



## Educação 4.0 e as competências essenciais para a formação de Engenheiros na Indústria 4.0

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5318

**Autores:** CARLA ANDREA SOARES DE ARAUJO, JOAO VICTOR MARTINS MOZELLI, PIETRA GATTI SARTORI, GIOVANNI RIBEIRO GIMENEZ

**Resumo:** A 4ª Revolução Industrial, caracterizada pela fusão de tecnologias que redefinem os limites entre o físico, digital e biológico, impulsiona a Indústria 4.0, que integra sistemas ciberfísicos, IoT e computação em nuvem. Essa transformação digital e automação avançada mudam a natureza do trabalho, exigindo flexibilidade, novas competências e a cooperação entre homem e máquina. Para a Indústria 4.0, são necessárias novas competências técnicas e socioemocionais, conhecidas como hard e soft skills, como a compreensão das interações entre máquinas, análise de dados e habilidades colaborativas. Os engenheiros devem se adaptar a essa nova realidade, enfrentando os desafios da transformação produtiva e a necessidade de formação contínua, para garantir competitividade e eficiência no mercado global. O artigo destaca a importância da educação 4.0 e das competências essenciais para a formação de engenheiros capazes de implementar esse modelo nas empresas brasileiras, visando preparar profissionais aptos a atuar eticamente e de forma inovadora.

**Palavras-chave:** Educação 4.0; Competências; Indústria 4.0

# EDUCAÇÃO 4.0 E AS COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS PARA A FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS NA INDÚSTRIA 4.0

## 1 INTRODUÇÃO

A virada do milênio trouxe consigo uma profunda mudança para a sociedade. O que hoje se denomina como 4ª Revolução Industrial tem se configurado a partir de progressos tecnológicos exponenciais, com o aumento da velocidade, a amplitude e profundidade da difusão e criação de tecnologias. Esse desenvolvimento tecnológico exponencial impacta toda a sociedade, com maior ênfase para a educação e a empregabilidade, podendo trazer maior desigualdade assim como pode trazer abundância (DIAMANDIS & KOTLER, 2012).

Como destaca Klaus Schwab (2016), a 4ª Revolução Industrial é caracterizada pela fusão de tecnologias que estão redefinindo os limites entre o físico, o digital e o biológico. Nesse contexto, a Indústria 4.0 surge como uma manifestação concreta dessa revolução, integrando sistemas ciberfísicos, Internet das Coisas (IoT) e computação em nuvem para otimizar processos industriais. A 4ª Revolução Industrial está intrinsecamente ligada ao conceito da Indústria 4.0, marcando uma era de transformação digital e automação avançada.

O uso de sistemas ciberfísicos juntamente com uma rede inteligente de objetos na manufatura será capaz de promover no futuro um trabalho com flexibilidade e qualidade no qual as tarefas serão distribuídas em múltiplas dimensões de tempo, espaço e satisfação. As inovações tecnológicas irão remover a dependência de se trabalhar em locais fixos com horários fixos, mudando assim a natureza do trabalho tanto na fabricação como nas atividades que exigem uso intensivo de conhecimento. As inovações tecnológicas continuarão a transformar produtos e serviços e, portanto, exigirá que a força de trabalho desenvolva continuamente novos conhecimentos e desenvolva novas capacidades. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), que ainda não encontraram o ápice de seu desenvolvimento, desempenharão um papel fundamental nas novas estratégias de design de competências. Das fábricas aos escritórios, a experiência de interação homem-computador está se transformando numa experiência de cooperação homem-computador. Tudo isso exigirá novas competências dos profissionais envolvidos nos ambientes de manufatura (BAUER *et al.* 2015:422)<sup>1</sup>.

O avanço tecnológico não só tem permitido maior acesso a computadores pessoais como uma importante ferramenta de trabalho e de produtividade, mas também tem favorecido o trabalho em qualquer lugar, assim como a agilidade no acesso a informações ou as compras *on line*. Pode-se dizer que nesta 4ª Revolução o emprego deixa de ser

<sup>1</sup> Tradução livre de “*The use of cyber-physical systems with intelligently networked objects in manufacturing will enable a new quality of flexible working in the future which will constitute tasks distributed in multiple dimensions of time, space and content. Technological innovations remove the dependency on fixed workplaces and work schedules, thereby changing the nature of work both in manufacturing and in knowledge-intensive occupations. Technological innovations will continue to alter products and services and will therefore require workforces to continuously develop new knowledge and capabilities. Information and communications technologies (ICTs), which are yet to achieve their most revolutionary developments, have a key role to play in future work design strategies. From factories to offices, human-computer interaction is transforming into human-computer cooperation. All this will necessitate new qualifications for employees in manufacturing environments*” (BAUER *et al.* 2015:422).

menos quantitativo, como nas primeira e segunda revoluções industriais e passa a ser mais qualitativo, alicerçado no poder do conhecimento e uso de tecnologias, torna-se importante conhecer com mais detalhes os requisitos cognitivos, organizacionais, sociais e pessoais da força de trabalho a ser empregada nesta realidade. Por esta razão, torna-se importante conhecer com mais detalhes os requisitos cognitivos, organizacionais, sociais e pessoais da força de trabalho a ser empregada nesta realidade.

