



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
QUÍMICA

MARIANA FERREIRA VENTURA ALVES

FERRAMENTA BI PARA ANÁLISE DE SOFT SKILLS NO CURSO DE ENGENHARIA
QUÍMICA DENTRO DO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

FORTALEZA

2023

MARIANA FERREIRA VENTURA ALVES

FERRAMENTA BI PARA ANÁLISE DE SOFT SKILLS NO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA
DENTRO DO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Ivanildo José da Silva Júnior

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A48f Alves, Mariana Ferreira Ventura.
Ferramenta BI para análise de soft skills no curso de Engenharia Química dentro do contexto da indústria 4.0 / Mariana Ferreira Ventura Alves. – 2023.
67 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Química, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Ivanildo José da Silva Júnior.
1. Indústria 4.0. 2. Soft Skills. 3. Diretrizes Curriculares Nacionais. 4. Business Intelligence. I. Título.
CDD 660
-

MARIANA FERREIRA VENTURA ALVES

FERRAMENTA BI PARA ANÁLISE DE SOFT SKILLS NO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA
DENTRO DO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Química.

Aprovada em 13/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ivanildo José da Silva Júnior (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Prof. Dr. Bruno Vieira Bertoncini
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Daniel Vasconcelos Gonçalves
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À vida, por ser uma experiência tão rica e me ensinar
tanto todos os dias.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por todo o esforço e apoio ao longo de tantos anos, que não foram fáceis, em especial à minha mãe Gizelia, pelo seu exemplo de garra e sacrifícios que fez para me permitir chegar aqui.

À todos os meus colegas e amigos do curso e da vida. Especialmente, à Rebeca de Araújo, que foi uma das primeiras pessoas que conversei no curso e está comigo até hoje, ao Sergio Pereira, por ter me apoiado e ajudado tantas vezes e ao Robson Mateus, para o qual eu não consigo expressar minha gratidão em palavras.

Aos professores do curso de engenharia química por todo conhecimento que compartilharam, em especial, aos professores Moisés Bastos Neto e Ivanildo J. Silva Jr. que contribuíram para a concretização deste trabalho e à professora Maria Valderez Ponte Rocha, por toda a ajuda e por ser uma inspiração para mim enquanto profissional e pessoa.

Ao Programa de Aprendizagem Cooperativa em Células Estudantis (PACCE), que me fez sentir mais pertencente à universidade ao me permitir conhecer estudantes de diversos cursos e diferentes formas de pensar e trabalhar. Isso fez de mim uma pessoa melhor e, hoje, uma profissional mais completa. Agradeço, em especial, ao professor Hermany Rosa Vieira, por sua imensa dedicação ao projeto.

Ao projeto de extensão Avoante Aeromec e todos os membros que pude conhecer e trabalhar, agradeço pela oportunidade de aplicar meus conhecimentos em gestão, por todo o aprendizado compartilhado e por tornarem muito evidente para mim o peso que projetos práticos possuem na formação dos estudantes.

Ao Clube de Consultoria da UFC (CCUFC) por ter me permitido reconhecer e refinar minha capacidade analítica e visão de negócios. Gratidão especial ao Walter Viana, fundador do CCUFC, pelo seu exemplo de esforço e dedicação.

À Trílogo Tecnologia, empresa que me permitiu transformar muito do meu potencial em capacidade, durante meu período de estágio. Agradeço especialmente ao Pedro Luiz Moraes, pela confiança e por seu exemplo profissional.

Hoje, todas as peças dessa trajetória se encaixaram e me dizem: Mariana, você é capaz de resolver qualquer problema e realizar todos os sonhos que desejar, se confiar, tiver foco, esforço e, principalmente, as pessoas certas do seu lado. Por fim, gratidão imensa à vida, por esse ensinamento.

"Todos os nossos sonhos podem se realizar, se
tivermos a coragem de persegui-los." (Walt Disney)

RESUMO

Uma revolução industrial consiste em um período de grande desenvolvimento tecnológico. A primeira ocorreu no século XVIII com a invenção da máquina a vapor, contribuindo principalmente para a indústria têxtil além de modificar as relações de trabalho. Na segunda metade do século XIX surge a segunda revolução industrial. Ferro, carvão e energia a vapor deram lugar ao aço, eletricidade e petróleo, de modo que os avanços nos meios de produção permitiram a automatização do trabalho e o surgimento de novas indústrias. Seguiu-se a terceira revolução industrial, no século XX, quando ocorreram avanços consideráveis nas áreas de telecomunicações e informática, tornando necessária uma mão de obra mais qualificada para lidar com os novos sistemas produtivos e as novas tecnologias desenvolvidas. Agora, no século XXI, o mundo vivencia a quarta revolução industrial. Nesse contexto, são desenvolvidas tecnologias para automação e troca de dados, com utilização de conceitos de sistemas ciber-físicos, internet das coisas e computação em nuvem, permitindo que máquinas executem de maneira mais eficiente tarefas que antes eram realizadas por humanos. Assim, a dinâmica dos sistemas de trabalho e o perfil do profissional que o mercado demanda mudaram, tornando necessárias modificações em diversos sistemas, inclusive na educação de nível superior. Principalmente, tendo em vista garantir que as habilidades demandadas pelo mercado atualmente sejam de fato desenvolvidas. De forma a auxiliar nesse processo, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma ferramenta para acompanhamento do desempenho comportamental de estudantes do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará. A ferramenta foi desenvolvida com base nas diretrizes curriculares e no projeto pedagógico do curso, por meio de pesquisa qualitativa e da utilização da ferramenta Looker Studio foi realizada a construção da ferramenta de análise. Além disso, foi elaborada uma proposta de metodologia para implementação da mesma.

Palavras-chave: Indústria 4.0; *Soft Skills*; Diretrizes Curriculares Nacionais; *Business Intelligence*.

ABSTRACT

An industrial revolution consists of a period of great technological development. The initial development occurred during the 18th century with the development of the steam engine, which primarily benefited the textile industry, also modifying work relationships. During the latter half of the 19th century, the second industrial revolution emerged. Iron, coal, and steam power gave way to steel, electricity, and oil, and great advances in the means of production allowed work to be automated and new industries to emerge. It was followed by the third industrial revolution, in the 20th century, when significant advances in the areas of telecommunications and information technology appeared, requiring a more qualified workforce to deal with the new production systems and the new technologies developed. Now, in the 21st century, the world is experiencing the fourth industrial revolution. In this context, technologies for automation and data exchange are developed using concepts of cyber-physical systems, Internet of things, and cloud computing, allowing for machines to execute more efficiently tasks previously carried out by humans. Thus, the dynamics of the work systems and the profile of the professional that the market demands have changed, making changes necessary in several systems, including higher education, focusing on ensuring that the skills currently demanded by the market are actually developed. In order to assist in this process, the present work aims to develop a tool to monitor the behavioral performance of students of the chemical engineering course at the Federal University of Ceará. The tool was developed based on the curricular guidelines and the pedagogical project of the course, through qualitative research and the use of the Looker Studio tool, the construction of the analysis tool was carried out. In addition, a methodology proposal for its implementation was elaborated.

