



A ADAPTABILIDADE DOS ENGENHEIROS ÀS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA 4.0

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6129

Autores: BIANCA KAREN DIAS OLIVEIRA, GABRIEL SERGIO LAGE DE ALMEIDA, GUSTAVO HENRIQUE NUNES GONÇALVES, GUSTAVO SOUZA SANTOS, LUIZA EMILY DE FREITAS AMADOR, RENATA DOS SANTOS

Resumo: Este artigo tem como finalidade investigar as maneiras com as quais os engenheiros desenvolvem a adaptação às inovações tecnológicas diversas da atualidade, competência essencial no presente cenário de rápidas mudanças da Indústria 4.0. Nesse sentido, por meio da revisão sistemática, discutem-se os mecanismos que os profissionais do âmbito da engenharia utilizam para facilitar essa adaptabilidade. Entre os fatores analisados, destacam-se capacidades como a formação contínua, o aprendizado colaborativo (por meio da criação de comunidades de prática, permitem que os engenheiros compartilhem experiências, aprendam com os erros dos outros e desenvolvam soluções inovadoras para os impasses do mercado operário), as competências digitais (mecanismo essencial para que os profissionais aproveitem o potencial das tecnologias emergentes e construam produtos/serviços inovadores), as ferramentas de inovação (métod

Palavras-chave: engenharia, adaptabilidade, competência

A ADAPTABILIDADE DOS ENGENHEIROS ÀS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA 4.0

1 INTRODUÇÃO

A indústria tem provocado transformações profundas nos processos produtivos, impulsionando a integração de tecnologias emergentes, como automação avançada, inteligência artificial e a análise de dados massivos. Nesse contexto, a inovação tecnológica tornou-se um fator estratégico para a competitividade das empresas, exigindo profissionais com competências específicas, como adaptabilidade, flexibilidade e domínio de habilidades digitais.

No entanto, os currículos tradicionais dos cursos de engenharia muitas vezes não acompanham as exigências do mercado, carecendo de uma abordagem mais efetiva que combine teoria e prática. Assim destaca-se a necessidade de aprimorar a formação acadêmica dos engenheiros, promovendo métodos de aprendizagem colaborativa e contínua que os capacitem a lidar com os desafios de um ambiente tecnológico em constante evolução.

Estes estudos buscam explorar como a adaptação às novas tecnologias pode potencializar o desenvolvimento profissional e organizacional, contribuindo para a construção de uma vantagem competitiva sustentável. Portanto, discute a relevância de adaptação a formação dos engenheiros para que estejam aptos a desempenhar um papel estratégico na transformação tecnológica e na sustentabilidade das organizações.

Além disso, a constante inserção de práticas interdisciplinares nos cursos de Engenharia emerge como uma estratégia para alinhar a formação acadêmica às demandas contemporâneas. A tecnologia de conhecimentos das áreas de gestão, economia e ciências ambientais, aliada ao uso de tecnologias emergentes, permite a formação de engenheiros capazes de atuar de forma sistêmica, considerando aspectos técnicos, econômicos e sociais. Essa abordagem não apenas amplia a empregabilidade dos profissionais, mas também os prepara para liderar processos inovadores e sustentáveis em um mercado cada vez mais dinâmico e complexo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este estudo tem como objetivo explorar a relação entre competências organizacionais e inovação tecnológica, destacando como a adaptação a tecnologias emergentes pode gerar vantagem competitiva das empresas. Tal discussão, convém destacar, está alinhada ao perfil que se espera dos egressos, conforme disposto nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia (Conselho Nacional de Educação, 2019).

Conforme destacado por Ferrari (2010), a inovação tecnológica envolve a criação de novas tecnologias com a capacidade de criar oportunidades de negócios. Essas inovações serão aplicadas em produtos e processos, seja por empresários ou pelos próprios colaboradores, sempre com o objetivo de contribuir para a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

No entanto, os currículos dos cursos de Engenharia frequentemente não exigem critérios de mercado para profissionais capacitados. Nesse sentido, é essencial complementar a formação acadêmica dos estudantes, que costuma ser predominantemente teórica, com conteúdos voltados à prática, os quais geralmente não

são apresentados no currículo atual (Baladrón *et al.*, 2013). Além disso, segundo Honorato e Vig (2024, p. 6), “[...] é essencial repensar os modelos tradicionais de educação e treinamento”. Vidotto (2024) reforça essa ideia ao observar que as habilidades exigidas ao engenheiro são difíceis de serem desenvolvidas com os métodos de ensino convencionais. Ainda, Uzeda *et al.* (2024) destacam que não é suficiente para o aluno apenas a aprendizagem técnica, mas também abordar a realidade do trabalho. Sendo assim, observa-se ainda uma necessidade de suprir a carência de conteúdos práticos nos cursos de engenharia, que permitam um contato real do futuro profissional com a dinâmica atual do mercado.