Este conhecimento, pode-se dizer, está associado ao que denominamos comumente como “perfil profissional”. Porém, pode-se compreender o perfil profissional na sua ambivalência enquanto empregabilidade e enquanto competência. Nesse sentido, este artigo<sup>2</sup> trata, por um lado, das competências que os profissionais de engenharia devem possuir para propiciar a implementação do modelo de Indústria 4.0 nas empresas brasileiras, assim como pretende contribuir para a discussão sobre as mudanças necessárias no processo educativo e formativo de futuros engenheiros, em específico, compreender as competências que os profissionais de engenharia devem possuir para propiciar a implementação do modelo de Indústria 4.0 nas empresas brasileiras.

Este artigo faz duas potenciais contribuições para o corpo do conhecimento sobre a Indústria 4.0 e sua força de trabalho. Primeiro, destaca os fatores humanos como forças motrizes para o desenvolvimento da Indústria 4.0 e, nesse sentido aponta as principais competências dos profissionais de engenharia nesta empreitada. Em segundo lugar, evidencia a necessidade de se discutir e implementar novas estratégias educativas e que preparem os engenheiros não apenas para os desafios técnicos da Indústria 4.0, mas também para atuar de forma ética, colaborativa e inovadora em um mundo em constante mudança.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão da literatura, partiu-se primeiro da compreensão da Indústria 4.0, seu contexto de criação e das tecnologias que a diferenciam de outros modelos produtivos. Em seguida, para traçar um perfil de profissional de engenharia aderente a esta realidade buscou-se observar como o conceito de competência é apresentado ou não nestas referências e, por fim, quais as principais competências atribuídas aos profissionais de engenharia eram as mais citadas. Por meio das plataformas Scielo, Scopus e Google Acadêmico, procurou-se artigos que apresentassem as palavras-chave “Indústria 4.0”, “Engenheiros” e “Competências”.

### 2.1 A Indústria 4.0 e seu contexto de mudança

O surgimento da Indústria 4.0 pode ser dividido em três fases. A primeira delas foi entre 2011 e 2015, onde o termo Indústria 4.0 foi cunhado e as primeiras tecnologias começaram a ser desenvolvidas e adotadas. De 2015 a 2020, a segunda fase, onde suas tecnologias se popularizaram e começaram a ser adotadas em maior escala. Por fim, a terceira fase, iniciou-se em 2020, com as tecnologias se tornando cada vez mais avançadas e integradas.

A Indústria 4.0, marca o desenvolvimento exponencial e a fusão de três grandes categorias tecnológicas, sendo elas digitais, físicas e biológicas, o que representa uma transformação significativa no modo de fabricação, caracterizado pela personalização e pela digitalização dos processos de produção. Pires, explica de forma didática de que se trata a Indústria 4.0:

---

<sup>2</sup> Este artigo é resultado de um projeto de pesquisa de iniciação científica sobre competências e profissionais da engenharia na Indústria 4.0.

(...) a Indústria 4.0 é uma evolução tecnológica em que se alarga fortemente a utilização de meios digitais para produzir, tomar decisões e interligar os meios de produção. (...) Em termos simples, consiste numa mudança de paradigma de produção centralizada para um tipo de produção descentralizada, com informação distribuída e localizada em várias fontes, permitindo que os instrumentos de produção (as máquinas) tenham capacidade de tomar decisões automáticas (aspectos cognitivos), quer ao nível da sequência de operações, quer ao nível de alternativas, no caso de as condições de produção não estarem reunidas (2018: 17-18).

Por outro lado, Saniuk, Caganova & Saniuk complementam este conceito no que diz respeito ao produto, resultado deste novo modelo de produção:

O conceito de Indústria 4.0 refere-se a uma mudança de paradigma da produção personalizada, adaptada às necessidades, preferências pessoais, gostos e estilo de vida de clientes individuais. As restrições financeiras e de conhecimento constituem um desafio fundamental para a implementação do conceito de Indústria 4.0 (2023:220)<sup>3</sup>.

A adoção da Indústria 4.0 representa uma oportunidade significativa para as empresas melhorarem sua eficiência, produtividade e competitividade. No entanto, também representa um desafio, pois requer mudanças significativas nos processos de produção e na cultura organizacional das empresas.

Chamada também por *Fábrica inteligente* ou *Fábrica Digital*, a Indústria 4.0 trabalha com sistemas cada vez mais conectados, mas também descentralizados, ou seja, com ações autônomas e integradas, independentes da localização. Outro aspecto a ser enfatizado é que o sistema em si oportuniza aquisição e distribuição de produtos e serviços mais individualizados. Isso significa que estes produtos e serviços serão mais personalizados, ou seja, atenderão mais prontamente as necessidades do cliente (LASI et al. 2014).