Keywords: Industry 4.0; Soft Skills; National Curriculum Guidelines; Business Intelligence.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	Considerações iniciais.....	9
1.2	Objetivos.....	11
1.2.1	Objetivo geral.....	11
1.2.2	Objetivos específicos.....	11
1.3	Estrutura do trabalho.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1	Primeira, Segunda e Terceira Revolução Industrial.....	12
2.2	Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0).....	13
2.2.1	Engenharia 4.0.....	21
2.2.2	Profissional 4.0.....	22
2.3	Formação em engenharia.....	28
2.3.1	Diretrizes Curriculares Nacionais.....	30
2.3.2	Curso de Engenharia Química da UFC.....	32
2.4	Avaliação de soft skills.....	37
2.5	Business Intelligence (BI).....	40
3	METODOLOGIA.....	45
3.1	Classificação da pesquisa.....	45
3.2	Instrumento da pesquisa.....	46
3.3	Construção do painel de dados.....	48
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.1	Levantamento de habilidades.....	51
4.2	Habilidades a serem avaliadas.....	53
4.3	Painel de dados.....	54
4.4	Metodologia de implementação.....	57
5	CONCLUSÃO.....	60
6	REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Desde o início da sua existência, o ser humano está em constante evolução. Isso se reflete em transformações contínuas no modo de pensar, agir e produzir coisas. Ao longo da história, existem vários marcos que evidenciam isso, entre eles estão as revoluções industriais que iniciaram no século XVIII e até hoje estão em curso.

Atualmente, vivencia-se a quarta revolução industrial. Ela teve início na virada do século e baseia-se na revolução digital. É caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquina) (SCHWAB, 2016).

De acordo com Schwab (2016), essa revolução se diferencia da última por conta de três aspectos principais:

- Velocidade: evolução em um ritmo exponencial e não linear.
- Amplitude e profundidade: possui a revolução digital como base e combina várias tecnologias, levando a mudanças de paradigma sem precedentes da economia, dos negócios, da sociedade e dos indivíduos.
- Impacto sistêmico: envolve a transformação de sistemas inteiros entre países e dentro deles, em empresas, indústrias e em toda a sociedade.

Tem-se, então, um cenário em que as transformações nos meios de produção e fornecimento de serviços ocorrem de forma muito rápida, afetando a nível global o modo do ser humano viver e se relacionar. O que exige uma grande capacidade de adaptabilidade das pessoas e organizações, bem como, aprendizado rápido. Assim, é esperado que uma sociedade, ao possuir esses aspectos bem desenvolvidos em seus integrantes, esteja mais preparada para a quarta revolução industrial.

Dentro do contexto dos cursos de engenharia, no ano de 2019, foram instituídas as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), com um enfoque maior para o desenvolvimento de competências, especialmente, aquelas relacionadas à habilidades interpessoais. É notável que essa mudança está conectada às novas demandas do mercado, que, atualmente, requer um profissional versátil, que possui

autonomia no aprendizado, exerce criatividade e possui responsabilidade socioambiental. Essas são justamente algumas das diversas habilidades requeridas pelo profissional 4.0, o qual é requisitado devido ao contexto da indústria 4.0.

Desse modo, as DCNs contribuem para a formação de profissionais que conseguirão atender aos desafios existentes no cenário de desenvolvimento tecnológico rápido e de constantes mudanças. Por consequência, são um meio de preparar o Brasil para esse novo contexto. Todavia, existem dificuldades a serem superadas no processo de implementação, principalmente, relacionadas ao desenvolvimento das competências comportamentais. Essa é a temática mais desafiadora, pois enquanto para as dificuldades tangentes ao aspecto de desenvolvimento técnico, a comunidade acadêmica possui anos de *know-how* para lidar e construir soluções, a avaliação e desenvolvimento comportamental na esfera do ensino superior é algo relativamente novo.

Para se adaptar ao novo contexto, os cursos de engenharia devem fazer uso do Projeto Pedagógico do Curso (PPC), utilizando-o como ferramenta para alcance das diretrizes estabelecidas. O curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará (UFC), por exemplo, em seu PPC já possui elencadas metodologias que visam contribuir para a formação dos alunos a nível de habilidades interpessoais, as chamadas *Soft Skills*, porém, para a avaliação e análise dessas, ainda não existe uma metodologia específica definida.

Percebe-se, então, a partir disso, uma oportunidade de melhoria que, ao ser concretizada, tem a possibilidade de impactar positivamente o curso de Engenharia Química da UFC e, na medida em que for replicada para outros cursos, contribuir para o nível de preparo dos futuros profissionais de engenharia para a indústria 4.0, o que, por consequência, favorece o país frente à quarta revolução industrial.

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo geral*

Desenvolver uma ferramenta para análise de habilidades comportamentais dos estudantes do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará (UFC), a partir das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), a fim de contribuir para o nível de preparo dos alunos para a Indústria 4.0.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Realizar levantamento das habilidades comportamentais requeridas na Indústria 4.0, por meio de pesquisa bibliográfica;
- Identificar as habilidades a serem avaliadas para análise do desenvolvimento comportamental, a partir das Diretrizes Curriculares Nacionais.
- Criar um painel de dados para acompanhamento do nível de desenvolvimento dos estudantes de Engenharia Química da UFC;
- Definir uma metodologia para implementação da ferramenta proposta por parte de alunos e professores do curso de Engenharia Química da UFC.

1.3 Estrutura do trabalho

No capítulo 1 deste trabalho é apresentado o contexto juntamente da delimitação do tema. O qual, dada sua abrangência, demandou um afinamento do problema proposto. Além disso, são expostos os objetivos deste estudo. Em seguida, no capítulo 2 é feita a explanação teórica sobre o tema e tópicos pertinentes ao entendimento do trabalho, de modo a embasar os pontos apresentados no capítulo 1.

Realizada a contextualização e fundamentação, tem-se o capítulo 3 para esclarecer sobre a metodologia utilizada, seguido do capítulo 4, onde é feita a análise de resultados e discussões a fim de concretizar os objetivos propostos.

Por último, o capítulo 5 traz o levantamento de conclusões e sugestões para futuros trabalhos que possam complementar a temática abordada neste.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Primeira, Segunda e Terceira Revolução Industrial

O ser humano por ser dotado de cognição e, conseqüentemente, ser capaz de construir e evoluir conhecimento, tem desenvolvido diversas transformações no ambiente em que vive. Ao longo da história, algumas dessas transformações têm gerado mudanças tão profundas na sociedade que passam a ser agrupadas em um marco histórico denominado “Revolução”.

