



MAPEAMENTO DAS COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS DA INDÚSTRIA 4.0: CONVERGÊNCIAS E LACUNAS NO CONTEXTO BRASILEIRO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6377

Autores: CARLA ANDREA SOARES DE ARAUJO

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de uma revisão sistemática da literatura internacional com o objetivo de mapear as competências profissionais exigidas no contexto da Indústria 4.0 e analisar sua aderência às Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos cursos de Engenharia no Brasil. Foram examinados 20 artigos publicados entre 2017 e 2023, os quais evidenciaram uma forte valorização de competências cognitivas, interpessoais e digitais. A análise revelou que, embora as DCNs contemplem diversas competências transversais — como pensamento crítico, trabalho em equipe e aprendizagem contínua —, há lacunas significativas na explicitação de competências digitais e tecnológicas emergentes, como inteligência artificial, big data e IoT. O estudo conclui que a formação em engenharia no Brasil precisa avançar na incorporação dessas competências, de modo a alinhar-se aos desafios contemporâneos da Quarta Revolução Industrial.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Competências profissionais, Educação em engenharia

MAPEAMENTO DAS COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS DA INDÚSTRIA

4.0: CONVERGÊNCIAS E LACUNAS NO CONTEXTO BRASILEIRO

1 INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 representa uma transformação paradigmática no setor produtivo, marcada por tecnologias emergentes como sistemas ciberfísicos, inteligência artificial, automação, Internet das Coisas (IoT) e big data. Essas inovações não apenas remodelam processos industriais, mas também provocam profundas mudanças na organização do trabalho e nos perfis profissionais requeridos. Nesse novo cenário, evidencia-se a necessidade de identificar, classificar e desenvolver um conjunto de competências alinhadas às demandas dos sistemas produtivos inteligentes, especialmente na área das engenharias.

Considerando o impacto da Indústria 4.0 na reconfiguração das profissões, em especial dos engenheiros, este artigo busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: em que medida as competências identificadas na literatura internacional estão contempladas nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos cursos de engenharia no Brasil? A análise compara os achados de uma revisão sistemática de 20 artigos científicos com os princípios formativos estabelecidos na Resolução CNE/CES nº 1/2019, que definiu as novas diretrizes curriculares da engenharia brasileira.

Este artigo oferece duas principais contribuições ao campo de pesquisa sobre a Indústria 4.0 e formação profissional. Primeiramente, sistematiza o conjunto de competências emergentes valorizadas em estudos internacionais, proporcionando uma visão integrada dos requisitos profissionais nesta nova era industrial. Em segundo lugar, realiza uma análise crítica da aderência dessas competências aos referenciais normativos da formação em engenharia no Brasil, oferecendo subsídios para o aprimoramento curricular e institucional das escolas de engenharia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Quarta Revolução Industrial, marcada principalmente por um novo modelo produtivo denominado Indústria 4.0, tem provocado profundas transformações não só nos processos produtivos, mas também na estrutura de emprego, nos modelos de negócios e, principalmente, mas sobretudo nas exigências de qualificação e nas formas de inserção no mundo do trabalho (KOWAL *et al.*, 2022). O diferencial tecnológico que marca esta nova revolução está na fusão de tecnologias digitais, físicas e biológicas, resultando em processos de produção altamente integrados, automatizados e inteligentes. O avanço da digitalização, decorrente do avanço tecnológico desta nova era tem impactado profundamente a estrutura produtiva, a organização do trabalho, os modelos de negócio e as cadeias de valor.

A Indústria 4.0 é caracterizada pela integração de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, Big Data, computação em nuvem, robótica avançada, manufatura aditiva e sistemas ciberfísicos (SCHWAB, 2016; DALENOGAREA *et al.*, 2018). A Indústria 4.0, dada suas tecnologias habilitadoras e os novos modelos de negócios, demanda um novo perfil profissional, multidisciplinar, adaptável e apto a atuar em ambientes altamente conectados e dinâmicos (MAISIRI *et al.*, 2019).