Nesse sentido, pode-se dizer que a adoção de novas tecnologias, como sistemas ciberfísicos, internet das coisas e inteligência artificial, não apenas transforma a produção e a distribuição de bens e serviços, mas também tem implicações profundas em aspectos sociais como o desenvolvimento de habilidades dos trabalhadores e o impacto ambiental. Consequentemente, os setores industriais modificam-se, com o intuito de hierarquizar os que possuem capacitação para desenvolver suas habilidades tecnológicas, mas ao mesmo tempo, universalizar o acesso a tais, abrangendo a gama de aspectos que a tecnologia pode estar presente.

Em contrapartida, para que a Fábrica Inteligente se estruturasse, muitos desafios precisaram ser enfrentados, tais como a integração de várias tecnologias que possuíam diferentes protocolos, formatos de dados e requisitos de processamento. Além disso, dada a complexidade desse sistema, é importante que a modelagem e a simulação sejam precisas, que ocorra a integração e análise de dados e cuidar da segurança e privacidade desses dados. Outro aspecto relevante é o treinamento de ferramentas de inteligência artificial, que permite o uso de tecnologia para identificar padrões e otimizar processos de maneira extremamente eficiente e veloz quando comparado a um humano, sendo muito eficaz principalmente para melhorar a qualidade das decisões tomadas nas fábricas e reduzir os custos operacionais.

<sup>3</sup> Livre tradução de: *The Industry 4.0 concept is an effect of a changing paradigm of customized production, tailored to the needs, personal preferences, tastes and lifestyle of individual customers.*

Com isso, é possível enxergar uma forte cooperação entre a indústria 4.0 e a sustentabilidade no geral, principalmente quando se trata de eficiência de recursos como energia elétrica e matérias primas. A otimização permite obter resultados iguais ou até superiores utilizando menos recursos, por isso, a popularização das tecnologias 4.0 tendem a contribuir para uma sociedade que convive em harmonia com o meio ambiente.

## 2.2 A relação das competências com a Indústria 4.0: um novo cenário

A Indústria 4.0, além de transformar a produção e a distribuição de bens e serviços em diversas áreas profissionais e gerar significativos impactos ambientais, impacta também o perfil dos profissionais que nela trabalham, pois tem exigido novas competências profissionais, demonstrando o surgimento de um perfil guiado pelas *soft skills*, que Fernández-Arias *et al.* define como:

atributos interpessoais e qualidades pessoais, que estão ligados a características de personalidade que incluem capacidades como a flexibilidade, a liderança, a comunicação, a ética profissional e a liderança, entre outras. Estas competências são desenvolvidas e são transferíveis de uma disciplina para outra e de uma profissão para outra (2021: 2)<sup>4</sup>.

Ainda neste sentido, o desenvolvimento da Indústria 4.0 depende também do aprimoramento das competências dos profissionais, pois requer destes uma adaptação às novas tecnologias e processos, sinergia e inovação em equipes multidisciplinares para realidades multiculturais.

Na quarta revolução industrial a noção de competência é trabalhada numa perspectiva mais abrangente, até mesmo estratégica pois aproxima-se da capacidade de combinar e mobilizar adequadamente recursos já desenvolvidos pelo profissional, pelas equipes, pela organização. No ambiente da Indústria 4.0, a cooperação interdisciplinar e o foco na resolução de problemas são algumas das importantes competências que os trabalhadores precisam ter. Auto-organização, capacidade de resolver processos complexos são outras características. Espera-se também que, ao invés desse trabalhador ser um especialista num único processo ou ter capacidades técnicas específicas, seja importante que esse trabalhador seja um solucionador de problemas e um profissional multitarefa em situações complexas (KAZANCOGLU & OZKAN-OZEN, 2018:893).

## 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O processo de revisão bibliográfica foi importante, para se coletar informações sobre as competências profissionais requeridas dos engenheiros para a Indústria 4.0. Examinou-se, na literatura revisada, quais as competências mais requeridas dos profissionais de engenharia na sua atuação nas empresas que se enquadram enquanto Indústria 4.0, uma vez que estes profissionais desempenham um papel crucial nesse cenário em constante evolução, contribuindo para o avanço tecnológico, otimização de processos, manutenção preditiva, segurança cibernética, e desenvolvimento de novos modelos de negócios.

A busca por artigos científicos ocorreu através das plataformas Scielo e Scopus. Procurou-se encontrar artigos que contemplassem as palavras *competências*, *engenheiros*

<sup>4</sup> Livre tradução de: “*interpersonal attributes and personal qualities, which are linked to personality characteristics that include abilities such as flexibility, leadership, communication, professional ethics, and leadership, among others. These skills are developed and are transferable from one discipline to another and from one profession to another*”

e *Indústria 4.0*<sup>5</sup>. A partir da lista de artigos listados, selecionou-se aqueles que tinham sido avaliados por pares; o passo seguinte para a seleção dos artigos foi a leitura dos resumos. No final, 22 artigos foram selecionados e lidos.