Uma delas foi a Revolução Industrial, iniciada no séc. XVIII na Inglaterra, desde então, a cada novo século, surge uma nova quebra de paradigmas na indústria. De acordo com Lima e Neto (2017), para a primeira Revolução Industrial, os avanços materiais ocorreram em três esferas: 1) na substituição das habilidades humanas por máquinas; 2) no domínio da energia de fonte inanimada perante a força humana e animal; 3) na melhora acentuada dos métodos de extração e transformação das matérias-primas.

Provocada pela mecanização da fiação e da tecelagem, ela transformou todas as indústrias existentes e deu luz a muitas outras, desde as máquinas operatrizes (o torno mecânico, por exemplo) até a manufatura do aço, o motor a vapor e as estradas de ferro (SCHWAB; DAVIS, 2018).

Já no século XIX, por volta de 1860, a Revolução Industrial assumiu novas características e uma incontida dinâmica, impulsionada por inovações técnicas, como a descoberta da eletricidade, a transformação de ferro em aço, o surgimento e o avanço dos meios de transporte e, mais tarde, dos meios de comunicação, o desenvolvimento da indústria química e de outros setores (SILVA, GASPARIN, 2018). Dessa forma, deu-se início a Segunda Revolução Industrial, muito marcada pela produção em massa.

Posteriormente, após a Segunda Guerra Mundial, na metade do século XX, tem-se início a Terceira Revolução Industrial, também denominada de Revolução Técnico-Científica e Informacional. De acordo com Boettcher (2015), ela foi formada por processos de inovação tecnológica, os quais foram marcados pelos avanços no campo da informática, robótica, das telecomunicações, dos

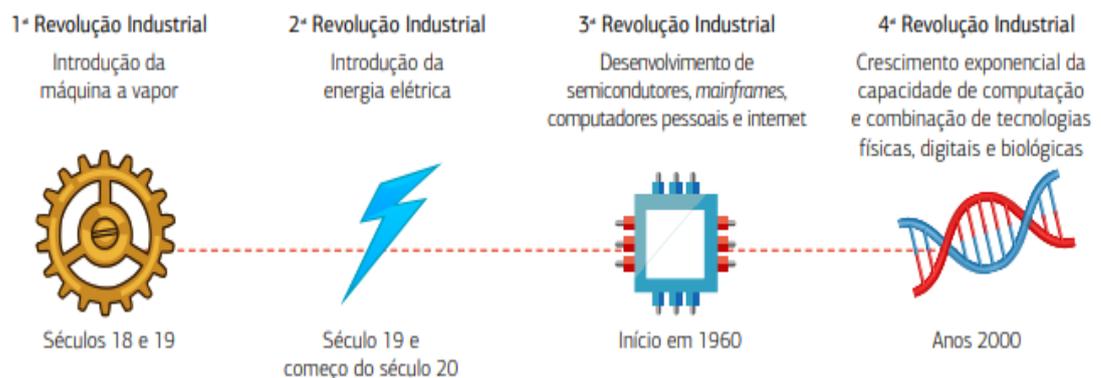
transportes, da biotecnologia, química fina, além da nanotecnologia (apud SAKURAI, ZUCHI, 2018).

Segundo Schwab e Davis (2018):

“Assim como ocorreu nos períodos anteriores, a Terceira Revolução Industrial não ocorreu por causa da existência das tecnologias digitais, mas pelas mudanças que essas tecnologias promoveram no nosso sistema econômico e social. A capacidade de armazenar, processar e transmitir informações em formato digital deu nova forma a quase todas as indústrias e mudou drasticamente a vida profissional e social de bilhões de pessoas.”

Essa etapa, muito marcada por avanços tecnológicos, se intensificou no século atual e, junto disso, uma série de novos desafios surgem e culminam na denominada Quarta Revolução Industrial.

Figura 1 – Resumo sobre a evolução da Revolução Industrial.



Fonte: Magalhães e Vendramini (2018).

2.2 Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0)

Um período que tem início nos anos 2000 e surge a partir do conceito de Indústria 4.0. De acordo com Schwab (2016), esse termo surgiu em 2011 na feira de Hannover, o maior evento mundial voltado exclusivamente à indústria, para descrever a consequência da obtenção de tecnologias digitais, as quais estão cada vez mais sofisticadas e integradas, e irão revolucionar a organização das cadeias de valor.

Após a introdução da Indústria 4.0, a ideia se transformou no plano de ação “High-Tech Strategy 2020” em 2012 pelo governo alemão. Essa ideia se consolidou e logo dezenas de outros governos desenvolveram suas próprias iniciativas, todas semelhantes em propósito, mas diferentes em execução e escopo (WINTER, 2022).

Em 2016, o tema da reunião anual do Fórum Econômico Mundial (FEM) em Davos-Klosters foi “Para dominar a Quarta Revolução Industrial”. Nessa ocasião, Klaus Schwab, fundador do Fórum, lançou seu livro “A quarta revolução industrial”, escrito com a ajuda de pessoas do mundo todo, visando fornecer uma porta de entrada e guia para promover instrumentos aos líderes. O que permite que esses possam lidar com as implicações políticas, sociais e econômicas, bem como compreender os avanços tecnológicos que as criam (SCHWAB, 2016).

Em seu livro, Schwab (2016) afirma que ao permitir “fábricas inteligentes”, a quarta revolução industrial cria um mundo onde os sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível. Isso favorece a total personalização de produtos e a criação de novos modelos operacionais. Ele ressalta ainda que:

“A quarta revolução industrial, no entanto, não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos.”

Frente a esse cenário, Magalhães e Vendramini (2018) apresentam alguns dos impactos tidos como consequência:

- **Impactos Econômicos:** Novos modelos de negócios fundamentados em alta tecnologia têm o potencial de contribuir para a redução da desigualdade em regiões subdesenvolvidas. Por outro lado, essas tecnologias também podem formar grandes monopólios globais, pois reduzem drasticamente os custos marginais e permitem enormes economias de escala.

- **Impactos Ambientais:** As novas tecnologias podem contribuir

para tornar a produção industrial mais eficiente, com redução do uso de recursos naturais, de geração de resíduos e de consumo de energia. A conectividade também pode promover uma gestão mais eficiente de uso de materiais e criar ciclos circulares por meio da reciclagem, como vem acontecendo com empresas como Philips, IBM, Cisco, GE e AGCO. Por outro lado, as novas tecnologias, ao reduzir os custos de produção e distribuição, podem induzir a um grande aumento de consumo, gerando impactos ambientais negativos.

- **Impactos Sociais:** Atividades intensivas em mão de obra nas indústrias de eletrônicos, confecções e construção civil, além de trabalhos qualificados no setor de serviços, começam a ser substituídas pela automação. O uso de inteligência artificial deverá eliminar os empregos de grande parte da classe média. O trabalho humano que superará ainda por algum tempo o das máquinas será aquele baseado na criatividade, no empreendedorismo e na inovação.

