



**OS IMPACTOS DAS TRANSFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS
DIGITAIS NAS PROFISSÕES E CARREIRAS DA ÁREA DA
ENGENHARIA, TECNOLOGIA E EXATAS**

**THE IMPACTS OF DIGITAL TECHNOLOGICAL
TRANSFORMATIONS ON PROFESSIONS AND CAREERS IN
THE FIELDS OF ENGINEERING, TECHNOLOGY AND EXACTS
SCIENCES**

Autores:

Arthur Victor Carvalho de Barros

Instituição atual: Colégio Chromos Unidade Lagoa Santa

Endereço: Avenida Olegário Maciel, 262 – Bairro BELA VISTA – Lagoa Santa

Davi Sales Caldas

Instituição atual: Colégio Chromos Unidade Lagoa Santa

Endereço: Avenida Olegário Maciel, 262 – Bairro BELA VISTA – Lagoa Santa

Oliver Avelar Gonçalves

Instituição atual: Colégio Chromos Unidade Lagoa Santa

Endereço: Avenida Olegário Maciel, 262 – Bairro BELA VISTA – Lagoa Santa

Vinícius de Oliveira Bustamante

Instituição atual: Colégio Chromos Unidade Lagoa Santa

Endereço: Avenida Olegário Maciel, 262 – Bairro BELA VISTA – Lagoa Santa

Maximiliano Alves

Instituição atual: Colégio Chromos Unidade Lagoa Santa

Professor de Matemática e Orientador

Endereço: Avenida Olegário Maciel, 262 – Bairro BELA VISTA – Lagoa Santa



RESUMO

As transformações tecnológicas digitais, em especial a inteligência artificial (IA), automação, big data e gêmeos digitais, além da educação STEM, que têm modificado profundamente o mercado de trabalho nas áreas de Engenharia, Tecnologia e Exatas, devido aos seus diversos impactos positivos (ganhos de produtividade, criação de novas funções e melhoria de processos) e negativos (risco de substituição de tarefas rotineiras, desigualdade no acesso à tecnologia, lacunas de formação) que serão discutidos. Por isso, baseamos-nos em revisão bibliográfica e relatórios de organizações internacionais e nacionais para propor recomendações e soluções de formação continuada, políticas públicas, e práticas empresariais que minimizem riscos e maximizem oportunidades. Atualmente, o fato da inteligência artificial gerar uma parcela de desemprego, força a população a inferir o pensamento negativo a seu respeito, o que as deixa “cegas” em relação aos seus benefícios. Portanto, por meio da divulgação, auxílio, motivação e criação de novas profissões especializadas em IA, um dos temas que mais promove mudança nas carreiras relacionadas a Engenharia na última década, essa inovação geraria empregos e facilitaria outros cargos.

Palavras-chave: transformação digital; inteligência artificial; engenharia; mercado de trabalho; educação STEM.

ABSTRACT

Digital technological transformations, especially artificial intelligence (AI), automation, big data, and digital twins, in addition to STEM education, have profoundly changed the labor market in the fields of Engineering, Technology, and Exact Sciences, due to their various positive impacts (productivity gains, creation of new roles, and process improvement) and negative impacts (risk of replacing routine tasks, inequality in access to technology, and training gaps), which will be discussed. Therefore, we relied on a literature review and reports from international and national organizations to propose recommendations and solutions for continuing education, public policies, and business practices that minimize risks and maximize opportunities. Currently, the fact that artificial intelligence generates a portion of unemployment leads the population to infer a negative perception about it, which makes them “blind” to its benefits. Therefore, through dissemination, support, motivation, and the creation of new professions specialized in AI—one of the topics that has driven the most change in careers related to Engineering over the last decade—this innovation would generate jobs and facilitate other roles.