Em seguida procurou-se compreender o surgimento da Indústria 4.0 e suas características e, após este entendimento, quais as competências apontadas para engenheiros nesta realidade. Organizou-se, então, uma planilha buscando sintetizar as competências dos profissionais de engenharia citadas nestes artigos. Desta planilha, retirou-se as 10 competências mais citadas, sendo elas *hard* e *soft skills*<sup>6</sup>.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que diz respeito à revisão bibliográfica, um primeiro ponto a ser destacado é o fato de que observou-se que não há uma forma única de categorizar as competências. Alguns artigos as diferenciavam entre *hard* e *soft skills*<sup>7</sup>, mas também verificou-se a divisão em outras categorias como competências cognitivas, técnicas, socioemocionais, metodológicas, tecnológicas, comportamentais ou competências transversais. Neste artigo optou-se por tratá-las enquanto competências técnicas e socioemocionais, usando os termos *hard* e *soft skills*, que são os termos mais comumente usados.

Outro aspecto interessante é que quase nenhum artigo que tratava de competências se preocupou em deixar claro as bases conceituais deste termo, tratando-o como de amplo domínio.

O que foi encontrado, nesse sentido na revisão bibliográfica foi apresentado nos artigos de Fontanello & Prieto (2020) que tratam competência como “o conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e outras características que permitem a um indivíduo performar com eficiência em situações complexas e incertas, tanto na vida profissional como pessoal” e também no artigo de Canavarro (2019:220) de que “as novas competências podem ser entendidas como saberes em áreas emergentes, saberes que permitam uma adequação contínua do indivíduo à sociedade”.

No entanto, no que diz respeito à compreensão sobre de que se trata a Indústria 4.0, a revisão mostrou que a maior parte da literatura se preocupa, de alguma forma, a explicá-la, pois é um modelo ainda em implantação em muitos países. Alguns autores a apresentam enquanto um conjunto de tecnologias interligadas, enquanto outros procuram também dimensionar a interação homem-máquina e as mudanças nas estruturas organizacionais.

Sadeghi-Niaraki explica que a “I4.0 pode ser considerada como a integração de tecnologias para criar ativos inteligentes em ambiente físico e digital através de processos automatizados que apoiam organizações e inovações da cadeia de valor. As principais características do I4.0 são interoperabilidade, automação, virtualização, disponibilidade em tempo real, flexibilidade de orientação a serviços e eficiência energética” (2019:23690)<sup>8</sup>.

No âmbito produtivo, a maior expressão da 4a. Revolução Industrial é a Indústria 4.0, ou seja, uma transformação no setor produtivo que procura explorar e conjugar o

<sup>5</sup> Inseriram-se também as palavras em inglês *skills*, *Industry 4.0*, *competences* e *engineer*.

<sup>6</sup> Os termos *hard* e *soft skills* serão usados como referência a competências técnicas e competências socioemocionais

<sup>7</sup> *Hard skills* são habilidades técnicas e específicas que podem ser facilmente quantificadas e ensinadas. Elas são frequentemente adquiridas através de educação formal, treinamento ou experiência profissional. Já as *soft skills* são habilidades interpessoais e comportamentais que influenciam a forma como uma pessoa trabalha e interage com os outros. Elas são mais difíceis de quantificar e são geralmente desenvolvidas através de experiências pessoais e profissionais

<sup>8</sup> Livre tradução de: “I4.0 can be considered as the integration of technologies to create smart assets in physical and digital environment through automated processes which supports value chain organizations and innovations. The main characteristics of I4.0 are interoperability, automation, virtualization, real-time availability, service orientation exhibity, and energy efficiency”.

potencial das tecnologias físicas, digitais, atribuindo maior eficiência, qualidade e personalização à produção de bens de consumo e maior competitividade no mercado (DALENOGARE *et al.*, 2018).

Dentre as inúmeras consequências que são vislumbradas à medida que o setor produtivo adere ao modelo da Indústria 4.0, assinala-se que as transformações que o trabalho e o perfil do trabalhador são importantes elementos a serem estudados e compreendidos (CARVALHO, 2008).

De maneira geral, com a implementação da Indústria 4.0, o mercado de trabalho começa a requerer que os funcionários sejam altamente qualificados, uma vez que as novas tecnologias alteram rotinas e exigem uma nova abordagem na tomada de decisões e no planejamento para a produção de produtos e serviços personalizados e de alta qualidade (RIBEIRO *et al.*, 2022).

De certa maneira a introdução destas tecnologias na composição da Indústria 4.0, também favorece o trabalho humano uma vez que diminui riscos e possíveis problemas ergonômicos durante o processo produtivo, além de minimizar os erros humanos (ENRIQUE *et al.*, 2021).

#### 4.1 As competências do engenheiro na Indústria 4.0

Dentre os vários ramos profissionais, o papel do engenheiro se expande e se torna crucial para o sucesso das empresas, uma vez que seu perfil analítico e inovador é fundamental nesse contexto da 4ª Revolução Industrial. Sua expertise permite que as empresas se adaptem rapidamente às mudanças tecnológicas e mantenham uma vantagem competitiva no mercado global.