Segundo Carvalho *et al.* (2023), a indústria 4.0 trouxe uma transformação profunda na organização do trabalho, exigindo novas competências dos profissionais. Ao passo que tecnologia como automação avançada e inteligência artificial ocupam o cenário produtivo, as demandas por flexibilidade e adaptabilidade se tornam essenciais. Essas habilidades são fundamentais para que os trabalhadores possam responder às mudanças dinâmicas do ambiente tecnológico e econômico, mantendo sua relevância e empregabilidade.

A flexibilidade é a capacidade de ajustar comportamentos, conhecimento e habilidade em função de novas situações, enquanto a adaptabilidade é a competência para aplicar essas mudanças de forma eficiente em diferentes contextos. Oliveira *et al.* (2023) relatam que essas competências são particularmente críticas no ambiente da indústria e na jornada de trabalho de um engenheiro, caracterizadas pela interconexão digital, automação e análise massiva de dados. Profissionais capacitados para se adaptarem a novos sistemas tecnológicos ou modelos organizacionais são importantes para as empresas que buscam manter sua competitividade e eficiência.

O domínio das competências digitais é imprescindível para que os engenheiros trabalhem de maneira efetiva num cenário de constante modernização, de acordo com Aires e Sá Freire (2021). Nesse sentido, para Kerbes, Silva Junior e Marinho (2023), os atuantes da área de engenharia precisam procurar o desenvolvimento próprio e possuir uma perspectiva mais abrangente do meio em que trabalham, uma vez que a extensão do processo de aprendizagem permite aos profissionais acompanharem as inovações do mercado em que estão inseridos.

De acordo com Chinaglia e Paula (2022), a aprendizagem colaborativa é um método de ensino que enfatiza a interação entre os alunos, o que lhes permite criar conhecimento em conjunto sob a mediação dos professores. Neste modelo, os alunos estão ativamente envolvidos na aprendizagem, na colaboração com os colegas e na partilha de ideias. O modelo cooperativo facilita a autonomia dos alunos devido à oportunidade de explorar diferentes formas de realizar uma tarefa. E numa realidade onde o mercado de trabalho passou a exigir do profissional de engenharia competências como comunicação, trabalho em equipe, criatividade e inovação para resolução de problemas, a aprendizagem colaborativa se adequa muito bem ao ensino de engenharia, pois proporciona o desenvolvimento de tais habilidades, ao estimular autoaprendizagem contínua e o trabalho em equipe (Anabuki, 2019).

Silva e Zaidan (2013, p. 56) definem a gestão de mudanças como “[...] um processo eficaz de alocação de recursos, de forma a transformar a organização, com o objetivo de melhorar a sua eficácia [...]” e, ainda, que consiste na realização de atividades que visam minimizar os impactos da transformação. Alinhando esse conceito aos constantes avanços tecnológicos aos quais as empresas e, consequentemente os profissionais de engenharia devem se adaptar, observa-se que a gestão de mudanças se faz necessária para coordenar esse processo. Nesse sentido, as ferramentas de inovação se tornam aliadas, pois como afirmam Santos e Francisco (2017), inovação é “[...] um fator fundamental para a permanência de uma empresa no mercado [...]” em decorrência das constantes

transformações tecnológicas e a necessidade de manter a competitividade.

Conforme apresentado, os tópicos definidos podem trazer benefícios para a formação profissional. Portanto, deseja-se explorar, por meio da revisão sistemática, se a adoção dessas ferramentas na área de engenharia contribui significativamente para a adaptação tecnológica e o porquê desse resultado, ou seja, qual a relação entre a aplicação desses métodos e a melhora na adaptabilidade dos engenheiros diante das inovações.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado a partir de uma revisão sistemática cuja busca de artigos publicados em periódicos ocorreu na plataforma Google Acadêmico a partir das seguintes palavras-chave: engenharia, adaptabilidade, competência, inovação, indústria 4.0, tecnologia, aprendizagem, formação, flexibilidade, profissional, capacitação e eficiência. Além disso, foram utilizados filtros tanto para restrição apenas ao idioma em português, para que a pesquisa fosse mais centrada na realidade brasileira, quanto para ano de publicação a partir de 2021, visto que a temática da Indústria 4.0, que é incluída na pesquisa, começou a ter mais visibilidade a partir desse ano, conforme afirmam Kagerman *et al.* (2023).