A emergência da Indústria 4.0 tem provocado uma reformulação profunda no entendimento das competências exigidas dos profissionais da engenharia. Nesse contexto, ganha relevância o debate sobre as **competências profissionais** requeridas para lidar com

ambientes industriais altamente dinâmicos. A literatura especializada destaca que o profissional do futuro — e, em especial, o engenheiro — deve ser capaz de mobilizar saberes interdisciplinares, atuar com autonomia e resolver problemas complexos de forma criativa, colaborativa e crítica (MAISIRI et al., 2019; KAZANCOGLU & OZKAN-OZEN, 2018).

Para melhor compreender as mudanças impostas no perfil dos profissionais, principalmente dos engenheiros nesta Quarta Revolução Industrial é fundamental distinguir o conceito de competência dos conceitos de qualificação e habilidades. Qualificação refere-se ao conjunto de conhecimentos formais adquiridos, geralmente certificados por diplomas e cursos. Habilidade, por sua vez, diz respeito à capacidade prática de realizar uma determinada tarefa com eficiência. Já competência compreende a mobilização integrada de conhecimentos, habilidades e atitudes para resolver problemas reais em contextos específicos (FLEURY & FLEURY, 2001). Essa distinção é essencial para compreender que, no ambiente 4.0, não basta ser qualificado ou habilidoso, é preciso ser competente no sentido de atuar com autonomia, criticidade e adaptabilidade em sistemas produtivos complexos e dinâmicos.

A literatura recente aponta que o perfil do engenheiro para esta realidade deve ir além do que se entende por *hard skills*, como domínio de tecnologias emergentes (robótica, inteligência artificial, big data, internet das coisas), para incorporar também as *soft skills*, como liderança, empatia, comunicação, criatividade e capacidade de trabalho em equipe (KAZANCOGLU & OZKAN-OZEN, 2018).

Como resposta a esse cenário de mudanças, o Brasil atualizou, em 2019, as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia, por meio da Resolução CNE/CES nº 1/2019. Essa normativa propõe uma formação por competências e estabelece que o egresso dos cursos de engenharia deve apresentar um perfil generalista, crítico, ético e humanista, com sólida formação técnico-científica, mas também socialmente comprometida e adaptável a contextos variados.

Diante disso, a próxima seção apresenta os procedimentos metodológicos adotados para analisar se — e em que medida — as competências exigidas pela Indústria 4.0 estão contempladas nas DCNs da engenharia brasileira, a partir de uma revisão sistemática de 20 estudos internacionais publicados entre 2017 e 2023.

3 METODOLOGIA

A pesquisa que embasa este artigo adotou uma abordagem qualitativa, fundamentada em uma revisão sistemática da literatura sobre competências profissionais requeridas na Indústria 4.0, com foco específico na formação em engenharia, em bases como Scopus, Scielo e CAPES, tendo como termos de busca: “Indústria 4.0”, “competências” e “engenharia”. A pesquisa resultou na seleção de 20 artigos científicos, escritos em inglês, português ou espanhol, publicados entre 2017 e 2023, selecionados por tratarem explicitamente da Indústria 4.0 e do mapeamento de competências profissionais na Indústria 4.0.

A análise dos artigos foi conduzida em três etapas: a listagem das competências citadas em cada artigo, assim como a verificação das categorias nas quais foram agrupadas; o estabelecimento de um ranking das competências mais citadas e o agrupamento destas em três categorias – técnicas e digitais, cognitivas, socioemocionais e interpessoais; e a comparação qualitativa entre o conjunto de competências identificadas e as competências presentes na Resolução CNE/CES nº 1/2019, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de graduação em engenharia no Brasil.

Essa comparação teve como objetivo identificar convergências, lacunas e pontos de tensão entre as exigências da Indústria 4.0 e os referenciais normativos da educação em engenharia no país. A análise foi conduzida de forma descritiva e interpretativa, buscando

compreender não apenas a presença ou ausência das competências, mas também a profundidade com que são tratadas nas DCNs.

4 RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão sistemática da literatura permitiu identificar que todos os 20 artigos analisados descrevem a Indústria 4.0 como uma revolução tecnológica com implicações diretas no processo produtivo e, principalmente, no perfil profissional requerido (Quadro 1). Essa nova configuração produtiva é caracterizada por ambientes interconectados, automatizados, intensivos em dados e altamente dinâmicos, exigindo novas formas de trabalho e, consequentemente, novas competências.