- **Impactos Éticos:** Pessoas submetendo a algoritmos decisões críticas da vida pessoal envolvendo a carreira, a escola dos filhos ou a escolha de um parceiro afetivo. Existência de algoritmos que controlam o uso das redes e criam novos padrões de comportamento e de relacionamentos.

Portanto, visto que existem impactos positivos e negativos, o resultado dependerá da forma como as pessoas e os Estados irão conduzir a repercussão dos avanços tecnológicos. A figura abaixo resume as principais tecnologias envolvidas nesse processo.

Quadro 1 – Pilares tecnológicos da Indústria 4.0 (continua).

Tecnologia	Descrição
<i>Big Data e Analytics</i>	Arquitetura computacional sistematizada e digitalizada com maior capacidade para processar e analisar grandes conjuntos de dados de forma precisa e imediata.
Robôs autônomos	Uso de robôs com maiores habilidades de cooperação, flexibilidade, autonomia e interação homem-máquina, mediante o conceito de inteligência artificial.
Simulação	Simula processos, máquinas e produtos físicos no campo virtual, conferindo maior assertividade nas tomadas de decisão e otimização de recursos.
Internet das Coisas	Conecta dispositivos, máquinas, ambientes e objetos por meio de sensores e inteligência artificial, permitindo a interação, compartilhamento e informações em tempo real.
Cibersegurança	Sistemas estratégicos com padrões de governança de TI, garantindo a segurança e confiabilidade das comunicações e transação de dados, especialmente, para IoT e armazenamento em nuvem.
Integração desistemas	Sistema de integração horizontal e vertical da empresa, suas partes internas e stakeholders, formando uma cadeia de valor agregado.
Nuvem	Serviços orientados a dados armazenados virtualmente em um único lugar, melhorando a performance de processamento, custo, tempo e eficiência nas comunicações.

Quadro 1 – Pilares tecnológicos da Indústria 4.0 (conclusão).

Fabricação aditiva	Sistemas de impressão 3D que ampliam as possibilidades de fabricação e customização de produtos, protótipos e peças específicas.
Realidade aumentada	Sistemas que suportam vários serviços, desde a operacionalização de processos e máquinas a distância a treinamento de colaboradores, por meio de dispositivos de realidade aumentada e virtual.

Fonte: Adaptado de Silva e Olave (2020).

No Brasil, para Magalhães e Vendramini (2018), embora a adoção de tecnologias digitais ainda esteja em ritmo lento, há oportunidades para o país e para aproveitá-las são necessárias mudanças nos sistemas de gestão.

O governo brasileiro tem buscado se ajustar a esse cenário. Em 2017, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) instalou o Grupo de Trabalho da Indústria 4.0 (GTI 4.0), com a atribuição de propor uma Estratégia Nacional para a Indústria 4.0 (ENI 4.0). De acordo com publicação realizada pela Assessoria de Comunicação Social do MDIC, na ocasião da sessão de instalação, o então ministro Marco Jorge de Lima disse: “A Indústria 4.0 incorpora novas tecnologias à indústria tradicional, conectando nossos parques fabris às nuvens, a sistemas sensoriais virtuais-físicos, entre outros. A transformação digital é um desafio e uma oportunidade para a indústria brasileira, porque o investimento em tecnologia, certamente, implicará avanços na competitividade da nossa indústria”.

Além disso, a Assessoria relatou que, conforme pesquisa realizada pelo MDIC, os pontos prioritários para uma estratégia governamental para a Indústria 4.0, são: desenvolvimento e conhecimento tecnológico; mecanismos de inserção e adoção de tecnologias; habilidades sistêmicas e formação educacional 4.0; fomento e financiamento para a adoção e geração de tecnologias para a indústria 4.0.

Em 2018, a ENI 4.0 foi anunciada, tendo, como instituição executora, o Ministério da Economia (ME) e, como organismo internacional cooperante, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Em 2020, foi aprovado por edital, o coordenador do grupo de trabalho, o então professor titular do Departamento de Automação e Sistemas do Centro Tecnológico (CTC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Ricardo Rabelo. De acordo com Maros (2020), o grupo tem como meta geral a criação de um plano-base que

alimento políticas públicas para o setor nos próximos 10 anos.

Conforme edital do Ministério da Economia (ME), caberá à ENI 4.0 desenvolver metodologias de consulta e compilar os dados resultados do processo a partir de quatro eixos já determinados pela Câmara da Indústria 4.0: desenvolvimento tecnológico; inovação e sustentabilidade; capital humano; cadeias produtivas e ecossistemas; e regulação, normalização e infraestrutura (MAROS, 2020).

De acordo com um levantamento da Confederação Nacional da Indústria (CNI), entre o início de 2016 e o de 2018, o percentual das grandes empresas que utilizam pelo menos uma das tecnologias digitais apresentadas na figura 3 passou de 63% para 73%. Além disso, entre as grandes empresas industriais, 73% já se encontram na Indústria 4.0, ainda que em estágio inicial de implantação das tecnologias (CNI, 2018).

Tabela 1 – Tecnologias digitais utilizadas pela indústria brasileira -
Percentual de respostas do total de empresas respondentes (%).

FOCO	TECNOLOGIA	UTILIZA
Processo de produção/ gestão dos negócios	Automação digital sem sensores, uso de Controlador Lógico Programável (CLP) sem sensores	30
	Automação digital com sensores para controle de processo	46
	Automação digital com sensores com identificação de produtos e condições operacionais, linhas flexíveis	23
	Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) da empresa	21
	Monitoramento e controle remoto da produção com sistemas do tipo MES e SCADA*	19
	Manufatura aditiva, robôs colaborativos (<i>cobots</i>)	13
	Sistemas inteligentes de gestão, como comunicação M2M (máquina-máquina), gêmeo digital (<i>Digital Twin</i>) e Inteligência artificial (IA)	9
Desenvolvimento de produto	Sistemas integrados de engenharia para desenvolvimento e manufatura de produtos	37
	Prototipagem rápida, impressão 3D e similares	16
	Simulações/análise de modelos virtuais para projeto e comissionamento (Elementos Finitos, Fluidodinâmica Computacional, etc.)	13
Produto/novos modelos de negócio	Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) sobre o mercado; monitoramento do uso dos produtos pelos consumidores	9
	Utilização de serviços em nuvem associados ao produto	16
	Incorporação de serviços digitais nos produtos (Internet das Coisas ou <i>Product Service Systems</i>)	11

Nota: A soma dos percentuais supera 100% devido a possibilidade de múltiplas respostas.

*MES – Manufacturing Execution Systems; SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition.

Fonte: Adaptado de CNI (2018)

Em 2020, a CNI divulgou um relatório onde aborda a difusão das tecnologias da indústria 4.0 em empresas brasileiras. O documento foi estruturado com base em visitas e entrevistas com gerentes e diretores de empresas do setor industrial (CNI, 2020). Ao total, 24 empresas da indústria brasileira participaram da pesquisa. A partir dela, foram levantadas as principais motivações e restrições para adoção de projetos 4.0. As quais são descritas a seguir.

