sofisticados, permitindo a personalização do ensino em grande escala. Além disso, a PBL se alinha ao potencial da IA ao incentivar a aprendizagem ativa e autodirigida, fornecendo um contexto no qual a tecnologia pode atuar como mediadora, auxiliando os estudantes na busca por informações relevantes e na resolução de problemas complexos.

No entanto, conforme apontado por Holmes, Bialik e Fadel (2019), o uso da IA na educação exige um equilíbrio cuidadoso entre inovação e ética, considerando desafios como privacidade de dados, viés algorítmico e o papel do professor. Enquanto a IA pode facilitar a avaliação automatizada e a análise de dificuldades de aprendizagem, ela deve ser utilizada como ferramenta de apoio, garantindo que a interação humana e o pensamento crítico continuem sendo elementos centrais no processo educacional. Dessa forma, a convergência entre IA, ITS e PBL cria um ambiente propício para a construção de uma educação mais eficiente, inclusiva e responsiva às necessidades individuais dos alunos, sem comprometer os princípios pedagógicos essenciais.

Metodologia

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, buscando analisar o impacto da Inteligência Artificial (IA) na personalização do ensino por meio da integração entre Sistemas Tutoriais Inteligentes (ITS) e a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). Para isso, a metodologia empregada combina pesquisa bibliográfica e análise documental, utilizando como principais fontes os estudos de Alevén *et al.* (2009) sobre ITS, Holmes, Bialik e Fadel (2019) sobre as promessas e desafios da IA na educação e Hmelo-Silver (2004) sobre PBL.

A pesquisa bibliográfica foi conduzida a partir da análise de publicações científicas relevantes sobre tecnologias educacionais, personalização do ensino e metodologias ativas de aprendizagem. Foram selecionados artigos e livros que abordam a evolução dos ITS, os avanços da IA na educação e a aplicação da PBL como estratégia pedagógica. O critério de seleção das fontes seguiu a relevância científica e o impacto acadêmico, priorizando estudos indexados em bases como Springer, IEEE Xplore, Scopus e Google Scholar.

Além disso, realizou-se uma análise comparativa entre os modelos tradicionais de ensino e os métodos impulsionados por IA e ITS, identificando potenciais benefícios e desafios na

implementação dessas tecnologias. A PBL foi avaliada como um cenário ideal para a personalização do aprendizado, destacando a necessidade de um equilíbrio entre inovação tecnológica e princípios pedagógicos.

Por fim, a análise documental envolveu a interpretação de modelos e frameworks educacionais, como o modelo RMAS apresentado por Holmes, Bialik e Fadel (2019), que categoriza o impacto da tecnologia na educação em quatro níveis: substituição, acréscimo, modificação e redefinição. Essa abordagem permitiu compreender o potencial da IA como ferramenta complementar ao ensino, respeitando a interação humana e os valores educacionais fundamentais.

Dessa forma, a metodologia utilizada possibilitou uma visão ampla e crítica sobre como a IA pode transformar a educação, fornecendo subsídios para futuras pesquisas e aplicações práticas no contexto educacional.

Resultados e discussão

Com base no referencial teórico e na metodologia adotada, os resultados desta pesquisa apontam que a inteligência artificial (IA) aplicada à educação tem o potencial de transformar a aprendizagem ao oferecer personalização, automação e análise de dados para aprimorar o desempenho dos estudantes. A integração entre sistemas tutoriais inteligentes (ITS) e aprendizagem baseada em problemas (PBL) permite um ensino mais dinâmico, adaptativo e centrado no aluno, alinhando-se às necessidades da educação do século XXI.