A busca originou 244 resultados, que passaram por um processo de seleção. Dessa forma, foram excluídos livros, trabalhos acadêmicos, teses e dissertações de pós-graduação, deixando exclusivamente os artigos publicados em periódicos devido ao rigor relacionado à revisão e aprovação pelo qual esse tipo de pesquisa é submetido antes de ser publicado, permitindo uma busca mais precisa.

Na primeira etapa, no processo de inclusão e exclusão, foram excluídos todos os documentos que não fossem artigos publicados em periódicos científicos, como livros, teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso. Essa escolha se justifica pelo rigor metodológico e pela revisão por pares exigidos em publicações periódicas, o que assegura mais confiabilidade às fontes utilizadas. Em seguida, foi realizada uma leitura exploratória de títulos, resumos e palavras-chave, reduzindo-se o número para 11 artigos que abordavam, de maneira direta, a temática proposta.

Na etapa seguinte, esses 11 artigos foram organizados em uma planilha, na qual foram categorizados os principais conceitos presentes em cada um – como flexibilidade, competências digitais, educação continuada, ferramentas de inovação, aprendizagem colaborativa e gestão de mudanças. Com base nessa sistematização, foi possível identificar os artigos mais alinhados ao foco da pesquisa. A partir disso, cinco artigos foram destacados para análise comparativa aprofundada, devido à sua aderência direta aos objetivos do estudo. Os demais artigos, embora não tenham sido foco central da análise, foram igualmente utilizados para subsidiar a fundamentação teórica e enriquecer a discussão dos resultados.

Dentre os 11 artigos selecionados, três obras mereceram destaque pela relevância e profundidade analítica com que trataram os eixos centrais desta investigação: os estudos de Honorato e Vig (2024), Vidotto (2024) e Carvalho *et al.* (2023). Esses trabalhos abordam com clareza temas fundamentais como os desafios da formação educacional dos engenheiros, a desconexão entre os currículos acadêmicos e as exigências do mercado, bem como as competências práticas e comportamentais exigidas pela Indústria 4.0. Por essa razão, foram utilizados como referências no embasamento teórico e na estruturação da análise crítica do presente estudo.

Posteriormente, foi feita a coleta das informações dos artigos por meio de uma planilha padronizada para constatar os temas abordados em cada trabalho, avaliando como aprovados. Esses processos para o critério de seleção foram fundamentais para garantir a

relevância e a qualidade dos outros escolhidos, possibilitando uma base significativa para responder à pergunta de pesquisa deste estudo.

O Quadro 1 apresenta a planilha final com as percepções acerca de cada artigo selecionado, em que as células preenchidas com “S” (sim) indicam a presença daquele conceito na pesquisa, enquanto as células com “N” (não) indicam a ausência daquela definição. Na coluna “Outras”, são apresentados outros conceitos presentes nos artigos.

Quadro 1 - Presença de conceitos abordados em cada artigo selecionado

Autores	Flexibilidade	Educação Continuada	Adaptabilidade	Competências Digitais	Aprendizado Colaborativo	Ferramentas de Inovação	Gestão de Mudanças	Outras
Oliveira <i>et al.</i> (2023)	S	S	S	S	N	S	S	Domínio de línguas estrangeiras, indústria 4.0, capacitação, automação
Carvalho <i>et al.</i> (2023)	S	S	S	S	S	S	S	Comunicação, <i>hard</i> e <i>soft skills</i>
Aires e Sá Freire (2021)	S	S	S	S	N	S	S	Liderança
Kerbes, Silva Junior e Marinho (2023)	S	S	S	S	N	S	S	Gestão, liderança, competências técnicas e comportamentais
Lacerda, Fiorini e Ubeda (2024)	S	S	S	S	S	N	S	Atitude, comunicação

