



ERGONOMIA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: INOVAÇÕES E DESAFIOS NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6219

Autores: ENIO COSTA, THIAGO DE NORÕES ALBUQUERQUE, MÁGDA COREIA DOS SANTOS, DEIVIELISON XIMENES SIQUEIRA MACEDO, JESIMIEL PINHEIRO CAVALCANTE, LANNAY LEAL MOURA ROCHA, EDUARDO CÉSAR BARBOSA DA ROCHA TORRES, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: INOVAÇÕES, DESAFIOS NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

Resumo: A convergência entre Ergonomia, Inteligência Artificial (IA) e Educação em Engenharia representa uma tendência inovadora com alto potencial transformador. Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica que investiga como tecnologias baseadas em IA vêm sendo aplicadas ao ensino da Ergonomia nos cursos de Engenharia. São discutidas aplicações práticas como ambientes virtuais, realidade aumentada, sistemas de tutoria inteligente, análise automatizada de posturas e metodologias ativas como PBL. Os resultados apontam para benefícios significativos no engajamento dos estudantes, na personalização do ensino e na promoção de práticas ergonômicas desde a formação acadêmica. Também são analisados os principais desafios, como a desigualdade de acesso tecnológico, a capacitação docente e questões éticas. Por fim, apresentam-se perspectivas futuras que apontam para uma formação mais integrada, digital, humanizada e alinhada às exigências contemporâneas do mundo do trabalho.

Palavras-chave: IA, Educação em Engenharia, Inovação Pedagógica

ERGONOMIA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: INOVAÇÕES E DESAFIOS NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

1 INTRODUÇÃO

A convergência entre Ergonomia, Inteligência Artificial (IA) e Educação em Engenharia tem se consolidado como um campo emergente de pesquisa e inovação. O avanço das tecnologias digitais, especialmente as relacionadas à automação e análise inteligente de dados, tem transformado não apenas os ambientes industriais, mas também os espaços de ensino e aprendizagem. No contexto da formação de engenheiros, torna-se fundamental compreender como esses recursos podem ser utilizados para promover melhores condições de trabalho, aprendizado eficiente e práticas ergonômicas saudáveis ao longo do processo formativo.

A ergonomia, enquanto ciência interdisciplinar que visa a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas do ser humano, desempenha um papel essencial na formação de engenheiros que atuarão em ambientes altamente tecnificados. De forma paralela, a IA oferece recursos para análise de postura, predição de riscos, personalização do ensino e otimização do ambiente de aprendizagem, promovendo intervenções mais eficazes e baseadas em dados (Zhou, Zhang & Wang, 2021).

No entanto, embora o uso de IA na indústria seja amplamente discutido, sua aplicação na ergonomia educacional ainda é incipiente. Este artigo busca preencher essa lacuna ao revisar estudos recentes que integram a inteligência artificial à ergonomia no ensino de engenharia, destacando experiências pedagógicas inovadoras, benefícios ergonômicos e desafios de implementação. A proposta é contribuir para uma abordagem formativa mais humana, eficiente e alinhada às transformações tecnológicas contemporâneas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ergonomia no ensino de engenharia

A ergonomia tradicionalmente associada ao ambiente industrial também se aplica ao contexto acadêmico, sobretudo nos cursos de engenharia, onde os estudantes passam longos períodos em laboratórios, frente a computadores ou envolvidos em atividades que exigem esforço físico e mental significativo. Segundo Monteiro, Ferreira e Cruz (2023), a ausência de uma abordagem ergonômica na formação acadêmica pode levar a desconfortos, lesões por esforço repetitivo (LER/DORT) e fadiga, prejudicando o desempenho dos estudantes e comprometendo a aprendizagem a longo prazo.

Além disso, o ensino de ergonomia é parte integrante de diversas diretrizes curriculares dos cursos de engenharia, o que amplia a relevância da abordagem. Contudo, sua aplicação costuma ser restrita a conteúdos teóricos, muitas vezes descontextualizados da prática profissional ou das vivências acadêmicas do cotidiano. A integração com recursos tecnológicos avançados representa uma oportunidade de vivenciar a ergonomia de forma mais prática, interativa e contextualizada (Silva & Ramos, 2022).