Key Words

Digital transformations; artificial intelligence; engineering; job market; STEM education



INTRODUÇÃO

Na atualidade, são cada vez mais evidentes os impactos das transformações tecnológicas no cotidiano e nas profissões atuais, uma vez que vivemos um momento em que computadores e programas não fazem só cálculos, mas sim ajudam a projetar pontes, escrever código, prever falhas em máquinas e até gerar relatórios automaticamente. Essas tecnologias vêm mudando o jeito que profissionais de engenharia, tecnologia e ciências exatas trabalham. Segundo a McKinsey & Company, a tecnologia, (principalmente IA), aumenta a produtividade e cria novas funções; em outros, substitui tarefas que antes eram feitas por pessoas. Por esses e outros motivos é importante entender esses impactos para preparar estudantes e profissionais para o mercado atual, cada vez mais complexo tecnologicamente. (1)

Apesar dos benefícios, como produtividade, maior precisão nos processos e redução de custos, a adoção rápida de tecnologias impõe riscos relevantes e frequentemente inesperados para trabalhadores e gestores. De acordo com a IRED Internet, essas inovações podem levar a um alto desemprego e discriminação além de transformar funções antes estáveis e tornarem-se obsoletas sem atualização constante, gerando impactos socioeconômicos. Esse fenômeno já ocorre em setores como desenho técnico, controle de processos e manutenção, onde softwares e sensores substituem tarefas humanas. Soma-se a isso a necessidade de compreender impactos éticos e sociais, para que essa inovação não aumente desigualdades ou comprometa a segurança. O uso ético da IA envolve parâmetros de decisão e responsabilização por falhas, sendo um debate ainda em desenvolvimento no meio acadêmico e legislativo. (2)

Por isso, este artigo busca compreender os impactos dessas transformações no mercado de trabalho e nas trajetórias profissionais ligadas às engenharias e áreas similares, propondo reflexões sobre adaptação, educação e desenvolvimento contínuo de competências. A meta é entender como a formação profissional pode alinhar-se ao avanço tecnológico, preservando valores éticos e favorecendo uma inovação responsável, maximizando vagas de



emprego e contribuindo com subsídios para educadores, formuladores de políticas e profissionais, ajudando-os a agir preventivamente diante das mudanças da era digital.

METODOLOGIA

Este estudo foi realizado com base na metodologia do tipo pesquisa bibliográfica e análise documental, em que o conteúdo de análise foi retirado de artigos científicos de alto reconhecimento, relatórios de organizações, e publicações brasileiras, proporcionando ênfase aos estudos de no máximo uma década após a publicação, e que discutem automação, habilidades digitais, IA e o futuro das profissões técnicas relacionadas a engenharia, área que esta sempre em constante mudança por ser a “locomotiva” que comanda esses avanços tecnológicos, muito benéficos mas que provocam vários problemas, como:

- Risco de substituição de atividades e ocupações

Alguns estudos clássicos (Frey & Osborne, 2013) estimaram a suscetibilidade de ocupações à “computerização”, sinalizando que tarefas rotineiras são as mais vulneráveis. Relatórios subsequentes mostram que, embora partes do trabalho sejam automatizáveis, a eliminação total de empregos depende de fatores econômicos (demanda), regulação e adaptação das empresas e trabalhadores. Ou seja, tecnologia pode deslocar funções, mas também cria outras. (3)

- Impacto sobre as habilidades e formação

Organizações internacionais (OECD, UNESCO) destacam que a transição digital aumenta a demanda por habilidades digitais, analíticas, colaboração interdisciplinar e pensamento crítico. A formação tradicional de engenharia precisa incorporar pelo menos noções de ciência de dados, modelagem,



programação e ética em IA. Sem essa atualização, forma-se uma lacuna entre o que as universidades ensinam e o que as empresas precisam. (4)

- Desigualdade informacional entre países

A adoção e os benefícios da IA não acontecem igualmente. Países com mais investimento em tecnologia e educação colhem maiores ganhos; países em desenvolvimento frequentemente enfrentam concentração de conhecimento e “fuga de cérebros”. Relatórios da ILO e outros organismos chamam atenção para essa desigualdade e para a necessidade de políticas públicas que ampliem acesso e capacitação. (5)

Por isso, devido a necessidade de explanação sobre este tema extremamente atual e importante para o desenvolvimento da sociedade, realizamos uma conversa com o engenheiro de software e vice-presidente da multinacional Trustly para discutir sobre esses problemas que afetam todo o mercado de trabalho, mas com maior impactos nas profissões relacionadas as ciências exatas, para entender de perto a realidade enfrentada pelas grandes empresas em relação a Inteligência artificial:

Pergunta 1: Como a automação impulsionada pela IA pode reduzir vagas de emprego e quais estratégias de formação profissional poderiam mitigar esse impacto?