Fonte: Autores deste estudo

Nessa investigação, foram utilizados não apenas os artigos selecionados, mas também outras pesquisas para fundamentar conceitos relevantes desta pesquisa (anteriormente apresentados na seção Referencial Teórico) e para criar uma base mais sólida com respeito aos resultados evidenciados e discutidos na seção seguinte, além de complementar as informações fornecidas.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados e discutidos os resultados de pesquisas sobre métodos para desenvolver a capacidade de adaptação dos profissionais de engenharia às novas tecnologias, competência apresentada nas seções iniciais e que teve a sua essencialidade fundamentada anteriormente. Com base nos dados coletados, descrevem-se as formas mais eficazes que os engenheiros adotam para acompanhar as mudanças tecnológicas e como essas práticas impactam sua atuação profissional. Além disso, são discutidos os desafios encontrados durante esse processo de mudança, juntamente com as oportunidades que surgem ao agir diante da mudança.

4.1 Análise geral das informações dispostas no Quadro 1

A partir da planilha (Quadro 1) utilizada durante o processo de seleção dos artigos, observa-se que os conceitos de flexibilidade, educação continuada, adaptabilidade, competências digitais e gestão de mudanças estiveram presentes em todas as pesquisas analisadas, ou seja, essas competências ganharam mais visibilidade pelos autores, em comparação com o aprendizado colaborativo que só foi identificado em duas pesquisas.

Por outro lado, ferramentas de inovação foi uma definição que não esteve presente apenas em um artigo.

Quanto aos tópicos colocados na coluna Outros do Quadro 1, destacam-se as habilidades de comunicação, presentes em três artigos quando se classifica o domínio de línguas estrangeiras nesse nicho. Nesse sentido, Carvalho et. al. (2023) englobam a comunicação ao perfil esperado do profissional, qualificando-a como essencial.

Como a temática estudada se trata da adaptação às inovações tecnológicas, é intuitivo pensar que mecanismos para a adaptação se relacionam com a aquisição de novos conhecimentos e ajustamento à presente realidade, nesse caso, a de um mercado em constante renovação tecnológica. Diante disso, é pertinente analisar os motivos da relevância dessas competências para o perfil do profissional de engenharia, isto é, por que esses mecanismos contribuem de forma significativa para a manutenção do engenheiro em sua profissão.

Dessa forma, tem-se como uma possível causa a contribuição para o processo de aprendizagem de novas técnicas, ou seja, que grande parte desses mecanismos sejam importantes para a educação continuada, ferramenta apresentada anteriormente, já que é preciso que o trabalhador atualize constantemente seus conhecimentos para acompanhar o ritmo de inovações nos processos produtivos.

4.2 Percepção sobre a necessidade de adaptação às inovações

No contexto atual de constante reforma tecnológica, é fundamental que os engenheiros estejam preparados para enfrentar as inovações, com o objetivo de viabilizar a inserção e a permanência no mercado de trabalho, visto que esse processo inevitavelmente ganha força nas organizações, que procuram evitar a utilização de estratégias e ferramentas já obsoletas, o que mostra que tanto o trabalhador quanto as empresas necessitam de adaptação às novidades tecnológicas. Por outro lado, segundo Aires, Moreira e Freire (2017), o conhecimento técnico, por si só, não é suficiente para garantir que o profissional se destaque. Em um ambiente competitivo, a capacidade de resolver problemas e conflitos por meio da criatividade e inovação torna-se essencial.

A adoção dessas competências no cotidiano do profissional de engenharia gera uma vantagem no mercado, um diferencial indispensável para o perfil profissional na Indústria 4.0, que exige cada vez mais adaptação e respostas rápidas às mudanças tecnológicas. Assim, incorporar a criatividade e a inovação nas práticas não apenas contribui de maneira significativa para o sucesso da empresa, mas também consolida a posição do engenheiro no mercado, alinhando-o às novas demandas que surgem constantemente. Portanto, na situação atual, não é apenas útil, mas também fundamental que os profissionais estejam preparados para as inovações tecnológicas.

Esse cenário provoca mudanças no currículo e na formação do profissional, já que as universidades precisarão constantemente revisar seu currículo para não só trabalhar o conteúdo técnico, mas também estimular o desenvolvimento de competências como pensamento crítico, resiliência e a capacidade de aprender continuamente. Uma abordagem que coloque os estudantes para pensar soluções em situações complexas, a partir da colaboração, prepararia os futuros profissionais para um mercado em que, além de conseguir se adaptar, o engenheiro seria capaz de trazer transformações, agregando valor às empresas e atuando nos processos de inovação tecnológica.