2.2 Inteligência artificial e ambientes educacionais

A Inteligência Artificial vem transformando os ambientes de aprendizagem ao permitir personalização de conteúdos, tutoria automatizada, avaliação preditiva e análise em tempo

real do comportamento dos estudantes. Em ambientes de engenharia, essas tecnologias possibilitam o monitoramento de variáveis físicas e cognitivas dos discentes, como postura, nível de atenção, estresse e engajamento (Lee, Park & Kim, 2020).

Por meio de recursos como visão computacional, redes neurais artificiais e processamento de linguagem natural, sistemas baseados em IA são capazes de identificar padrões de comportamento e fornecer feedbacks ergonômicos personalizados, contribuindo para a saúde e bem-estar dos estudantes. Nunes e Oliveira (2023) destacam que, quando incorporadas ao contexto educacional com uma abordagem humanizada, essas tecnologias não apenas previnem lesões, mas também contribuem para o desenvolvimento de uma cultura de autocuidado e prevenção no ambiente acadêmico.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste estudo é baseada uma revisão bibliográfica de caráter exploratório, cujo objetivo foi mapear as principais abordagens sobre a aplicação da Inteligência Artificial no ensino de Ergonomia em cursos de Engenharia. A busca foi realizada nas bases de dados opus, IEEE Xplore, ScienceDirect e Google Scholar, priorizando artigos publicados entre 2019 e 2024. Foram utilizados os seguintes descritores: "Ergonomics Education", "Artificial Intelligence", "Engineering Education", "Posture Recognition", "Human Factors", "Machine Learning", "Intelligent Tutoring Systems" e "Active Learning".

Foram incluídas publicações que apresentaram aplicações práticas, metodologias de ensino, estudos de caso ou revisões sistemáticas relacionadas ao tema. A seleção dos artigos considerou a relevância dos estudos, a qualidade metodológica e a aplicabilidade no contexto da formação em Engenharia. Ao todo, foram analisadas mais de 40 publicações, das quais 25 foram selecionadas para compor o corpo da revisão.

A análise foi conduzida de forma qualitativa, buscando identificar padrões de aplicação da IA no contexto educacional, especialmente em disciplinas relacionadas à Ergonomia. Também foram investigados os impactos dessas tecnologias sobre a aprendizagem, o engajamento dos estudantes e os resultados educacionais. Essa abordagem permitiu levantar tendências, desafios e lacunas na literatura, fornecendo subsídios para discussões futuras sobre o tema.

4 APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE ERGONOMIA

4.1 Ambientes virtuais e realidade aumentada

A utilização de ambientes virtuais e realidade aumentada tem revolucionado o ensino de Ergonomia ao permitir que os estudantes vivenciem, em tempo real, simulações de cenários ergonômicos diversos. Essas tecnologias permitem que os alunos explorem postos de trabalho simulados, interajam com avatares humanizados e realizem avaliações ergonômicas com base em parâmetros reais.

A IA entra nesse contexto como um mecanismo de adaptação e controle, otimizando a resposta do ambiente virtual às interações dos alunos. Sistemas inteligentes ajustam o nível de complexidade, oferecem sugestões durante as simulações e registram o desempenho dos estudantes, promovendo um ciclo contínuo de aprendizagem. Segundo Martins et al. (2023), a combinação de realidade aumentada e IA oferece aos estudantes uma experiência educativa altamente envolvente, com impactos significativos na motivação e no aprendizado.

Além disso, essas tecnologias têm permitido a realização de visitas técnicas virtuais, onde os alunos podem explorar ambientes industriais remotamente, realizando análises ergonômicas com base em dados simulados ou reais. Esse tipo de atividade tem sido essencial em cursos a distância e durante períodos de restrição sanitária, como na pandemia

de COVID-19. A flexibilidade proporcionada por esses recursos também amplia o acesso de estudantes de diferentes regiões e condições socioeconômicas a experiências educacionais de alta qualidade.