Quadro 1. Bibliografias revisadas para este artigo.

No.	Autores	Título
1	PRIFTI, L. <i>et al.</i>	A Competency Model for “Industrie 4.0” Employees.
2	KAZANCOGLU, Y.; OZKAN-OZEN, Y. D.	Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL.
3	SUS, A.; SYLWESTRZAK, B.	Evolution of the Labor Market and Competency Requirements in Industry 4.0 versus the Covid-19 Pandemic
4	SANIUK, S.; GRABOWSKA, S.; GREBSKI, W.	Knowledge and Skills Development in the Context of the Fourth Industrial Revolution Technologies: Interviews of Experts from Pennsylvania State of the USA.
5	MAISIRI, W.; DARWISH, H.; VAN DYK, L.	An Investigation of Industry 4.0 Skills Requirements.
6	MARESOVA, P. <i>et al.</i>	Consequences of Industry 4.0 in Business and Economics
7	KOWAL, B. <i>et al.</i>	Analysis of Employees’ Competencies in the Context of Industry 4.0.
8	PODGÓRSKA, M.	Challenges and Perspectives in Innovative Projects Focused on Sustainable Industry 4.0—A Case Study on Polish Project Teams.
9	HALILI, S. H. <i>et al.</i>	Employability Skills of Malaysian University Students for IR4.0: A Systematic Literature Review.
10	ENRIQUE, D. V. <i>et al.</i>	Advantages and Difficulties of Implementing Industry 4.0 Technologies for Labor Flexibility.
11	GUERRERO-FERNÁNDEZ, N. I. <i>et al.</i>	Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0
12	QURESHI, A. S. <i>et al.</i>	Student 5.0: Immersive learning in next-gen automation of manufacturing.
13	SELIM, H.; SELIM, Ö. Ö.	Investigating the influence of the transition from Industry 4.0 to 5.0 on the education system.
14	QUEZADA MUÑOZ, M. A. <i>et al.</i>	Digital competences of the industrial engineer in the context of Industry 4.0.
15	VLADU, S. M. <i>et al.</i>	Drivers and barriers in using Industry 4.0: A perspective of SMEs in Romania.
16	HOFMANN, N.; SCHIRMER, S.; GADATSCHE, A.	Competence center for the digital transformation.
17	SOTO, M. A. <i>et al.</i>	Enhancing higher education through Industry 4.0 integration in a U.S.–Mexico border region.
18	LARIS, G. <i>et al.</i>	Industry 4.0 as a model for the digital transformation of higher education: A study from Mexico.
19	IDREES, S.; RAFIQ, M.; SENA, V.	Knowledge management and Industry 4.0: A critical analysis and future agenda.
20	HORVÁTH, I.	Adapting engineering education to Industry 4.0 vision.

Fonte: Revisão bibliográfica feita pelo autor.

4.1 Competências na literatura internacional selecionada

Autores como Kazancoglu e Ozkan-Ozen (2018) destacam que a Indústria 4.0 demanda um profissional capaz de atuar em ambientes colaborativos, tecnologicamente intensivos e incertos, o que implica a necessidade de engenheiros com competência para

compreender sistemas integrados, tomar decisões baseadas em dados e, ao mesmo tempo, dialogar com equipes multidisciplinares e com diferentes atores da cadeia de valor.

Todos os artigos revisados apresentam uma definição da Indústria 4.0. Normalmente ela é apresentada como a expressão produtiva Quarta Revolução Industrial seguida dos efeitos que ela traz não só para o processo produtivo como para os negócios, a economia e para a sociedade. Suas tecnologias habilitadoras também são especificadas na maioria destes artigos, como IoT, Big Data, robótica avançada, inteligência artificial, computação em nuvem, manufatura aditiva e integração homem-máquina. Segundo Maresova *et al.*, a “Indústria 4.0 é definida como a integração de máquinas e dispositivos físicos complexos com sensores e software em rede, usados para prever, controlar e planejar melhores resultados comerciais e sociais”¹ (2018, p. 1).