4.3 Mecanismos para adaptação

A adaptação de um engenheiro às inovações requer a combinação de vários mecanismos e estratégias que garantam sua relevância no mercado de trabalho e sua adequação às exigências da Indústria 4.0. Diante da constante transformação do cenário

produtivo, caracterizado por tecnologias como automação avançada e inteligência artificial, é necessário que o profissional desenvolva competências que favoreçam sua flexibilidade e adaptabilidade.

Para possibilitar o ajuste a essas mudanças, é fundamental que o trabalhador busque, além do domínio técnico, a capacitação em habilidades digitais, conforme afirmam Aires e Freire (2021). O conhecimento sobre as novas ferramentas tecnológicas e a compreensão dos novos modelos organizacionais são cruciais para que o engenheiro consiga operar de forma eficaz em um ambiente cada vez mais digitalizado e automatizado. O desenvolvimento contínuo e a ampliação do aprendizado, como sugerem Kerbes, Silva Junior e Marinho (2023), são fundamentais para que o engenheiro acompanhe as inovações do mercado, tornando-se capaz de aplicar esses conhecimentos de forma prática e estratégica.

Quanto à formação do engenheiro na universidade, Cavalcanti *et al.* (2022, p. 99) concluíram, através de uma pesquisa realizada em uma universidade pública do país, que, com relação ao tema Indústria 4.0, “[...] o envolvimento do indivíduo com pesquisas universitárias, sejam elas teóricas ou de campo, beneficia na atualização deste em temas atuais”. Esse resultado indica que, além da união indústria-academia, evidenciada como fator importante para a formação do engenheiro, a participação em pesquisas acadêmicas relacionadas ao tema também contribui para a preparação de um trabalhador que atenda às demandas da nova indústria.

Ainda no nicho educacional, Campanini *et al.* (2022, p. 334) afirmam o seguinte: “A formação educacional precisa então ser remodelada e deve ser pensada desde a educação básica até a requalificação e aprimoramento em larga escala do profissional em atividade”. Dito isso, observa-se não apenas a necessidade de qualificação do profissional já formado ou em formação, mas também do indivíduo desde a educação básica, garantindo a familiaridade com a inovação, o que amplia a solução da problemática em questão para as futuras gerações de profissionais tanto para a engenharia quanto para áreas correlatas.

Outro mecanismo importante é a aprendizagem colaborativa, que facilita o desenvolvimento de competências imprescindíveis, como comunicação, trabalho em equipe e inovação, todas fundamentais para o engenheiro no cenário atual. Segundo Chinaglia e Paula (2022), a aprendizagem colaborativa promove a interação entre os alunos, estimulando a criação conjunta de conhecimento. Esse modelo de ensino prepara o profissional para enfrentar os desafios tecnológicos, incentivando a autonomia e o autoaprendizado contínuo, competências exigidas pelas demandas do mercado de trabalho atual (Anabuki, 2019).

Além disso, a gestão de mudanças é crucial para o processo de adaptação às inovações tecnológicas. No contexto tecnológico, essa gestão é essencial para coordenar a implementação de novas ferramentas e processos, minimizando os impactos das transformações e garantindo a continuidade das operações. Inovações tecnológicas, portanto, tornam-se aliadas da empresa, permitindo que ela se mantenha competitiva e preparada para as transformações do mercado (Santos; Francisco, 2017).

Esses mecanismos, juntos, formam uma base significativa para que os engenheiros se adaptem às inovações tecnológicas, garantindo sua empregabilidade e capacidade de agregar valor às empresas em um cenário de rápidas mudanças tecnológicas. A união dessas medidas gera destaque para o profissional, devido à exigência crucial de adaptação criada pelo mercado. Portanto, o engenheiro se adequa às demandas e se torna um personagem ativo na inovação.

4.4 Desafios para a adaptação

A participação dos engenheiros na inovação tecnológica está associada a muitos

desafios, tanto no campo de estudo como no mercado de trabalho. Esses desafios podem dificultar o processo de inovação exigido pela Indústria 4.0 e dificultar a preparação de profissionais para atender às novas exigências tecnológicas.