A Indústria 4.0 traz consigo o desafio de selecionar profissionais para atuarem nesta realidade, pois dentre as inúmeras consequências da mudança do modelo produtivo, tem-se o fato de que o perfil dos profissionais envolvidos neste processo também se transforma e isso acontecerá globalmente, alterando-se também as perspectivas dos trabalhadores não só na esfera industrial, mas também nos setores de serviços (CARVALHO, 2008; LASI *et al.*, 2014). A partir disso, observar estas mudanças e compreender quais são as principais competências profissionais exigidas no modelo de Indústria 4.0 permite também traçar o percurso educativo para acompanhá-la e preparar os profissionais para melhor se integrem e desempenhem seu trabalho nesta nova realidade.

O progresso tecnológico deixará para trás algumas pessoas, talvez até muitas pessoas, conforme segue adiante. (...) nunca houve momento melhor para ser um profissional com habilidades especiais ou com a educação certa, porque essas pessoas podem usar a tecnologia para criar e apreender valor. No entanto, nunca houve momento pior para ser um profissional com apenas habilidades comuns a oferecer, porque os computadores, robôs e outras tecnologias digitais estão adquirindo essas habilidades e talentos em uma velocidade extraordinária (BRYNJOLFSSON & MCAFEE, 2015:11).

Parte-se do princípio que, neste processo de transformação, os processos de recrutamento de profissionais aptos a integralizar o modelo de Indústria 4.0 nas empresas brasileiras também será transformado, e de forma específica o de profissionais de engenharia. Por isso, a importância de identificar quais as competências técnicas (*hard skills*) e socioemocionais (*soft skills*) necessárias para os engenheiros que serão responsáveis pela implementação do modelo de Indústria 4.0.

Para participar efetivamente da realidade da Indústria 4.0, os engenheiros precisam desenvolver competências tanto técnicas quanto socioemocionais. Dentre as competências técnicas, as mais citadas nas bibliografias revisadas foram: compreensão das interações

entre máquinas, conhecimentos interdisciplinares para resolverem problemas complexos, análise e interpretação de dados, resolução de problemas complexos, gerenciamento de projetos, compreensão e aplicação das tecnologias da informação e a capacidade de integrar tecnologias, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1- Competências técnicas requeridas dos engenheiros na Indústria 4.0

Competências Técnicas	Descrição
Compreensão das interações máquinas	Entendimento geral de como máquinas operam e interagem em ambientes industriais automatizados.
Conhecimento interdisciplinar	Capacidade de aplicar conhecimentos de diversas disciplinas para resolver problemas complexos e integrar soluções técnicas.
Análise e interpretação de dados	Habilidades fundamentais em estatística para analisar e interpretar grandes volumes de dados, essenciais para a tomada de decisões na I4.0.
Gerenciamento de projetos	Habilidades para planejar, organizar e gerir recursos para a execução bem-sucedida de projetos específicos.
Conhecimentos em TI	Compreensão profunda das tecnologias de informação aplicadas à automação e à digitalização de processos.
Resolução de problemas complexos	Habilidade de identificar, analisar e desenvolver soluções eficazes para questões multifacetadas e dinâmicas, que frequentemente possuem múltiplas variáveis interconectadas e não têm uma resposta óbvia.
Integração de Tecnologias	Processo de combinar diferentes sistemas, plataformas e aplicativos para criar uma solução unificada e eficiente. Essa união visa otimizar os processos, melhorar a comunicação e aumentar a produtividade em diversos setores.

Fonte: Elaborado pelos autores

A revisão também apresentou as principais competências socioemocionais mais requeridas dos engenheiros em sua atuação na Indústria 4.0, como se verifica no Quadro 2.

Quadro 2 - Competências socioemocionais requeridas dos engenheiros na Indústria 4.0

Competências socioemocionais	Descrição
Comunicação	Capacidade de comunicar eficazmente, tanto verbalmente quanto por escrito, para colaborar com equipes multidisciplinares e stakeholders diversos.
Flexibilidade e adaptação	Capacidade de adaptar-se rapidamente a novas tecnologias e mudanças no ambiente de trabalho.
Pensamento crítico	Habilidade para analisar fatos, gerar e avaliar evidências, e integrar informações de diversas fontes para resolver problemas e tomar decisões.
Colaboração a distância	Capacidade de trabalhar eficazmente em equipe, mesmo quando os membros estão geograficamente dispersos.
Competência cross-cultural	Habilidade de interagir efetivamente com pessoas de diferentes culturais e países, fundamental em ambientes de trabalho globalizados.

Metacognição e habilidades sociais	Habilidades para entender e regular o próprio processo cognitivo (pensar sobre o pensar) e interagir socialmente de forma eficaz em diversos contextos.
Aprendizagem Contínua	Processo de aquisição de conhecimento e desenvolvimento de habilidades que se estende ao longo da vida, onde pode ser agravado por meio de treinamentos, pesquisas e experiências.

Fonte: Elaborado pelos autores

Essas competências não apenas capacitam os profissionais para enfrentar os desafios técnicos da Indústria 4.0, mas também os preparam para liderar equipes multidisciplinares e impulsionar a inovação em seus campos de atuação. As responsabilidades transcendem as funções tradicionais, exigindo do profissional uma postura proativa, inovadora e multidisciplinar.