Contudo, apesar do detalhamento técnico das tecnologias, apenas um dos 20 artigos (KOWAL *et al.*, 2022) apresenta uma definição teórica ou conceitual explícita do termo “competência”, indicando a ausência de uma base conceitual comum entre os estudos revisados. Nesse único caso, o conceito é apresentado como: “o termo competência deriva da palavra latina *competentia*. É mais comumente entendido como a capacidade de realizar uma atividade de forma eficaz, ou uma gama específica de conhecimentos necessários para realizar um trabalho, ou seja, habilidades profissionais” (KOWAL *et al.*, 2022, p.1).

A revisão da literatura selecionada permitiu observar que não há um consenso na classificação das competências, podendo estas serem categorizadas como técnicas, digitais, metodológicas, cognitivas, comportamentais, gerenciais, ambientais ou sustentáveis, sociais, interpessoais (*soft skills*), socioemocionais ou pessoais. Contudo, a maioria dos estudos agrupa as competências em três grandes categorias analíticas: técnicas/digitais, socioemocionais e interpessoais e cognitivas. Observou-se ainda que a maioria dos artigos menciona ambos os termos “competências técnicas” e “competências digitais”, mas poucos oferecem uma definição clara ou uma distinção conceitual entre eles.

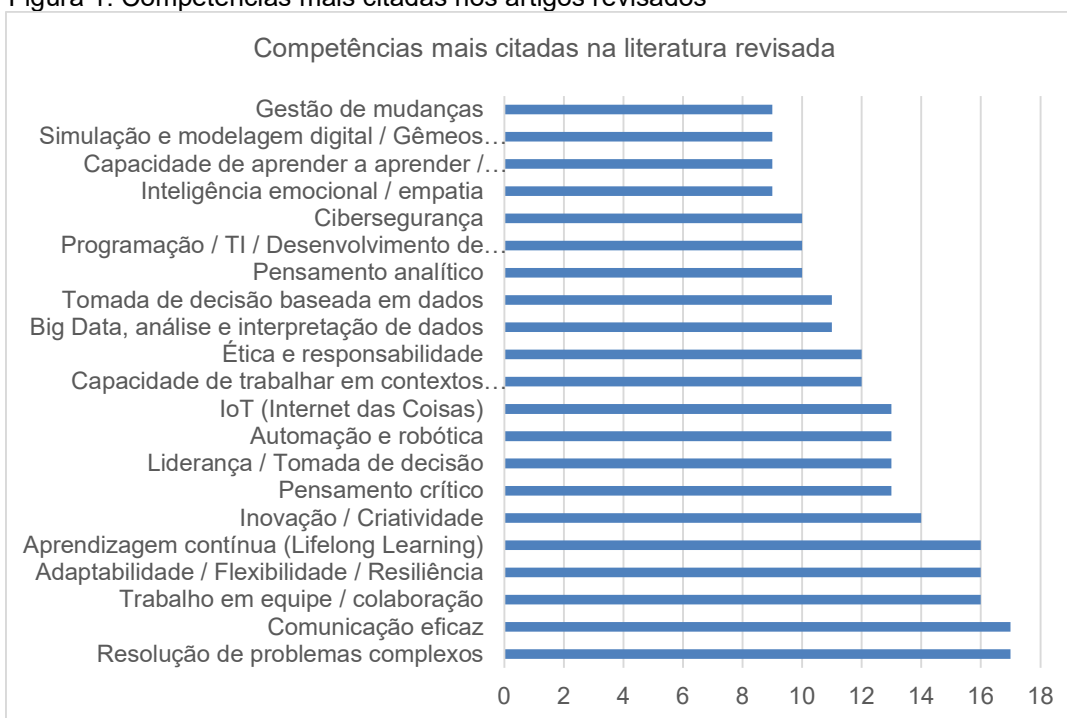
Prifti *et al.* (2017), por exemplo, diferenciam competências técnicas (como programação, segurança de TI, engenharia de redes) de competências metodológicas e digitais, mas não delimitam claramente o que seria exclusivamente “digital”. As competências digitais são tratadas como parte do campo técnico de TI.