Um dos principais desafios se reflete na diferença entre o que é ensinado nas universidades e as competências necessárias no mercado. Para Carvalho *et al.* (2023), a academia está lutando para atualizar seu currículo devido ao ritmo da inovação. Além disso, a constante evolução dos conhecimentos necessários torna inviável a atualização periódica dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs), pois conforme mostra Akdur (2022), não há como criar um currículo universal para preparar todos os graduados para o mercado, pois as competências se relacionam mais ao perfil de cada um. Essa dificuldade de renovação pode criar uma grande lacuna entre o conhecimento acadêmico e as necessidades da indústria, dificultando a preparação dos engenheiros para os desafios do mercado do mundo real.

Outro grande desafio é a falta de professores qualificados com experiência prática na indústria. Carvalho *et al.* (2023) mencionam falta de experiência profissional, o que também é importante, pois o mercado de trabalho exige candidatos com habilidades práticas e interpessoais, mas muitos estudantes podem não ter experiência antes da formatura.

Além disso, a falta de competências entre a força de trabalho é um problema recorrente. As empresas muitas vezes têm dificuldade em encontrar especialistas que cumpram requisitos técnicos específicos porque as competências ensinadas nas universidades não correspondem à procura do mercado, o que implica gasto de recursos por parte das empresas para treinar os colaboradores (Akdur, 2022). Essa situação representa um círculo vicioso que provoca a falta de condições iniciais para investimento em formação, o que pode afetar o sucesso da empresa.

Campanini *et al.* (2022) também observam uma queda de investimentos em programas de qualificação profissional no Brasil e que essa situação pode ser revertida através da regulamentação legal, trazendo programas educacionais que trabalhem competências como criatividade e pensamento analítico. Essa mudança se faz necessária, pois a falta de aplicações afeta o aspecto de inclusão no mercado, visto que esses investimentos têm como benefício o acesso à capacitação para as camadas mais vulneráveis.

Gerenciar essas mudanças tecnológicas é um desafio para as organizações que devem implementar efetivamente novas ferramentas e processos. A adaptação à inovação, tanto em nível individual como organizacional, exige a criação de uma aprendizagem contínua e de formação conjunta que inclua a colaboração entre empresas e universidades. Essas estratégias são importantes para superar o problema de profissionais qualificados e preparar engenheiros para um mercado de trabalho dinâmico e tecnológico (Carvalho *et al.*, 2023).

4.5 Síntese dos resultados

Os resultados apresentados destacam a importância da adaptação às inovações tecnológicas como um diferencial essencial para os profissionais de engenharia no cenário atual. Flexibilidade, aprendizado contínuo, gestão de mudanças e aprendizagem colaborativa surgem como mecanismos eficazes para desenvolver competências dedicadas à exigência da Indústria 4.0, promovendo a empregabilidade e o valor agregado dos engenheiros nas organizações.

Contudo, os desafios relacionados com a atualização curricular, a qualificação docente e as lacunas entre o ensino e a prática reforçam a necessidade de formação integrada entre universidades, empresas e políticas públicas para superar essas barreiras.

Essa análise evidencia que, embora os mecanismos planejados criem oportunidades óbvias, os desafios persistem como obstáculos críticos que exigem atenção estratégica para garantir uma formação e atuação profissional alinhadas às demandas.

Quanto à presença das estratégias discutidas nos artigos, conclui-se que, apesar do destaque de alguns termos, cada mecanismo se mostra de grande valor para o processo de adaptação às tecnologias e para a manutenção dos engenheiros no mercado de trabalho, o que ressalta a combinação dessas práticas como a chave para a questão discutida. Portanto, aliar todos esses métodos cria, além da facilidade com as novas tecnologias, uma espécie de hábito da inovação, pois o profissional se tornará capaz de aprimorar as tecnologias existentes e se acostumará ao ritmo de renovação tecnológica, facilitando sua adaptação a reestruturações futuras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise feita neste estudo, concluiu-se que a adaptabilidade às novas tecnologias é uma competência importante para os engenheiros no contexto da Indústria 4.0. Essa habilidade é fundamental para assegurar a adequação e a empregabilidade dos profissionais diante das rápidas transformações tecnológicas no âmbito da engenharia.

Os resultados do estudo mostraram que as iniciativas para realizar formação contínua, o aprendizado colaborativo e o domínio de competências digitais desempenham papéis cruciais na formação dos engenheiros. Esses fatores promovem a flexibilidade e a eficiência em situações de mudanças constantes e ajudam para melhor organização, especialmente em um mercado muito competitivo.