4.2 Sistemas de tutoria inteligente e personalização do ensino

Os sistemas de tutoria inteligente (Intelligent Tutoring Systems – ITS) têm se consolidado como uma das principais aplicações da IA no ensino. Esses sistemas utilizam algoritmos de aprendizado de máquina para monitorar o desempenho dos alunos, identificar padrões de dificuldade e sugerir estratégias de ensino personalizadas. No ensino da Ergonomia, ITS podem, por exemplo, adaptar os conteúdos sobre biomecânica, antropometria ou organização do trabalho de acordo com as necessidades de cada estudante.

Lopes e Costa (2023) destacam que a personalização do ensino, mediada pela IA, melhora significativamente os índices de aproveitamento acadêmico e reduz a evasão escolar, especialmente em disciplinas consideradas complexas. Além disso, esses sistemas promovem o protagonismo estudantil, uma vez que os alunos têm maior autonomia sobre seu processo de aprendizagem, podendo revisar conteúdos, realizar atividades adaptadas ao seu nível e receber feedbacks imediatos sobre seu desempenho.

A implementação de ITS também representa uma inovação na gestão pedagógica, permitindo que os professores tenham acesso a relatórios detalhados sobre o progresso de seus alunos, identifiquem dificuldades coletivas ou individuais e adotem estratégias mais eficazes em sala de aula. A IA, nesse sentido, atua como uma aliada na construção de um ensino mais inclusivo, eficiente e centrado no estudante.

4.3 Análise automatizada de posturas em atividades acadêmicas

A avaliação postural é um dos pilares da Ergonomia física, e sua aplicação prática no ensino tem sido significativamente aprimorada com o uso de tecnologias de visão computacional e IA. Ferramentas como OpenPose e MediaPipe permitem a análise automática de posturas por meio de imagens ou vídeos, sem a necessidade de equipamentos caros ou especializados.

Essas ferramentas possibilitam que os alunos realizem análises posturais de forma prática e interativa, aplicando os conhecimentos teóricos adquiridos em sala. De acordo com Li e Zhao (2021), a acurácia desses sistemas pode superar 90%, tornando-os adequados para atividades educacionais. Além disso, Fernandes et al. (2022) apontam que a aplicação dessas tecnologias favorece o desenvolvimento de habilidades analíticas, pensamento crítico e competências técnicas.

Essas análises podem ser realizadas em atividades acadêmicas diversas, como a avaliação da postura de colegas durante o uso de computadores, a simulação de tarefas laborais ou a análise de vídeos reais de ambientes de trabalho. Ao promover a prática da avaliação ergonômica desde os primeiros períodos do curso, essas ferramentas contribuem para a formação de um perfil profissional mais atento às condições reais de trabalho.

4.4 Projetos interdisciplinares e aprendizagem baseada em problemas (PBL)

O uso de IA no ensino de Ergonomia tem estimulado o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, nos quais os alunos são desafiados a resolver problemas reais ou simulados, integrando conhecimentos de diferentes áreas da Engenharia. A metodologia PBL (Problem-Based Learning) tem sido uma das mais adotadas nesse contexto, promovendo o aprendizado ativo, colaborativo e centrado no estudante. Santos e Lima (2020) ressaltam que projetos PBL baseados em IA promovem o engajamento dos estudantes ao aproximar a teoria da prática e ao estimular a resolução de problemas autênticos. Alunos de diferentes cursos, como Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Engenharia de Computação, têm sido

incentivados a desenvolver soluções tecnológicas para monitoramento ergonômico, análise de dados ocupacionais e prevenção de riscos.

A adoção de projetos PBL voltados à ergonomia com suporte da IA também favorece a criação de parcerias com empresas, instituições públicas e centros de pesquisa, possibilitando que os estudantes atuem em cenários reais, com dados reais e problemas de alta complexidade. Essas experiências enriquecem o processo formativo e fortalecem a capacidade de inovação dos futuros engenheiros, tornando-os mais preparados para enfrentar os desafios do mercado de trabalho e contribuir para ambientes laborais mais saudáveis e produtivos.