A lista de competências elencadas nos artigos revisados é bem vasta e heterogênea, indo de conhecimentos avançados e de última geração até a especificação destes conhecimentos, como por exemplo: Programação de Controladores Lógicos Programáveis (PLCs), Integração de Sistemas Homem-Máquina (HMI), Programação de robôs colaborativos (cobots), Uso de sensores industriais (PNP/NPN, infravermelho), Visão computacional para inspeção de qualidade, Design e simulação com Digital Twins (gêmeos digitais), entre outros. As competências técnicas associadas a Indústria 4.0 mais citadas foram: Automação e robótica (15), Big Data, análise e interpretação de dados (14), Internet das coisas (11), Cibersegurança (10), Sistemas Ciber-Físicos (CPS) (9), Programação/TI/Desenvolvimento de software (9), Inteligência artificial (8), Computação em nuvem (7). A inteligência artificial, especificamente, passou a figurar como competência destacada apenas em artigos publicados a partir de 2021, sugerindo uma tendência de consolidação mais recente.

Dentre as competências mais citadas nos artigos revisados a resolução de problemas complexos e a capacidade de comunicação foram citadas em 17 dos 20 artigos, seguido por trabalho em equipe, adaptabilidade, flexibilidade e resiliência e aprendizagem contínua (Life Long Learning), citadas em 16 artigos (Figura 1).

¹ Livre tradução de: “Industry 4.0 is defined as the integration of complex physical machinery and devices with networked sensors and software, used to predict, control and plan for better business and societal outcomes”.

Figura 1. Competências mais citadas nos artigos revisados



Fonte: Revisão da literatura.

Para melhor compreensão das competências listadas, agrupou-se estas competências em três categorias: cognitivas, socioemocionais e interpessoais e competências técnicas e digitais (Quadro 2).

Quadro 2. Competências mais citadas e artigos correspondentes

Competências Cognitivas	Citação
Resolução de problemas complexos	17
Aprendizagem contínua (Lifelong Learning)	16
Inovação / Criatividade	14
Pensamento crítico	13
Liderança / Tomada de decisão	13
Tomada de decisão baseada em dados	11
Pensamento analítico	10
Capacidade de aprender a aprender / autonomia	9
Competências socioemocionais e interpessoais	Citação
Comunicação eficaz	17
Trabalho em equipe / colaboração	16
Adaptabilidade / Flexibilidade / Resiliência	16
Interdisciplinaridade	12
Ética e responsabilidade	12
Inteligência emocional / empatia	9
Gestão de mudanças	9
Competências técnicas e digitais	Citação
Automação e robótica	13
Internet das Coisas (IoT)	13
Big Data, análise e interpretação de dados	11
Programação / TI / Desenvolvimento de software	10
Cibersegurança	10
Simulação e modelagem digital / Gêmeos Digitais	9

Fonte: Revisão da literatura.

A literatura, por sua ênfase em competências associadas ao perfil do engenheiro para a Indústria 4.0, aponta para a urgência de alinhamento entre os currículos da engenharia e as demandas do setor produtivo.

4.2 Comparação com as Diretrizes Curriculares Nacionais

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) definem como perfil do egresso um engenheiro com seis características, que correspondem, cada uma, a um conjunto de competências:

- I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
- III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
- VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2019).

Nota-se, porém, que estas características, apresentadas no início do documento, são mais aderentes enquanto competências, como vê-se no Quadro 3.

Quadro 3. Características do perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia e competências equivalentes

Quadro 3. Características do perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia e competências equivalentes

Características	Competências
Visão holística	Visão sistêmica
Visão humanista	Visão humanista
Ser crítico	Pensamento crítico
Reflexivo	Capacidade de reflexão
Criativo	Criatividade
Cooperativo	Cooperação
Ético	Ética
Formação técnica	Domínio da técnica e base científico-tecnológica
Apto a pesquisar	Capacidade investigativa e pensamento científico
Desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias	Competência tecnológica e atualização contínua
Atuação inovadora	Inovação
Empreendedora	Empreendedorismo
Reconhecer as necessidades dos usuários	Orientação para o usuário e escuta ativa
Formular, analisar e resolver problemas	Resolução de problemas complexos
Perspectivas multidisciplinares	Multidisciplinaridade
Perspectivas transdisciplinares	Transdisciplinaridade
Considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho	Responsabilidade social
Isonomia e comprometimento	Ética
Comprometimento	Comprometimento
Responsabilidade social	Responsabilidade social
Desenvolvimento sustentável	Sustentabilidade e consciência socioambiental

Fonte: Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia e revisão bibliográfica feita pelo autor.