Entretanto, desafios como a defasagem curricular, a falta de qualificação docente e a lacuna entre o ensino e a prática continuam a dificultar a formação qualitativa nos cursos da engenharia. Para superar essas barreiras, é necessária uma abordagem que combine vários elementos, áreas e setores, envolvendo instituições de ensino, empresas e políticas públicas, promovendo uma formação atenta às demandas atuais do mercado e às necessidades tecnológicas.

Além disso, este estudo evidenciou que a gestão de mudanças e o uso de ferramentas de inovação são fundamentais para auxiliar tanto os profissionais quanto as organizações na adaptação às exigências do mercado. Esses elementos, quando combinados com estratégias de aprendizagem contínua, fortalecem a capacidade de engenheiros e empresas em enfrentar os problemas originados com o advento da Indústria 4.0.

Pesquisas futuras podem aprofundar a análise sobre a aplicação prática de estratégias de aprendizagem adaptativa e explorar novas abordagens pedagógicas que combinem teoria e prática de maneira mais eficaz. Estudos comparativos entre diferentes setores industriais também podem oferecer perspectivas valiosas para a formação de engenheiros em áreas específicas da Indústria 4.0.

Assim, a adaptabilidade tecnológica não apenas se mostra uma qualidade diferencial, ou até mesmo desejável, mas também se torna uma competência indispensável para os futuros engenheiros, formando profissionais preparados para atenderem às demandas de um cenário de trabalho mais dinâmico, inovador e competitivo, garantindo a qualidade do desempenho profissional próprio, além bons resultados e retornos às instituições nas quais seus serviços serão prestados.

REFERÊNCIAS

AIRES, Regina Wundrack do Amaral; FREIRE, Patricia de Sá. Competências gerais requeridas aos profissionais da sociedade em transformação digital: uma proposta para trabalhadores do setor industrial. **R. Gest. Anál.**, Fortaleza, v. 10, n. 2, p. 146-166, 9 set. 2021. Disponível em: <https://periodicos.unichristus.edu.br/gestao/article/view/3452>. Acesso em: 11 nov. 2024.

AIRES, Regina Wundrack do Amaral; MOREIRA, Fernanda Kempner; FREIRE, Patricia de Sá. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. **Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação – ciki**, [s. l.], v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314>. Acesso em: 11 dez. 2024.

AKDUR, Deniz. Analysis of software engineering skills gap in the industry. **ACM Transactions on Computing Education**, Ankara, v. 23, n. 1, p. 1-28, 29 dez. 2022. DOI <https://doi.org/10.1145/3567837>. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3567837>. Acesso em: 17 fev. 2025.

ANABUKI, Erika Tiemi. Aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem colaborativa no ensino de engenharia de controle e automação. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 5, n. 10, 2019. DOI: 10.31417/educitec.v5i10.469. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/469>. Acesso em: 12 nov. 2024.

CAMPANINI, Pedro Reinaldo *et al.* Automação no contexto da indústria 4.0 e relações trabalhistas: problemas da falta de regulamentação legal no Brasil. **Revista Eletrônica de Administração**, [s. l.], v. 21, n. 2, ed. 41, p. 324-344, jul./dez. 2022. Disponível em: <http://periodicos.unifacef.com.br/rea/article/view/2189>. Acesso em: 12 dez. 2024

CARVALHO, Felipe *et al.* **Investigando a relação entre academia e indústria de tecnologia da informação**: uma revisão sistemática da literatura. 2023. 19 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia da Informação) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/10952>. Acesso em: 12 dez. 2024.

CAVALCANTI, Eline Velasques; HONÓRIO, Fillippi Mickael Martini; JOHANN, Jerry Adriani; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. Análise da indústria 4.0 em uma instituição de ensino superior. **E & G Economia e Gestão**, Belo Horizonte, v. 22, n. 62, p. 85-102, maio/ago. 2022. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/economiaegestao/article/download/26396/20587>. Acesso em: 12 dez. 2024.

CHINAGLIA, Andréia Pires; PAULA, Ercília Maria Angeli Teixeira de. Aprendizagem colaborativa no ensino superior: revisão de literatura e análise de uma prática musical colaborativa. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 7, p. 1-18, 17 maio 2022. DOI <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.29263>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29263>. Acesso em: 12 nov. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. *In*: CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resoluções CNE/CES 2019**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 16 jul. 2025.