Motivações para a adoção de projetos 4.0:

1. Aumento de produtividade;
2. Aumento da produção industrial para atender mercado em expansão;
3. Redução de custos com manutenção e com paradas de máquinas;
4. Controle mais eficiente da produção visando a redução no consumo de energia e de outros insumos industriais;
5. Na logística, com modernização nos seus processos de carga e descarga;
6. Em casos de empresas multinacionais, a motivação para adoção de projetos 4.0 é a integração à corporação empresarial, determinada externamente.

Principais restrições para a adoção de projetos 4.0:

1. Concorrência com outros projetos de investimento em um cenário de baixa taxa de investimento e de restrições financeiras;
2. O atraso tecnológico de empresas dificulta a adoção da Indústria 4.0, dada a necessidade de maior investimento para compensar o atraso existente na empresa;
3. Falta de informação sobre as tecnologias e seus impactos, tanto para o nível executivo, gerencial quanto operacional;
4. Falta de integração funcional na empresa e problemas de gestão corporativa com grande departamentalização de funções.

A partir da análise das principais restrições, percebe-se que a ausência de prioridade para implementação de projetos 4.0, haja vista, atraso tecnológico e restrições financeiras, bem como, dificuldades relacionadas ao nível de maturidade em gestão e à falta de conhecimento. Para os dois últimos, é possível melhorar o cenário a partir da formação de profissionais que possuam as capacidades requeridas pela indústria 4.0.

Dentro desse contexto, em sua passagem pelo Brasil em 2023, o presidente do Fórum Econômico Mundial, Klaus Schwab, em uma entrevista para O GLOBO, em questionamento sobre substituição de postos de trabalho por tecnologias autônomas, afirmou:

“Quando observamos as revoluções industriais anteriores, geralmente o capital era um fator decisivo. Hoje são os talentos. Eu digo que não vivemos mais a era do capital. Nós vivemos a era do talento. Mesmo para um país que ainda não é um país altamente industrializado, investir em talentos é absolutamente essencial. Os jovens são o tesouro do Brasil. Mas é necessário criar os sistemas educacionais necessários. Construir a infraestrutura digital é absolutamente fundamental. O Brasil tem um sistema universitário muito bom até certo ponto. Mas tem de criar muito mais empreendedores. O empreendedorismo e a inovação são fundamentais para o futuro.”

Assim, a partir do entendimento dos impactos, motivações e restrições da Indústria 4.0, bem como, a forma como isso se reflete no perfil do profissional requerido nessa indústria, fica evidenciado o desafio existente para o sistema educacional atual.

No Brasil, a Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996, estabelece as diretrizes e bases da educação nacional e em seu Art. 21 delimita a composição da educação escolar em dois níveis: educação básica (educação infantil, ensino fundamental e ensino médio) e educação superior (cursos sequenciais, graduação, pós-graduação e extensão, conforme Art. 44). Portanto, para que o país aumente sua capacidade de preparação para os desafios existentes, faz-se necessário trabalhar a formação em ambos os níveis existentes. Todavia, dado que o nível superior requer um menor tempo para sua conclusão, o tempo de retorno da implementação de iniciativas de melhoria para o mercado, também, tende a ser menor.

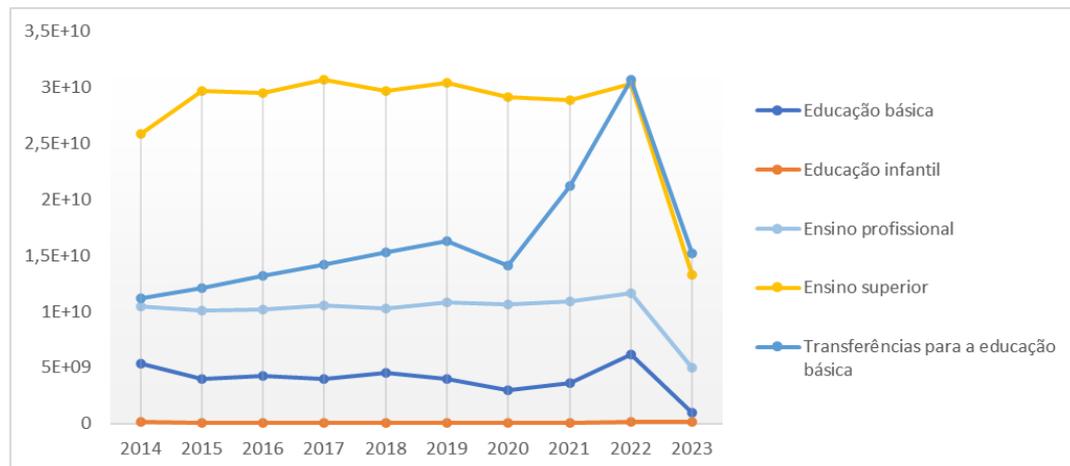
Quadro 2 – Detalhamento do tempo por etapa de cada nível da educação.

Nível	Tempo mínimo esperado	Etapa	Detalhamento
Educação Básica	14 anos	Educação infantil	Creche 3 anos Não obrigatório
			Pré-escola 2 anos obrigatório conforme a Lei nº 12.796/13
		Ensino fundamental	9 anos obrigatório conforme a Lei nº 11.114/05
		Ensino médio	3 anos obrigatório conforme a Lei nº 9.394/96
Educação Superior	4 - 6 anos	Graduação	até 6 anos Não obrigatório
		Pós-graduação	até 4 anos Não obrigatório
		Cursos sequenciais	Não delimitado Não obrigatório
		Extensão	Não delimitado Não obrigatório

Fonte: De autoria própria.

Além disso, de acordo com dados do Portal Transparência, 7 dos 10 órgãos e entidades executoras, que mais aplicaram recursos na área de educação no ano de 2022, estão relacionadas ao ensino superior, sendo seis universidades e um deles a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O mesmo ocorreu para o ano de 2021, ou seja, dado a diferença entre o número de estudantes atendidos por Instituições de Ensino Superior (IES) em comparação com instituições de ensino básico, pode-se concluir que o investimento relativo em IES é maior. Conforme dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o investimento do país na educação básica em 2021 foi de US\$ 3,4 mil por aluno, enquanto para a educação superior foi de US\$ 14.4 mil por aluno (CAFARDO, 2022). Assim, é esperado que a resposta desse nível de ensino frente às transformações tecnológicas atuais ocorra de forma mais rápida.

Gráfico 1 – Evolução histórica da execução das despesas na área de atuação da educação.



Fonte: Adaptado de Portal Transparência.

2.2.1 Engenharia 4.0

No que se refere ao ensino superior, os cursos de engenharia se destacam, visto que formam profissionais que precisam estar qualificados para atuação na indústria, assim como, apresentam uma elevada taxa de formados em cargos de lideranças em grandes empresas. Essa formação está tão atrelada à Indústria 4.0, que a partir disso surge o conceito de Engenharia 4.0, como reflexo das novas demandas do mercado.