#### 4.2 A formação do engenheiro para a indústria 4.0

Um novo paradigma de ensino e aprendizagem é necessário para que os engenheiros possam ingressar no mercado de trabalho com o perfil inovador demandado pela Indústria 4.0. A educação deve desempenhar um papel crítico na preparação dos engenheiros para o desenvolvimento da Indústria 4.0 também no ensino superior e não só esperando que esta aconteça no âmbito corporativo. Essa proposta de educação é denominada de Educação 4.0<sup>9</sup>.

O artigo de Maisiri et al. (2019) apresentou um estudo sobre as competências necessárias para a Indústria 4.0, avaliando o contexto educacional da África do Sul. Dentre muitos aspectos interessantes a pesquisa apontou que as habilidades não técnicas, ou seja, as *soft skills*, são tão importantes quanto as habilidades técnicas - *hard skills* - para os engenheiros na era da Indústria 4.0, e que não investir no desenvolvimento destas competências é um fator que agravará o desemprego neste país dado o descompasso entre as competências disponíveis e as competências exigidas na indústria, o grande número de profissionais não qualificados e um modelo educacional que ainda não se adequou a esta realidade. O mesmo se pode dizer da realidade brasileira.

O Brasil tem ampliado o uso de tecnologia digital que é essencial para a implementação da Indústria 4.0. Em 2016, apenas 48% das empresas tinham posse desse tipo de inovação, sendo que em 2021, 69% já poderiam listar ao menos 10 tecnologias utilizadas no cotidiano das empresas, aumentando, assim, a competitividade industrial em escala global (CNI, 2022). Entretanto, apesar do Brasil ser promissor nesse ramo, há diversas barreiras que impedem a expansão do conceito da Indústria 4.0. A falta de capacitação e a falta de auxílio governamental são os principais impeditivos para a disseminação da Indústria 4.0 em escala nacional. Para Guterres (2021), por exemplo, o Brasil tem a capacidade de crescer no contexto da Indústria 4.0, mas está atrasado por questões de falta de investimento em educação e inovações.

Assim, tomando por base a questão da aplicação da tecnologia avançada e a definição de um perfil profissional voltado a esse contexto da Indústria 4.0, a educação fundamentada em inovações se torna um âmbito essencial na formação de profissionais capacitados nesse contexto da Indústria 4.0, especialmente, na formação de engenheiros,

<sup>9</sup> Termo popularizado pelo Fórum Econômico Mundial (World Economic Forum, WEF) para descrever a necessidade de um novo paradigma educacional que se alinhasse com a 4ª Revolução Industrial. Esse conceito reflete a transformação necessária na educação para preparar os alunos para um mundo impulsionado por tecnologias avançadas e mudanças rápidas nos ambientes de trabalho.

uma vez que as ideias que emergem com essa nova revolução estão ligadas diretamente aos conceitos dos cursos de Engenharia.

Um dos passos iniciais é o estudo sobre os fundamentos da Indústria 4.0, de modo a conhecer as tecnologias emergentes, IoT, Big Data, Inteligência Artificial, cibersegurança e automação avançada. Neste percurso, também para desenvolver o pensamento crítico, é importante que o estudante de engenharia, através de pesquisas e conversas com especialistas, possa conhecer e analisar o cenário nacional, identificando oportunidades e desafios específicos do Brasil, as políticas públicas, subsídios governamentais, os grupos de discussão sobre o tema, os cases de sucesso e as falhas.

A fim de promover a capacidade de resolver problemas complexos, é importante que no seu processo formativo, os estudantes possam adquirir conhecimentos interdisciplinares, como por exemplo através de disciplinas de ciências sociais e humanas para proporcionar uma visão mais ampla do impacto da engenharia na sociedade, no meio ambiente, das necessidades do cliente, assim como uma visão das políticas econômicas e de mercado.

Certamente a ampliação do uso de metodologias ativas de aprendizagem trarão cada vez mais ganhos para a aprendizagem significativa dos estudantes. Submetê-los a trabalhar com problemas reais e complexos, desenvolvendo soluções práticas, com o *Problem-Based Learning* (PBL) ou estimulá-los à autoaprendizagem preparando os estudos teóricos fora da sala de aula, para que em sala o tempo seja dedicado à aplicação prática e discussão, usar da gamificação para tornar o aprendizado mais envolvente e motivador, como também usar das técnicas de *Design Thinking* para que aprendam a desenvolver soluções inovadoras, focadas no usuário.

As parcerias entre empresas e universidade podem promover visitas técnicas ou mesmo a cooperação em projetos práticos de interesse das empresas que permitam que os estudantes não só sejam desafiados a propor soluções para problemas reais como também utilizem as tecnologias emergentes destas empresas.

Outro aspecto interessante é que no seu percurso formativo o estudante de engenharia já seja incentivado a participar de programas de certificação e atualização, como workshops e cursos de curta duração, que se apresentam como um aspecto didático para desenvolver a demanda de aprendizagem contínua.