A Resolução CNE/CES nº 1, de 2 de abril de 2019, em relação à edição anterior, introduz princípios fundamentais como: aprendizagem ao longo da vida, capacidade de

inovação, visão sistêmica, compreensão do impacto das soluções de engenharia em contextos globais e a atuação responsável diante dos desafios socioambientais.

Nas Diretrizes as competências são apresentadas de forma mais ampla e genérica, como vê-se no Quadro 4.

Quadro 4. Competências apresentadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais

Competências nas DCNs de engenharia
Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto
Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação
Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos
Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia
Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica
Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares
Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão
Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação

Fonte: Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia, BRASIL, 2019.

No desenvolvimento destas grandes competências encontram-se também competências mais específicas, tais como: criatividade, pensamento crítico, cooperação, ética, multidisciplinaridade, transdisciplinaridade, responsabilidade social, aprendizagem contínua, atitude investigativa, autonomia, aprender a aprender. Também neste sentido, alguns conteúdos propostos pelas DCNs, pode-se entender, levarão a competências, como por exemplo programação. Ao comparar esse referencial com os resultados da revisão sistemática dos 20 artigos analisados, observam-se convergências significativas, mas também lacunas importantes, especialmente no que diz respeito à integração explícita de competências digitais e tecnológicas emergentes (Quadro 5).

Quadro 5. Comparação entre competências das Diretrizes Curriculares Nacionais e da literatura revisada

Competências cognitivas	
Competências nas DCNs de engenharia	Competências na literatura revisada
Resolução de problemas	Resolução de problemas complexos
Capacidade para aprender continuamente	Aprendizagem contínua (Lifelong Learning)
Inovação e formulação criativa	Inovação / Criatividade
Visão holística e crítica	Pensamento crítico
Liderança e gestão de projetos	Liderança / Tomada de decisão
	Tomada de decisão baseada em dados
Capacidade de analisar	Pensamento analítico
Aprendizagem autônoma e contínua	Capacidade de aprender a aprender / autonomia
Competências socioemocionais e interpessoais	
Competências nas DCNs de engenharia	Competências na literatura revisada
Comunicação eficaz escrita, oral, gráfica e digital	Comunicação eficaz
Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares	Trabalho em equipe / colaboração
Capacidade de adaptação	Adaptabilidade / Flexibilidade / Resiliência
Transdisciplinaridade	Interdisciplinaridade
Consciência ética, social e ambiental	Ética e responsabilidade
	Inteligência emocional / empatia
	Gestão de mudanças

Competências técnicas e digitais	
Competências nas DCNs de engenharia	Competências na literatura revisada
	Automação e robótica
	Internet das Coisas (IoT)
Análise de dados	Big Data, análise e interpretação de dados
Programação (conteúdo)	Programação / TI / Desenvolvimento de software
	Cibersegurança
Simulação, Uso de tecnologias digitais	Simulação e modelagem digital / Gêmeos Digitais

Fonte: Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia e revisão bibliográfica feita pelo autor.

A comparação entre as competências constantes nas DCNs e as da literatura revisada permitem observar que há forte convergência entre as competências cognitivas e as competências socioemocionais e interpessoais. No entanto, as principais lacunas se apresentam na ausência de menção explícita competências técnicas associadas principalmente ao processo de digitalização, como Inteligência Artificial, automação, robótica, cibersegurança, Internet das Coisas, ou mesmo habilidades no uso de ferramentas de computação e simulação.

5 DISCUSSÃO

A revisão da literatura e das DCNs permitem observar que as soft skills dominam o topo do ranking, refletindo a crescente valorização de competências humanas na Indústria 4.0. Estudos recentes apontam que, para além das competências técnicas, são cada vez mais valorizadas as chamadas competências transversais ou soft skills, como pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação, trabalho em equipe e liderança (KOWAL ET AL., 2022). As competências digitais são igualmente importantes, mas frequentemente combinadas com atributos comportamentais.