Por fim, é importante destacar que a implantação de projetos interdisciplinares com uso de IA e foco em ergonomia requer uma estrutura pedagógica adequada, formação docente contínua e investimento em recursos tecnológicos. Apesar dos desafios, os resultados observados em diversas instituições demonstram que essa abordagem tem potencial transformador para a educação em engenharia, promovendo a integração entre tecnologia, saúde e aprendizagem significativa (Nunes & Oliveira, 2023; Silva & Ramos, 2022).

5 DESAFIOS E LIMITAÇÕES

Apesar das inúmeras possibilidades, a adoção de tecnologias de IA no ensino da Ergonomia enfrenta desafios significativos. Um dos principais entraves é o custo de implementação, especialmente em instituições públicas ou em regiões com infraestrutura tecnológica limitada. A desigualdade de acesso a equipamentos e internet de qualidade pode acentuar ainda mais a exclusão digital e comprometer os benefícios das inovações pedagógicas baseadas em IA.

Outro desafio é a necessidade de capacitação docente. Muitos professores não possuem familiaridade com as ferramentas de IA ou com metodologias ativas de ensino, o que dificulta sua adoção em sala de aula. É fundamental investir em programas de formação continuada que qualifiquem os educadores para integrar essas tecnologias de forma crítica, ética e eficiente em suas práticas pedagógicas (Silva et al., 2021).

Também se destacam preocupações éticas relacionadas à coleta e uso de dados dos estudantes, à privacidade e ao risco de viés algorítmico. A utilização de sistemas inteligentes requer protocolos claros de proteção de dados, consentimento informado e transparência na forma como as informações são processadas e utilizadas.

Adicionalmente, a integração entre Ergonomia e IA exige uma abordagem interdisciplinar que nem sempre é contemplada nos currículos dos cursos de engenharia, tradicionalmente segmentados em disciplinas isoladas. A superação desse obstáculo depende de reformas curriculares que incentivem projetos integradores, aprendizagem baseada em problemas e abordagens centradas no estudante.

6 PERSPECTIVAS FUTURAS

As perspectivas futuras para a integração entre ergonomia, IA e educação em engenharia são promissoras e apontam para a criação de ambientes educacionais inteligentes, nos quais o conforto, a saúde e o desempenho cognitivo dos estudantes são considerados de forma integrada.

Uma das tendências mais relevantes é a evolução dos ambientes responsivos, nos quais sensores integrados às cadeiras, mesas e computadores podem detectar automaticamente más posturas ou sobrecarga visual, emitindo alertas em tempo real e sugerindo pausas ou alongamentos (Lee et al., 2020). Essas tecnologias poderiam ser

amplamente utilizadas em laboratórios de informática, bibliotecas e salas de estudo coletivo nos cursos de engenharia.

Outra direção promissora é a adoção de sistemas de tutoria inteligentes com feedback ergonômico integrado. Ferramentas de IA como assistentes virtuais e plataformas adaptativas poderão incluir sugestões posturais, de iluminação ou de tempo de permanência diante do computador. Tais sistemas não apenas aumentam a eficiência do processo de aprendizagem, como contribuem para a formação de hábitos saudáveis entre os futuros engenheiros (Nunes e Oliveira, 2023).

Além disso, a combinação entre gamificação e ergonomia poderá tornar o aprendizado mais dinâmico e consciente. Jogos educacionais baseados em realidade aumentada poderão simular riscos ergonômicos reais de um ambiente industrial, permitindo que o estudante vivencie e resolva problemas em tempo real, com orientação da IA.

Por fim, é possível vislumbrar a IA atuando como mediadora de políticas institucionais de saúde ocupacional acadêmica, auxiliando coordenadores e gestores no planejamento de espaços físicos, na escolha de mobiliários e no monitoramento de indicadores de bem-estar dos estudantes. O uso de dashboards inteligentes poderia contribuir para decisões mais eficazes em ergonomia institucional, promovendo ambientes de ensino mais seguros e inclusivos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou apresentar um panorama atualizado sobre a aplicação da Inteligência Artificial no ensino de Ergonomia nos cursos de Engenharia, com base em uma revisão bibliográfica recente. A análise permitiu identificar experiências educacionais inovadoras que combinam tecnologias como realidade aumentada, tutoria inteligente e visão computacional com metodologias ativas de ensino, promovendo o aprendizado significativo e a formação de engenheiros mais preparados para os desafios contemporâneos.