Atualmente, já existem cursos de especialização voltados para a área. A Universidade Federal do Paraná (UFPR), por exemplo, tem o curso de Engenharia Industrial 4.0, o qual, conforme descrito no site da instituição, tem como objetivo “formar um profissional completo em termos de conhecimento da Engenharia Industrial, sendo o objetivo principal elevar a performance dos processos produtivos em tempo real”. Outro exemplo é o curso de especialização em Indústria 4.0 da Universidade de Caxias do Sul (UCS), que tem como objetivo “capacitar profissionais nos fundamentos e aplicações práticas das técnicas para análise de dados para apoiar a tomada de decisão”. Entre os temas abordados nesses cursos estão: Industrial Internet of Things (IIoT), Data Analytics e Big Data, Machine Learning, Manufatura Inteligente, Sensorização e Robôs Colaborativos.

Portanto, fica evidente que o mercado já está se refletindo em seu ponto de contato mais próximo do ensino superior, que é a etapa de especialização. Assim,

é esperado que isso se reflita também nas grades curriculares dos cursos de graduação em engenharia. Juntamente aos conhecimentos técnicos, será necessário trabalhar um bom perfil comportamental dos estudantes, tanto porque isso irá se tornar algo básico, como pelo potencial que os estudantes dessa área têm de se tornarem grandes lideranças dentro de indústrias e empresas diversas.

De acordo com Blum (2020), engenharia é a formação de maior incidência entre CEOs que figuram nos rankings dos melhores do Brasil e do mundo. Na lista dos 100 melhores da Harvard Business Review, espécie de bíblia da gestão, 34 eram engenheiros de formação em 2018 — inclusive o presidente da Amazon, Jeff Bezos, primeiro no ranking e atual homem mais rico do mundo. Em seu artigo para a Folha de São Paulo, a autora também cita o prêmio Executivo de Valor, do jornal Valor Econômico, que tem como base uma lista feita por 16 empresas de seleção de executivos ligadas à Association of Executive Search and Leadership Consultants (AESC). Blum afirma que, na edição de 2020, dos 23 gestores premiados, 11 possuem formação na área de engenharia, ante 7 em administração, 3 em economia e 2 em outras áreas.

Isso ocorre porque, segundo a especialista em recursos humanos Renata Honda, que atua com processos seletivos no Centro de Integração Empresa-Escola (CIEE), o perfil analítico faz com que formados na área de engenharia sejam capazes de tomar decisões de forma objetiva. “No mundo de negócios, isso gera decisões mais rápidas.” (BLUM, 2020).

Porém, em seu artigo Blum (2020) também relata que a formação apresenta deficiências e traz o ponto de vista de Liedi Bernucci, então diretora da Poli-USP, a qual reconhece que os métodos de ensino precisam ser modernizados e que valores como inovação e empreendedorismo devem ser aprofundados na formação curricular. Além disso, Bernucci afirma que “o engenheiro às vezes não lida tão bem com o ser humano”. O que, no geral, acontece devido seu perfil mais introspectivo, por isso, quando almejam cargos de liderança, esses profissionais precisam apostar no desenvolvimento de *soft skills*.

2.2.2 Professional 4.0

Erol et al.(2016) apontam um conjunto de competências que são essenciais para o desenvolvimento das atividades de engenharia dentro de um

ambiente produtivo no âmbito de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, as competências pessoais, sociais, de ação e de domínio, e Hecklau et al. (2016) defendem um conjunto de quatro competências importantes para analisar os requisitos do trabalho, as competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais (apud ARAÚJO et al., 2022). O quadro a seguir traz um resumo desses conceitos.

Quadro 3 – Conceituação dos tipos de competências.

Competências	Conceitos para Erol et. al.	Conceitos para Hecklau et. al.
Competências pessoais	Compreendida como a capacidade de um indivíduo atuar de maneira reflexiva e independente, também pode ser entendida como a capacidade de aprimorar habilidades cognitivas, bem como agir com autonomia e um composto de valores éticos.	São valores e motivações pessoais, como flexibilidade, tolerância à ambiguidade, motivação para aprender, capacidade de trabalhar sob pressão e mentalidade sustentável.
Competências sociais/interpessoais	Relaciona-se à competência de comunicação, cooperação e conexão com os outros indivíduos e grupos, sempre que a circunstância assim o exigir.	Referem-se às habilidades de linguagem e de comunicação, habilidades interculturais, habilidades de criação de rede, habilidade de trabalhar em equipe, capacidade de compreensão e de manter cooperação, capacidade de transferência de conhecimento e habilidades de liderança.
Competências de ação	Refere-se à capacidade de tomar planos em ações reais, não apenas no nível pessoal, mas também no nível organizacional.	
Competências metodológicas		Abrangem criatividade, pensamento empreendedor, capacidade de resolução de problemas e conflitos, poder de tomada de decisão, habilidades analíticas, habilidades de pesquisa e orientação para buscar eficiência.
Competência de domínio ou Competências técnicas	Capacidade de uso de conhecimento para realização de tarefa específica, como metodologias, linguagens, ferramentas que são fundamentais para um problema que vai além das tarefas básicas.	Dizem respeito ao conhecimento necessário para a realização do trabalho, como habilidades técnicas, compreensão do processo, habilidades de uso das mídias, capacidade de codificações e entendimento de segurança em tecnologias de informação.

Fonte: Adaptado de Araújo et al. (2022)

Um estudo realizado em 2011 na Eastern Kentucky University nos Estados Unidos, a partir de uma pesquisa com 90 executivos, listou as 10 principais soft skills para a atuação de uma liderança executiva, com o objetivo de permitir aos educadores de negócios trabalhá-las no currículo acadêmico. A partir dos 490 itens resultantes da pesquisa, as habilidades foram codificadas por termos e temas semelhantes originando 26 soft skills, que ao serem listadas por ordem de frequência permitiram a identificação das 10 principais. As quais são apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 4 – As 10 principais soft skills para executivos de negócios.

Pessoais	Interpessoais
Integridade	Comunicação
Flexibilidade	Cortesia
Atitude positiva	Trabalho em equipe
Profissionalismo	Empatia e paciência
Responsabilidade	
Ética no trabalho	

Fonte: Adaptado de Robles (2012).

Além de continuarem sendo importantes para cargos de liderança, essas habilidades, ano após ano, têm se tornado cada vez mais importantes para empresas e indústrias, independente do nível hierárquico ocupado. Isso porque na medida em que as tecnologias passam a desempenhar trabalhos operacionais e mecânicos de forma automatizada e mais eficiente, os seres humanos passam a diferenciar, principalmente, através das suas habilidades mais humanas.