HONORATO, Glaucio Menoni; VIG, Rosângela. Desafios para os profissionais na 4ª revolução industrial. **EmpiricaBR**, [s. l.], v. 4, n. 2, 24 dez. 2024. Não paginado. DOI <https://doi.org/10.15628/empricabr.2024.17470>. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/EmpiricaBR/article/view/17470>. Acesso em: 16 jul. 2025.

KERBES, Jeferson; SILVA JUNIOR, Ovídio Felipe Pereira da; MARINHO, Sidnei Vieira. Desbravando o futuro do gerenciamento de projetos: tendências e oportunidades emergentes no contexto brasileiro. **Revista de Gestão e Projetos – (GeP)**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 111-131, set./dez. 2023. DOI <https://doi.org/10.5585/gep.v14i3.25028>. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9195908>. Acesso em: 11 nov. 2024.

LACERDA, Gabriel Galvão de; FIORINI, Paula De Camargo; UBEDA, Cristina Lourenço. Competências técnicas e comportamentais fundamentais para a transformação digital nas organizações: explorando direcionadores de estudo. **Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 105-129, 7 maio 2024. DOI <https://doi.org/10.20401/rasi.10.2.821>. Disponível em: <https://www.rasi.vr.uff.br/index.php/rasi/article/view/821>. Acesso em: 11 nov. 2024.

OLIVEIRA, Elohim Jun Odo de *et al.* Metodologia inovadora para determinação do perfil profissional e identificação de desafios e do papel de stakeholders na indústria 4.0. **CPITT – Caderno de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 147-162, 31 dez. 2023. DOI <https://doi.org/10.21166/cpitt.v5i2.4926>. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/CPITT/article/view/4926>. Acesso em: 11 nov. 2024.

SANTOS, Ismael Luiz; FRANCISCO, Mayla Christine Vieira. Aplicação do funil de inovação em empresas criadoras de softwares. **Ágora**: Revista de divulgação científica, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 25-46, jan./jul. 2017. DOI <https://doi.org/10.24302/agora.v22i1.1393>. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/agora/article/view/1393>. Acesso em: 12 nov. 2024.

SILVA, Marcos Antônio da; ZAIDAN, Fernando Hadad. Gestão de processos de negócios alinhada à gestão de mudanças com ênfase na melhoria contínua de processos: processo folha de pagamento. **Revista de Sistemas e Computação**, Salvador, v. 3, n. 1, p. 54-65, jan./jun. 2013. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rsc/article/view/2578/1948>. Acesso em: 12 nov. 2024.

VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor. **Estratégia de ensino e aprendizagem ativa**: transformando o ensino de engenharia por meio do desenvolvimento de experimentos para um laboratório virtual. Orientador: Liane Margarida Rockenbach Tarouco. 2024. 213 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande

do Sul, Porto Alegre, 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/285222>. Acesso em: 17 jul. 2025.

UZEDA, Luiz Eduardo Figueiredo de *et al.* Metodologias Ativas no Ensino Superior em Engenharia de Produção: investigação e análise das publicações dos Anais do ENEGEP. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 44., 2024, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Enegep, 2024. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_420_2067_47389.pdf. Acesso em: 17 jul. 2025.

THE ADAPTABILITY OF ENGINEERS TO TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN INDUSTRY 4.0

Abstract: *This article aims to investigate how engineers develop adaptation to today's diverse technological innovations, an essential competence in the current scenario of rapid changes in Industry 4.0. Through a systematic review, it discusses the mechanisms used by engineering professionals to facilitate this adaptability. Among the factors analyzed are capacities such as continuous education, collaborative learning (through the creation of communities of practice, they allow engineers to share experiences, learn for other's mistakes and develop innovative solutions to labor market impasses), digital competencies (essential mechanism for professionals to harness the potential of emerging technologies and build innovative products/services) , and innovation tools (methods and techniques to simulate the creativity and generate problem satisfaction). The study also highlights the critical role of educational institutions in shaping engineers, promoting the acquisition of technical and behavioral skills. Results indicate that professionals must adopt a proactive and continuous approach to learning, ensuring flexibility in work sectors. It concludes the importance of adaptability skills for individual growth and organizational success in a scenario that is increasingly dependent on innovations.*

Keywords: *engineering, adaptability, competence, innovation, industry 4.0.*