Pergunta 2: De que forma a dependência excessiva da IA pode enfraquecer habilidades humanas essenciais, prejudicando a qualificação profissional a longo prazo?

Pergunta 3: Quais riscos éticos surgem quando profissionais não recebem capacitação adequada para lidar com sistemas de IA no seu setor?

Pergunta 4: Como a falta de regulação sobre o uso de IA pode gerar desigualdades no acesso a oportunidades de trabalho?



Pergunta 5: De que maneira o viés nos algoritmos pode impactar negativamente contratações e processos seletivos, e como a formação profissional poderia combater isso?

Pergunta 6: Quais são as consequências para a educação se professores e educadores não forem treinados para integrar a IA de forma crítica e responsável?

Pergunta 7: Como a rápida evolução tecnológica pode tornar currículos de formação obsoletos, prejudicando a preparação dos profissionais?

Pergunta 8: Quais mecanismos de apoio e subsídios são necessários para que educadores e formuladores de políticas lidem com os efeitos negativos da IA no mercado de trabalho?

Observação: estas perguntas serviram de direcionamento para o diálogo realizado com o profissional

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos resultados obtidos, é verificado que as transformações tecnológicas possuem muitos benefícios e malefícios que deverão ser analisados, como:

Principais impactos positivos identificados

- Aumento da produtividade: ferramentas digitais permitem simulações rápidas, verificação automática de erros e automação de cálculos rotineiros — engenheiros podem focar em projetos e soluções criativas. Estudos e relatórios de consultorias apontam ganhos produtivos quando IA é adotada em atividades de software e engenharia. (6)
- Criação de novas profissões e especializações: surgem vagas como engenheiro de dados aplicados, especialista em gêmeos digitais, responsável por integração de sistemas e auditor de IA.



- Melhor tomada de decisão: análise de grandes volumes de dados (big data) melhora previsões e reduz incertezas em projetos.
- Processos mais seguros e eficientes: monitoramento em tempo real (IoT, drones, sensores) aumenta segurança e reduz desperdício em obras e fábricas. (7)

Principais impactos negativos e desafios identificados

- Risco de desemprego parcial: tarefas rotineiras e repetitivas (cálculos padronizados, relatórios simples) são as primeiras a serem automatizadas; alguns cargos podem desaparecer ou ter redução de demanda. Entretanto, a substituição total depende de fatores econômicos e demanda pelos produtos/serviços. (8)
- Lacuna de capacitação: muitos profissionais, especialmente os que já estão no mercado há mais tempo, não têm acesso a formação contínua prática em IA e novas ferramentas, gerando obsolescência de competências.
- Concentração tecnológica: empresas e países com maior investimento dominam inovações e atraem profissionais especializados, agravando desigualdades. (5)
- Questões éticas e de responsabilidade: uso de IA em engenharia exige cuidado com segurança, vieses em modelos e responsabilidade profissional (quem responde por uma falha causada por um algoritmo?). Estudos técnicos e órgãos reguladores começaram a debater normas e códigos de conduta. (9)

Esses aspectos, principalmente os negativos, desencadeiam uma grande desigualdade em âmbito empresarial, nacional, e, por isso uma conversa foi concedida por um engenheiro de software e vice-presidente de uma das maiores empresas de tecnologia do mundo, que segundo ele, as transformações tecnológicas são naturais, e que a população sempre acha que os empregos serão substituídos, porém essas mudanças sempre ocorrem na humanidade e sempre encontramos soluções nunca pensadas, além de as soluções serem



inimagináveis. Além disso, as próprias criadoras das tecnologias se prejudicariam com os avanços, e assim, se tratando de um grande dilema ético, que todas empresas e civis são “obrigados” a enfrentar.

Por isso vários autores e instituições recomendam a inclusão de disciplinas práticas de IA, ciência de dados e programação nos cursos de engenharia, além de incentivar estímulos à interdisciplinaridade (ligar engenharia com computação e estatística). Também se destaca a importância e necessidade de lifelong learning (aprendizado contínuo) e módulos de atualização profissional. Além disso, esses projetos seriam soluções indiretas para esta problemática, demandando menor subsídio. Porém, é necessário a formulação de políticas públicas, uma medida eficaz e fácil, de maneira a favorecer os micro e médios empreendedores que, muitas vezes, não possuem acesso às novas tecnologias.