A combinação entre competências técnicas e interpessoais é considerada crucial para a atuação eficaz em sistemas inteligentes, híbridos e colaborativos (PODGÓRSKA, 2022). Tais competências se tornam ainda mais relevantes frente à complexidade dos projetos interdisciplinares e à necessidade de integração entre diferentes áreas do conhecimento.

Percebeu-se que as DCNs possuem uma orientação para a formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, preparado para atuar com: tecnologia e inovação, trabalho em equipe, aprendizagem contínua, sustentabilidade, responsabilidade social, raciocínio lógico, crítico e analítico.

As DCNs também valorizam a multidisciplinaridade, a comunicação eficaz e a responsabilidade socioambiental, reconhecendo que o engenheiro contemporâneo deve ser capaz de transitar por diferentes áreas do conhecimento e considerar os impactos sociais, econômicos e ambientais de suas decisões. Nesse contexto, os currículos dos cursos de engenharia devem ser repensados para integrar de forma efetiva os desafios da Indústria 4.0 às competências estabelecidas pelas diretrizes nacionais, criando oportunidades para a experimentação, a vivência prática e o engajamento dos estudantes com problemas reais da sociedade e do setor produtivo.

Apesar da ausência de menção explícita competências técnicas associadas principalmente a Indústria 4.0, a Resolução CNE/CES 1/2019 é o suficiente para acomodar a maioria das competências emergentes da Indústria 4.0, mas carece de atualização ou detalhamento em áreas digitais específicas (como IA, cibersegurança e análise de dados).

A revisão bibliográfica mostrou que as pesquisas com empregadores e especialistas indicam que há um descompasso significativo entre as competências demandadas pela indústria e aquelas desenvolvidas nos cursos de engenharia. Segundo Enrique, a "implementação de tecnologias I4.0 cria demanda por funcionários mais autônomos, educados e qualificados digitalmente" (2021, p. 8). As competências específicas como programação, análise de dados, cibersegurança e simulação foram fortemente citadas em contextos industriais e educacionais (MAISIRI et al., 2019; KOWAL et al., 2022). Essas competências técnicas, quando combinadas a habilidades pessoais como liderança, comunicação e resolução de problemas, formam o cerne do perfil profissional desejado para atuar em ambientes de Indústria 4.0.

A revisão bibliográfica mostrou que um dos desafios impostos pela Indústria 4.0 diz respeito à educação em engenharia, que deve passar por uma profunda transformação, quer nos modelos educacionais, nos currículos, quanto nos métodos de ensino e avaliação (HORVÁTH, 2021; SOTO et al., 2023). A revisão sugere uma reestruturação conceitual que alinhe a formação de engenheiros às demandas das tecnologias emergentes, com ênfase na educação baseada em competências.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática confirmou que a transição para a Indústria 4.0 requer um novo modelo de formação profissional e uma formação que vá além da técnica, incluindo aspectos socioemocionais, digitais e estratégicos. Os resultados indicam que, diante da crescente complexidade dos sistemas produtivos, o engenheiro contemporâneo precisa desenvolver não apenas competências técnicas, mas também digitais, cognitivas, interpessoais e socioemocionais.

O estudo revelou uma forte ênfase, nos artigos revisados, em competências como resolução de problemas complexos, comunicação eficaz, trabalho em equipe, adaptabilidade e aprendizagem contínua. Ao mesmo tempo, verificou-se a valorização crescente de competências ligadas diretamente às tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, como inteligência artificial, big data, IoT e cibersegurança.

A análise comparativa com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) da Engenharia evidenciou uma convergência significativa em relação às competências cognitivas e socioemocionais, bem como aos princípios orientadores da formação por competências. Contudo, foi possível identificar lacunas importantes no que se refere à nomeação e incorporação explícita de competências digitais e tecnológicas emergentes, essenciais para a atuação em contextos industriais contemporâneos.

A revisão destaca que a formação de engenheiros deve priorizar uma abordagem holística, integrando saber técnico, capacidade crítica, habilidades interpessoais e consciência ética e ambiental e, nesse sentido, as Diretrizes Curriculares está muito alinhada a esta proposta.

A ênfase no desenvolvimento de competências, presente tanto nas DCNs como na literatura revisada, em oposição a proposta conteudista, aponta para uma ruptura com o modelo educacional tradicional fragmentado e sinaliza a necessidade de metodologias ativas, projetos interdisciplinares, integração com o setor produtivo e foco em problemas reais.