Dentro desse cenário, em abril de 2014, a VDI The Association of German Engineers e a American Society of Mechanical Engineers (ASME) uniram esforços para estudar o impacto da inovação industrial no papel dos humanos no futuro da manufatura. Uma equipe de dez engenheiros em início de carreira de diversos setores da indústria e da academia trabalhou por oito meses para pesquisar as necessidades de desenvolvimento da força de trabalho na fábrica do futuro sob uma perspectiva alemã e americana (GEHRKE et al., 2015). O estudo apresenta algumas das recomendações para ajudar na preparação para esse contexto, entre elas:

1. A aplicação de cursos sobre robótica com o objetivo de fornecer informações sobre o estado do mercado robótico e transferir ampla compreensão e habilidades de programação para os participantes.

2. A aplicação de oficinas e workshops com os quais é possível abordar quase todos os tópicos técnicos, além de serem são adequados e comumente usados para fornecer habilidades interpessoais, por exemplo, sobre autogerenciamento, trabalho em equipe e comunicação. Os tópicos relevantes a serem abordados podem ser uma introdução aos vários princípios da Indústria 4.0 (técnico) ou um tópico como gerenciamento de tempo e autogestão (pessoal).

3. Colaboração entre empresas e universidades, permitindo que os

alunos desenvolvam projetos de pesquisas associados às práticas do mercado e, em contrapartida, permitir que as empresas possam envolver a universidade em um campo de pesquisa relevante, evoluindo a partir de um problema existente.

4. Educação continuada para egressos, tendo em vista as constantes mudanças nas habilidades requeridas. Uma ação favorável a isso seria permitir a participação desses nas oficinas e workshops realizados.

Além disso, a partir do estudo, foi estruturada uma lista de qualificações e competências, com uso de uma técnica de priorização, classificando-as em três tipos: obrigatório, deveria ter, poderia ter. O resultado é apresentado a seguir.

Quadro 5 – Qualificações e habilidades dos trabalhadores numa fábrica do futuro.

Pessoais	Interpessoais	Técnicas
Autogestão e gestão do tempo Adaptabilidade Confiança nas novas tecnologias Mentalidade para melhoria contínua Aprendizado contínuo	Trabalho em equipe Comunicação	Conhecimentos e habilidades em TI Processamento e análise de dados Conhecimento estatístico Compreensão organizacional e processual Capacidade de interagir com interfaces modernas (homem-máquina/homem-robô) Conhecimento interdisciplinar sobre tecnologias Conhecimento especializado das atividades e processos de fabricação Conscientização sobre segurança de TI e proteção de dados

Fonte: Adaptado de Gehrke et al. (2015).

Silva et al. (2020) ao discorrer sobre o ensino de engenharia em fazer às competências profissionais exigidas pela indústria 4.0, apresenta um quadro resumo para a revisão sistemática da literatura realizada por Santos (2019). O quadro lista as principais competências para a Indústria 4.0.

Quadro 6 – Competências profissionais no âmbito da Indústria 4.0

Descrição das competências
Comunicar-se efetivamente em idioma estrangeiro, preferencialmente o inglês, respeitando conhecimentos e divergências interculturais;
Resolver problemas complexos com base no emprego de conhecimentos estatísticos e matemáticos e na utilização de tecnologias digitais;
Dominar o uso de tecnologias digitais e aplicativos visando à colaboração virtual e a comunicação digital;
Possuir noções de linguagem de programação e segurança de dados;
Gerir projetos, considerando prazos, recursos (pessoal, material, financeiro e tecnológico), riscos e práticas de governança corporativa;
Agir de forma íntegra, respeitando os princípios éticos e de responsabilidade social.
Tomar decisões assertivas, fundamentadas em conhecimentos empresariais e mercadológicos.
Liderar pessoas e atuar em equipes interdisciplinares com empatia, iniciativa/atitude, persistência, boa comunicação, uso de práticas cooperativas e difusão de responsabilidades;
Ser flexível e adaptável às mudanças (adaptabilidade), sabendo lidar com situações diversas envolvendo as pessoas e o contexto organizações (inteligência emocional);
Atuar de forma empreendedora, criativa e com a mente aberta (open-minded) na busca por soluções inovadoras;
Buscar o aperfeiçoamento profissional através da aprendizagem contínua e do compartilhamento de conhecimentos com os seus pares (networking);
Ter capacidade técnica para atuar na gestão e melhoria de processos de manufatura e operação de equipamentos e sistemas;
Avaliar, criticamente, as decisões e negociações corporativas (senso crítico), ciente das técnicas de negociação e persuasão.
Compreender e aplicar os conceitos de orientação para serviços, visando melhorar a relação entre as organizações e seus clientes.

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2020)

Em abril de 2023, o Fórum Econômico Mundial (FEM) publicou o relatório Future of Jobs 2023, o qual aborda sobre como os empregos e as habilidades evoluirão nos próximos cinco anos. Conforme o estudo, as dez principais habilidades para trabalhadores em 2023, que se enquadram no conceito de competência pessoal ou interpessoal, são: pensamento analítico, pensamento criativo, resiliência, flexibilidade e agilidade, motivação e autoconhecimento, curiosidade e aprendizado contínuo, confiabilidade e atenção aos detalhes, empatia e escuta ativa, liderança e influência social, visão sistêmica, e saber ensinar e orientar. As habilidades foram classificadas e ordenadas pela proporção de organizações pesquisadas que consideram a habilidade como essencial para a sua força de trabalho. A lista de habilidades e sua respectiva ordenação no ranking é apresentada no quadro 7.

Quadro 7 – Habilidades essenciais para profissionais em 2023.

Pessoais	Interpessoais	Técnicas
Pensamento analítico (1°)	Empatia e escuta ativa (8°)	Alfabetização tecnológica (6°)
Pensamento criativo (2°)	Liderança e influência social (9°)	Controle de qualidade (10°)
Resiliência, flexibilidade e agilidade (3°)	Ensinar e orientar (19°)	Gestão de talentos (12°)
Motivação e autoconhecimento (4°)		Orientação à serviço e atendimento ao cliente (13°)
Curiosidade e aprendizado contínuo (5°)		Gerenciamento de recursos e operações (14°)
Confiabilidade e atenção aos detalhes (7°)		Inteligência artificial e <i>Big Data</i> (15°)
Visão sistêmica (11°)		Leitura, escrita e matemática (16°)
Destreza manual, resistência e precisão (24°)		Design e experiência do usuário (17°)
Habilidades de processamento sensorial (26°)		Multilinguismo (18°)
		Programação (20°)
		Marketing e mídia (21°)
		Redes e cibersegurança (22°)
		Gestão ambiental (23°)
		Visão de cidadão global (25°)

Fonte: Adaptado de Future of Jobs (2023)

O relatório também apresenta as habilidades que estarão em ascensão entre os anos de 2023 e 2027, conforme apresentado na figura 2.

Figura 2 – Habilidades em ascensão até 2027.