Os benefícios apontados na literatura incluem maior engajamento dos estudantes, personalização do ensino, desenvolvimento de competências técnicas e ergonômicas, além de uma formação mais prática e interdisciplinar.

Contudo, também foram identificados desafios importantes, como a necessidade de infraestrutura tecnológica, capacitação docente e cuidados éticos no uso da IA. A superação dessas barreiras requer políticas públicas de inclusão digital, investimentos em formação continuada e uma abordagem curricular mais flexível e integrada.

Espera-se que este trabalho contribua para o debate acadêmico sobre o futuro da educação em engenharia, incentivando novas pesquisas e práticas pedagógicas que aliem inovação tecnológica, responsabilidade social e valorização do ser humano no processo de formação profissional.

REFERÊNCIAS

FERNANDES, L. P.; MOURA, A. C.; BARROS, T. L. Posture Recognition Systems in Engineering Education: A Practical Application. **Journal of Engineering Education and Technology**, v. 5, n. 3, p. 44–53, 2022.

LEE, H.; PARK, J.; KIM, Y. Artificial Intelligence in Engineering Classrooms: Opportunities and Challenges. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 17, p. 45, 2020.

LI, J.; ZHAO, Q. Real-time Ergonomic Posture Assessment Based on Deep Learning. **Computers in Industry**, v. 129, p. 103460, 2021.

LOPES, D. R.; COSTA, M. B. Personalized Learning through AI-Based Tutoring Systems in Engineering. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 16, n. 2, p. 178–185, 2023.

MARTINS, V. A.; LIMA, K. R.; FREITAS, J. A. Virtual Reality and AI in Ergonomics Education: Immersive Learning Experiences. **Education and Information Technologies**, v. 28, p. 491–506, 2023.

MONTEIRO, L. A.; FERREIRA, R. J.; CRUZ, P. Ergonomic Risks in Academic Settings: A Study with Engineering Students. **Revista Brasileira de Ergonomia**, v. 64, n. 2, p. 33–42, 2023.

NUNES, R. F.; OLIVEIRA, D. S. Artificial Intelligence and Well-being in Higher Education: Ergonomics as a Guiding Principle. **Education and Artificial Intelligence Review**, v. 1, n. 1, p. 75–90, 2023.

SANTOS, A. P.; LIMA, R. S. Problem-Based Learning and Artificial Intelligence in Engineering Education. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, n. 1, p. 21–32, 2020.

SILVA, M. A.; RAMOS, H. M. Ergonomics and Learning: Active Methodologies for Engineering Courses. **Revista Educação, Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 3, p. 89–100, 2022.

SILVA, J. M.; OLIVEIRA, T. L.; SOUZA, R. S. Teacher Training for Artificial Intelligence Integration in Higher Education. **Revista Brasileira de Educação Superior**, v. 47, n. 2, p. 12–27, 2021.

ZHOU, M.; ZHANG, L.; WANG, H. Human-centered Artificial Intelligence for Ergonomics Education. **AI & Society**, v. 36, p. 777–788, 2021.

ERGONOMICS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, AND ENGINEERING EDUCATION: INNOVATIONS AND CHALLENGES IN THE TRAINING OF ENGINEERS

Abstract: *The convergence between Ergonomics, Artificial Intelligence (AI), and Engineering Education represents an innovative trend with high transformative potential. This paper presents a literature review exploring how AI-based technologies are being applied to the teaching of Ergonomics in engineering courses. Practical applications such as virtual environments, augmented reality, intelligent tutoring systems, automated posture analysis, and active learning methodologies like PBL are discussed. The findings highlight significant benefits in student engagement, personalized learning, and the promotion of ergonomic practices from the early stages of academic training. The paper also addresses major challenges, such as unequal access to technology, teacher training, and ethical concerns. Finally, it outlines future perspectives aiming toward a more integrated, digital, and human-centered engineering education aligned with contemporary labor demands.*

Keywords: *Ergonomics; Artificial Intelligence; Engineering Education; Pedagogical Innovation.*