Esses achados reforçam a necessidade de constante atualização dos currículos de Engenharia, com a inclusão estruturada de componentes formativos voltados à transformação digital, bem como o fortalecimento de metodologias ativas e integradoras que favoreçam o desenvolvimento de competências complexas e transversais.

Não há consenso nem definição precisa da distinção entre competências técnicas e digitais na maioria dos artigos revisados. Isso representa uma lacuna na literatura, inclusive apontada como tal em seu próprio texto de revisão.

Há uma lacuna de operacionalização curricular apresentada pela literatura e os cursos de engenharia. A superação dos gaps curriculares identificados dependerá de um esforço conjunto entre universidades, setor produtivo e políticas públicas, de modo a garantir a formação de profissionais aptos a liderar os desafios da transformação digital e sustentável.

Por fim, este estudo contribui para o debate sobre a formação de engenheiros alinhada às exigências da Indústria 4.0 e sugere que políticas curriculares e estratégias pedagógicas devem caminhar no sentido de articular inovação tecnológica, visão humanista e responsabilidade social.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 1, de 2 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 abr. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil. Brasília, 2016. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Indústria 4.0 e o futuro do trabalho no Brasil. Brasília: CNI, 2016. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/11/industria-40-e-o-futuro-do-trabalho/>.

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

ENRIQUE, Daisy Valle et al. Advantages and difficulties of implementing Industry 4.0 technologies for labor flexibility. Procedia Computer Science, v. 181, p. 347–352, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.177>.

FLEURY, Maria Tereza Leme; FLEURY, Afonso. Construindo o conceito de competência. Revista de Administração Contemporânea, Curitiba, v. 5, n. spe, p. 183–196, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-65552001000500010>.

HORVÁTH, I. Adapting engineering education to Industry 4.0 vision. Technological Forecasting and Social Change, v. 168, p. 120747, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120747>.

KAZANCOGLU, Yigit; OZKAN-OZEN, Yesim Deniz. 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, v. 31, n. 6, p. 891–907, 2018.

KOWAL, Barbara et al. Analysis of employees' competencies in the context of Industry 4.0. Energies, v. 15, n. 19, p. 7142, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15197142>.

MAISIRI, Walter; DARWISH, Hany; VAN DYK, Louise. An investigation of Industry 4.0 skills requirements. South African Journal of Industrial Engineering, v. 30, n. 3, p. 90–105, 2019.

MARESOVA, Petra et al. Consequences of Industry 4.0 in business and economics. Economies, v. 6, n. 3, p. 46, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/economies6030046>.

PODGÓRSKA, Marzena. Challenges and perspectives in innovative projects focused on sustainable Industry 4.0—A case study on Polish project teams. Sustainability, v. 14, n. 9, p. 5334, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14095334>.

PRIFTI, Loina et al. A competency model for “Industrie 4.0” employees. In: Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017), St. Gallen, Switzerland. St. Gallen: Universität St. Gallen, 2017. p. 46–60.

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

SOTO, M. A. et al. Enhancing higher education through Industry 4.0 integration in a U.S.–Mexico border region. Sustainability, v. 15, n. 6, p. 5151, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15065151>.

MAPPING PROFESSIONAL COMPETENCIES FOR INDUSTRY 4.0: CONVERGENCES AND GAPS IN THE BRAZILIAN CONTEXT

Abstract: *This article presents the results of a systematic review of international literature, aiming to map the professional competencies required in the context of Industry 4.0 and analyze their adherence to the National Curriculum Guidelines (DCNs) for Engineering courses in Brazil. We examined 20 articles published between 2017 and 2023, which highlighted a strong emphasis on cognitive, interpersonal, and digital competencies. The analysis revealed that while the DCNs cover various transversal competencies - such as critical thinking, teamwork, and continuous learning - there are significant gaps in explicitly addressing emerging digital and technological competencies, like artificial intelligence, big data, and IoT. The study concludes that engineering education in Brazil needs to advance in incorporating these competencies to align with the contemporary challenges of the Fourth Industrial Revolution.*

Keywords: *Industry 4.0, Professional skills, Engineering Education*