Apresentando três pontos principais:

1. **Impacto da IA na personalização do ensino:** os ITS evoluíram para oferecer suporte ao aprendizado personalizado, utilizando técnicas como *Example-Tracing Tutors*, que analisam o comportamento dos alunos em tempo real e ajustam as instruções de acordo com as necessidades individuais (Aleven et al., 2009). Esse modelo permite que os estudantes avancem no próprio ritmo, recebendo feedback imediato e direcionado, o que melhora a retenção do conhecimento e reduz lacunas na aprendizagem.
2. **IA e a aprendizagem baseada em problemas (PBL):** A PBL, por sua vez, favorece a autonomia do estudante, incentivando-o a buscar soluções para problemas complexos, desenvolver pensamento crítico e aprimorar habilidades de colaboração (Hmelo-Silver, 2004). A IA pode potencializar essa abordagem ao fornecer ferramentas automatizadas de aprendizado, como assistentes virtuais e *chatbots* educacionais, que auxiliam na pesquisa de informações, na organização de ideias e na avaliação de hipóteses. Ao combinar IA e PBL, cria-se um ambiente de aprendizagem em que os alunos não apenas consomem conhecimento,

mas também participam ativamente da construção do aprendizado. O uso de learning analytics permite monitorar o progresso dos estudantes, identificar dificuldades e sugerir recursos complementares, tornando o ensino mais eficaz (Holmes, Bialik e Fadel, 2019).

- 3. Desafios e limitações do uso da IA na educação:** apesar dos benefícios, a implementação da IA na educação apresenta desafios significativos. Um dos principais entraves é a questão da privacidade dos dados, já que esses sistemas dependem da coleta de informações dos alunos para oferecer personalização (Holmes, Bialik e Fadel, 2019). Além disso, há o risco de viés algorítmico, que pode reforçar desigualdades educacionais se os sistemas forem treinados com dados não representativos. Outro aspecto crítico é a manutenção do papel do professor. Embora a IA possa atuar como suporte no ensino, ela não substitui a importância da mediação pedagógica e da interação humana no processo de aprendizagem. O desafio, portanto, é encontrar um equilíbrio entre tecnologia e pedagogia, garantindo que a IA seja uma aliada e não um substituto do docente.

A análise realizada demonstra que a IA pode redefinir o processo educacional com novas oportunidades para a educação do futuro, oferecendo novas formas de ensino e aprendizagem. Segundo o modelo RMAS (Holmes, Bialik e Fadel, 2019), a IA pode atuar em diferentes níveis de transformação: desde a substituição de ferramentas tradicionais (exemplo: automatização de correções de provas), até a redefinição do aprendizado, possibilitando experiências inovadoras, como tutores digitais altamente personalizados e ensino imersivo com realidade virtual e aumentada.

Para que essa transição ocorra de forma eficiente, é essencial que as instituições de ensino invistam em infraestrutura tecnológica, formação docente e desenvolvimento de diretrizes éticas para o uso da IA na educação. Além disso, pesquisas futuras podem explorar a adaptação da IA para diferentes contextos educacionais, garantindo que sua implementação ocorra de maneira inclusiva e acessível a todos os alunos.

Conclusão

Os resultados indicam que a IA aplicada ao ensino tem o potencial de revolucionar a educação, especialmente quando integrada a metodologias ativas como a PBL. No entanto, sua adoção deve ser feita com responsabilidade ética e pedagógica, considerando aspectos como privacidade, equidade e a necessidade de manter a interação humana no processo educativo. O futuro da IA na educação dependerá do equilíbrio entre inovação tecnológica e valores pedagógicos, garantindo que seu impacto seja positivo, democrático e eficiente.

Referências

- ALEVEN, Vincent; McLAREN, Bruce M.; SEWALL, Jonathan; KOEDINGER, Kenneth R. A new paradigm for intelligent tutoring systems: Example-Tracing Tutors. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 19, n.2, p. 105-154, 2009. Disponível em: <https://content.iospress.com/journals/international-journal-of-artificial-intelligence-in-education/19/2>. Acesso em: 13 dez. 2024.
- HMELO-SILVER, Cindy E. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, v. 16, n. 3, p. 235-266, set. 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>. Acesso em: 03 dez. 2024.
- HOLMES, Wayne; BIALIK, Maya; FADEL, Charles. **Artificial intelligence in education: promise and implications for teaching and learning**. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.