Os projetos de extensão, promovidos pelas DCNs<sup>10</sup> de extensão, são um incentivo a projetos que visem resolver problemas sociais e ambientais, mas também uma oportunidade dos estudantes de engenharia exercitarem a comunicação através da interação dialógica e troca de conhecimentos com a sociedade. Através de projetos sociais de extensão os estudantes serão desafiados a analisar problemas reais, avaliar e resolver problemas complexos. Nesta perspectiva, poderão vivenciar o trabalho em equipes multidisciplinares, através da cooperação para o desenvolvimento social. Estas experiências também favorecerão a visão holística e humanística, associadas à necessidade de pesquisa, debates e simulações, de lidar com a escassez de recursos e pensar em soluções inovadoras, de baixo custo, e de impacto social.

Para que a capacidade de inovação seja plenamente utilizada, é crucial desenvolver capacidades de aprendizado contínuo e habilidades que acompanhem o ritmo rápido da digitalização e automação proporcionados pela Indústria 4.0. Ainda neste sentido, o desenvolvimento da capacidade de pesquisa, o contato com pesquisas de ponta, o estímulo à leitura, à autoaprendizagem e aprendizagem em equipe, afora o uso de tecnologias, nos laboratórios *maker*, que estimulem, facilitem e deem suporte para as inovações, além de

---

<sup>10</sup> Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018, estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regulamenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014.

poderem visualizar o impacto da engenharia na sociedade. Certamente, essa vivência permitirá que os engenheiros estejam preparados para a gestão de projetos, para agirem com responsabilidade social, e para os desafios complexos que surgem com a integração de tecnologias avançadas nos processos industriais.

## 5 Conclusões

A Indústria 4.0 tem uma influência significativa na Engenharia, transformando a maneira como os engenheiros projetam, produzem e gerenciam sistemas e processos industriais. Com a implementação de tecnologias avançadas, como IoT, machine learning e simulações digitais, os engenheiros agora podem desenvolver produtos mais inovadores, realizar análises mais precisas e eficientes, e otimizar a manutenção de equipamentos. Além disso, a automação e a robótica avançada na Indústria 4.0 permitem uma produção mais flexível e personalizada, atendendo melhor às necessidades dos clientes. Em suma, a Indústria 4.0 está impulsionando a Engenharia em direção a um novo patamar de eficiência, produtividade e competitividade no mercado global.

Em virtude disso, o modelo educativo deve transformar-se para favorecer o desenvolvimento de tecnologias integradas para Indústria 4.0, para aprimorar nos estudantes competências técnicas e socioemocionais e para promover a geração de ideias inovadoras. Estas são questões que estão diretamente relacionadas ao perfil profissional dos engenheiros na Indústria 4.0, visto que é de suma importância o foco na capacitação e formação desses indivíduos. Entretanto, no âmbito nacional, o pouco investimento em políticas públicas educacionais nas áreas de STEM<sup>11</sup> e na reformulação das grades de cursos de Engenharia são adversidades que impossibilitam a disponibilidade de mão-de-obra qualificada no mercado de trabalho, apesar do Brasil ter potencial e capacidade tecnológica abundante para se tornar um país relevante na revolução da Indústria 4.0.

Em resumo, os engenheiros são cruciais para o sucesso da Indústria 4.0, contribuindo para o avanço tecnológico, otimização de processos, manutenção preditiva, segurança cibernética, e desenvolvimento de novos modelos de negócios. Sua expertise permite que as empresas se adaptem rapidamente às mudanças tecnológicas e mantenham uma vantagem competitiva no mercado global.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância dos profissionais de engenharia para o desenvolvimento e manutenção de empresas no modelo de Indústria 4.0 é significativa e multifacetada. Por esta razão, investir numa formação diferenciada, que dê as bases para ele se aproprie de conjunto diversificado de competências que o prepare para lidar com as tecnologias e desafios é essencial para que se mantenham relevantes e eficazes na era da Indústria 4.0.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Universitário FEI pela concessão das bolsas de iniciação científica que possibilitaram a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Vanderson S.; FIRMINO, Thais T.; AMORIM, Amanda F. A. **A percepção de gestores acerca das competências necessárias no contexto da indústria 4.0.** Rev.

---

<sup>11</sup> STEM é um acrônimo em língua inglesa para "*Science, Technology, Engineering and Mathematics*". Este é um movimento pelo incentivo e valorização da educação nas áreas de exatas, dada a baixa procura dos estudantes por formação nesta área, numa época marcada pela revolução tecnológica

Tecnol. Soc., Curitiba, v. 17, n. 49, p.118-132, out./dez., 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13631>.

BAUER, Wilhelm *et al.* Transforming to a hyper-connected society and economy – towards an “Industry 4.0”. 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015. **Procedia Manufacturing**, (3) 417-424, 2015.

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew. **A segunda era das máquinas: trabalho, progresso e prosperidade em uma época de tecnologias brilhantes**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2015.