Entretanto, as práticas benéficas a população podem ser prejudiciais ao Estado, uma vez que o fornecimento de subsídios poderia comprometer a receita nacional, o que poderia agravar ainda mais a desigualdade de tecnologias devido a falta de capital. Com isso deve ser estudado mais a fundo possibilidades de resolução de problemas a nível nacional, pois, a nível menor, como o escolar, são diversas as soluções que já podem melhorar e inspirar novas soluções para todos os aspectos negativos das inteligências artificiais e suas transformações, como inserir unidades sobre IA, machine learning e ética nos cursos de exatas, além de estágios voltados a aplicação de tecnologias digitais, alternativas simples de se iniciar a “nova revolução digital”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transformação digital é uma realidade que traz oportunidades relevantes para as áreas de Engenharia, Tecnologia e Exatas, como aumento de produtividade, surgimento de funções especializadas e melhoria de processos. Porém, exige investimento em educação continuada, atualização curricular nas universidades e políticas públicas que reduzam o hiato tecnológico entre



empresas e países, além de possuir seus aspectos negativos. Por isso, propomos uma solução que consiste em pequenos subsídios aos profissionais da área da educação, para que incentivem e reforcem a curiosidade dos alunos desde a infância e já desperte o entendimento de seus futuros. Para os estudantes do ensino médio que pensam em seguir carreira nessas áreas, o conselho é aprender lógica de programação, noções de estatística e trabalhe competências humanas como comunicação, pensamento crítico e criatividade, habilidades que serão cada vez mais valorizadas em conjunto com o domínio tecnológico, além de terem um bom conhecimento de futuro, a fim de analisar as possibilidades e fazerem escolhas sábias e possuírem um bom *brainstorming*, realizando escolhas éticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) ACCENTURE. *Digital Engineering & Manufacturing Transformation (Industry X)*. Disponível em: <https://www.accenture.com/us-en/insights/industry-x-index>. Acesso em: 11 ago. 2025. [accenture.com](https://www.accenture.com)
- (2) WORLD ECONOMIC FORUM. *The Future of Jobs Report 2023*. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf. Acesso em: 11 ago. 2025. www3.weforum.org
- (3) FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?* (2013). Disponível em: https://oms-www.files.svdcdn.com/production/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf. Acesso em: 11 ago. 2025. oms-www.files.svdcdn.com
- (4) OECD. *Skills for the Digital Transition*. Paris: OECD Publishing. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/skills-for-the-digital-transition_38c36777-en.html. Acesso em: 11 ago. 2025. [OECD](https://www.oecd.org)



(5) ILO / UNITED NATIONS. *Mind the AI Divide: Shaping a Global Perspective on the Future of Work*. Disponível em: <https://www.ilo.org/publications/mind-ai-divide>. Acesso em: 11 ago. 2025. [International Labour Organization](https://www.ilo.org/publications/mind-ai-divide)

(6) MCKINSEY & COMPANY. *AI in the Workplace / Superagency in the workplace (insights 2025)*. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/superagency-in-the-workplace-empowering-people-to-unlock-ais-full-potential-at-work>. Acesso em: 11 ago. 2025. [McKinsey & Company](https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/superagency-in-the-workplace-empowering-people-to-unlock-ais-full-potential-at-work)

(7) CELERE. *O impacto da tecnologia na engenharia e construção*. Disponível em: <https://celere-ce.com.br/gestao-de-obras/impacto-tecnologia-na-engenharia-e-construcao/>. Acesso em: 11 ago. 2025. [Celere CE+1](https://celere-ce.com.br/gestao-de-obras/impacto-tecnologia-na-engenharia-e-construcao/)

(8) BESSEN, J. *AI and Jobs: The Role of Demand* (NBER/Working Paper / capítulo). Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w24235> e versões resumo em: https://scholarship.law.bu.edu/faculty_scholarship/271/. Acesso em: 11 ago. 2025. [NBERScholarship.law.bu.edu](https://scholarship.law.bu.edu/faculty_scholarship/271/)

(9) SCIENCEDIRECT. *Automation technologies and their impact on employment: A review* (Renewable and Sustainable Energy Reviews / 2023). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162523001336>. Acesso em: 11 ago. 2025. [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162523001336)