CANAVARRO, José M. P. Indústria 4.0, educação, competências, emprego e trabalho. In: MÓNICO, Lisete *et al.* (coord.). **Capital psicológico, estratégia e gestão na diversidade das organizações**. Coimbra: ESEnfC, 218-220, 2019.

CARVALHO, Luzia A. de. A condição humana em tempo de globalização: a busca do sentido da vida. **Revista Visões**. 4 edição. N. 4, volume 1 – jan/jun 2008. Disponível em: [http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed\\_A\\_Condicao\\_Humana\\_Em\\_Tempo\\_De\\_Globalizacao\\_Luzia\\_Alves.pdf](http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed_A_Condicao_Humana_Em_Tempo_De_Globalizacao_Luzia_Alves.pdf)

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Sondagem especial** - Ano 21, n.83 (Abril 2022) / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2022.

DALENOGARE, Lucas S. *et al.* The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, vol 204, 2018, pp 383–394.

DIAMANDIS, Peter H.; KOTLER, Steven. **Abundância: o futuro é melhor do que você imagina**. São Paulo, HSM Editora, 2012.

ENRIQUE, Dayse V. *et al.* Advantages and difficulties of implementing Industry 4.0 technologies for labor flexibility. **Procedia Computer Science**, January, 181(19): 347-352, 2021.

FERNÁNDEZ-ARIAS, Pablo. *et al.* Soft Skills of American University Teachers: Self-Concept. **Sustainability**, vol. 13, n. 22, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/22/12397>. Acesso em: 14 maio 2024.

FONTANELLO, Thiago E.; PRIETO, Vanderli. C. **Competências essenciais na formação de engenheiros no contexto da indústria 4.0**. 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/357099474\\_Competencias\\_essenciais\\_na\\_formacao\\_de\\_engenheiros\\_no\\_contexto\\_da\\_industria\\_40](https://www.researchgate.net/publication/357099474_Competencias_essenciais_na_formacao_de_engenheiros_no_contexto_da_industria_40)

FRANÇA, J. da S.; COSTA, D. H. **Empregabilidade na indústria 4.0**. E-Acadêmica, [S. l.], v. 4, n. 2, p. e1942353, 2023. DOI: 10.52076/eacad-v4i2.353. Disponível em: <https://www.eacademica.org/eacademica/article/view/353>

GUTERRES, C. V. A. **A quarta revolução industrial - indústria 4.0: como os estudos acadêmicos estão tratando essa temática?** 2021. 52 f. Monografia. (Graduação em Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do

Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2021. Disponível em:  
<http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/528>

KAZANCOGLU, Yigit; OZKAN-OZEN, Yesim D. Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL. **Journal of Enterprise Information Management**, 08 October, Vol.31(6), pp.891-907, 2018.

LASI, Heiner *et al.* Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, vol. 6 No. 4, 2014, pp. 239.

LU, Jingwei *et al.* Parallel Factories for Smart Industrial Operations: From Big AI Models to Field Foundational Models and Scenarios Engineering. **IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica**, vol. 9, no. 12, December 2022, pp. 2079-2086. doi: 10.1109/JAS.2022.106094.

MASIRI, W.; DARWISH, H.; VAN DYK, L. An investigation of Industry 4.0 skills requirements. **South African Journal of Industrial Engineering**. November, vol 30(3) Special Edition, 2019, pp 90-105.

PIRES, J. Norberto. **Robótica Industrial: indústria 4.0**. Lisboa: Lidel, 2018.

RIBEIRO, Vagner B. *et al.* Knowledge management and Industry 4.0: a critical analysis and future agenda. **Gestão & Produção**, 29, e5222, 2022.

SADEGHI-NIARAKI, Abolghasem. Industry 4.0 Development Multi-Criteria Assessment: An Integrated Fuzzy DEMATEL, ANP and VIKOR Methodology. In **IEEE Access**, vol. 8, pp. 23689-23704, 2020.

SANIUK, S., CAGANOVA, D. & SANIUK, A. Knowledge and Skills of Industrial Employees and Managerial Staff for the Industry 4.0 Implementation. **Mobile Networks and Applications**, 28, 220–230 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11036-021-01788-4>

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

## EDUCATION 4.0 AND THE ESSENTIAL SKILLS FOR TRAINING ENGINEERS IN INDUSTRY 4.0

**Abstract:** *The 4th Industrial Revolution, characterized by the fusion of technologies that redefine the boundaries between the physical, digital and biological, is driving Industry 4.0, which integrates cyber-physical systems, IoT and cloud computing. This digital transformation and advanced automation are changing the nature of work, requiring flexibility, new skills and cooperation between man and machine. For Industry 4.0, new technical and socio-emotional skills, known as hard and soft skills, are required, such as an understanding of machine interactions, data analysis and collaborative skills. Engineers must adapt to this new reality, facing the challenges of productive transformation and the need for continuous training to ensure competitiveness and efficiency in the global market. The article highlights the importance of education 4.0 and the essential skills for training engineers capable of implementing this model in Brazilian companies, with the aim of preparing professionals who are able to act ethically and innovatively.*

**Keywords:** Education 4.0; Skills; Industry 4.0