Fonte: Future of Jobs (2023)

Desse modo, são conhecidas as habilidades necessárias para o profissional 4.0, aquele que está preparado para o contexto da quarta revolução industrial. Diante disso, cabe a adaptação do ensino superior em vista a adequar o perfil do egresso.

2.3 Formação em engenharia

Observa-se que a origem dos cursos de Engenharia com organização semelhante à dos atuais coincide com a Revolução Industrial Europeia, iniciada no Reino Unido no século XVIII (COFEA, 2010). Oliveira (2010) apresenta em obra publicada pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (COFEA), que, no Brasil, a evolução da primeira escola de engenharia iniciou com a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, em 1792, a qual originou a Academia Real Militar em 1810 que viria a se tornar a atual Escola Politécnica da UFRJ, em 1965. Além disso, afirma que a primeira Escola de Engenharia do Brasil acabou servindo de modelo para a fundação da maioria das Escolas de Engenharia do país. A partir desse contexto, é relevante olhar para aspectos da Carta de Lei de 4 de dezembro de 1810, que criou a Academia Militar.

Figura 3 – Programa do curso de engenharia da Academia Real Militar presente na Carta de Lei.

ANO	LENTES ¹	CONTEÚDOS
1º	1	Aritmética, Álgebra, Geometria e Trigonometria Retilínea
2º	1	Resolução de Equações, Geometria Analítica, Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Descritiva e Desenho ²
3º	1	Mecânica (Estática e Dinâmica), Hidráulica, Balística e Desenho ²
4º	2	Trigonometria esférica, Óptica, Astronomia, Geodésia, Cartas Geográficas e Geografia Terrestre, Desenho ² e Física
5º	2	Tática, Estratégia, Castrametração ³ , Fortificação de Campanha, Reconhecimento de Terreno e Química
6º	2	Fortificação, Ataque e Defesa de Praças, Princípios de Arquitetura Civil, Traço e Construção de Estradas, Pontes, Canais e Portos, Orçamento de Obras e Mineralogia
7º	2	Artilharia Teórica e Prática, Minas e Geometria Subterrânea, e História Natural

¹ Além de contar com 11 professores, ainda foram previstos mais cinco substitutos “de maneira que jamais se dê o caso de haver cadeiras que deixem de ser servidas, havendo alunos que possam ouvir as lições”. (Cada lição deveria durar uma hora e meia).

² A disciplina Desenho era oferecida por um lente em separado.

³ Escolha e levantamento para fortificação ou acampamento.

Fonte: Organizado por Vanderlí Fava de Oliveira com base em Telles (1994a).

Fonte: COFEA (2010).

A Carta de Lei também apresenta um regulamento baseado no que regia a École Polytechnique de Paris, fundada no ano de 1795 em Paris, a qual se tornou o modelo de outras escolas de engenharia pelo mundo afora. O regulamento enfatizava as disciplinas básicas e as aulas práticas, e previa que os professores deveriam escrever os seus próprios compêndios (livros) (COFEA, 2020; TELLES, 1984). No Título VII da Carta é explicitado sobre o formato dos exames:

“A forma de exame será também diferente e se fará sobre todo o compêndio que se explicará, escolhendo cada examinador o ponto que quiser e dando o livro ao candidato, para que leia ali e depois explique fechando o livro; pois que assim é que se pode ficar no conhecimento que o estudante sabe todo seu compêndio e está no caso de se servir dele em qualquer circunstância, que lhe seja necessário, vindo também por este modo evitar-se que o estudante de grande talento e pouco estudo, possa fazer exame que seja de aparência brilhante, sem que contudo conheça a doutrina, que lhe explicou em toda sua generalidade, de que deve dar conta”. (OLIVEIRA, V., 2004, p. 4).

Durante a década de 1950, 14 estados brasileiros, de um total de 21, passaram a contar com Escolas de Engenharia. O início dessa década se caracteriza pela volta do desenvolvimento após a Segunda Guerra Mundial (MACEDO; SAPUNARU, 2016). Em 1966, foi sancionada a Lei 5.194, a qual regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo. Conforme Art. 7º da referida lei, as atividades e atribuições desses profissionais consistem em:

- a) desempenho de cargos, funções e comissões em entidades estatais, paraestatais, autárquicas, de economia mista e privada;
- b) planejamento ou projeto, em geral, de regiões, zonas, cidades, obras, estruturas, transportes, explorações de recursos naturais e desenvolvimento da produção industrial e agropecuária;
- c) estudos, projetos, análises, avaliações, vistorias, perícias, pareceres e divulgação técnica;
- d) ensino, pesquisas, experimentação e ensaios;
- e) fiscalização de obras e serviços técnicos;
- f) direção de obras e serviços técnicos;
- g) execução de obras e serviços técnicos;

h) produção técnica especializada, industrial ou agro-pecuária.

Nota-se, portanto, que é bastante diverso o escopo de atuação de um profissional de engenharia. Dentro desse contexto, na medida em que surgem novos cursos de engenharia, em diversas localidades e com diferentes tipos de infraestrutura, faz-se necessário uma padronização mínima do escopo de ensino, a fim de direcionar o planejamento e controle dos cursos disponibilizados por parte das instituições de ensino superior.

2.3.1 Diretrizes Curriculares Nacionais

No que diz respeito aos cursos de graduação no Brasil, o Governo Federal instituiu em 1995 a Lei 9.131, a qual criou o Conselho Nacional de Educação (CNE), composto pelas Câmaras de Educação Básica (CEB) e de Educação Superior, conforme Art. 7º da referida lei. Sendo a Câmara de Educação Superior (CES) responsável por deliberar sobre as diretrizes curriculares propostas pelo Ministério da Educação e do Desporto, para os cursos de graduação, conforme disposto na alínea “c” do parágrafo 2º do Art. 9º da Lei 9.131. De acordo com o Parecer CNE Nº 776/97:

“Os cursos de graduação precisam ser conduzidos, através das Diretrizes Curriculares, a abandonar as características de que muitas vezes se revestem, quais sejam as de atuarem como meros instrumentos de transmissão de conhecimento e informações, passando a orientar-se para oferecer uma sólida formação básica, preparando o futuro graduado para enfrentar os desafios das rápidas transformações da sociedade, do mercado de trabalho e das condições de exercício profissional.”

Em 2002, a Câmara de Ensino Superior instituiu por meio da Resolução CNE/CES 11, as primeiras Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia, com o objetivo de orientar as diversas instituições de ensino sobre a construção dos programas acadêmicos para o respectivo curso.

Todavia, em um cenário em que a indústria e o mercado como um todo, demanda um profissional mais versátil e com habilidades comportamentais bem desenvolvidas, ou seja, um profissional 4.0, surge a necessidade de adequação do

perfil do egresso de engenharia. Assim, em 2019, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia foram atualizadas por meio da Resolução CNE/CES nº2, de 24 de abril de 2019. Uma visão comparativa entre as diferentes resoluções é apresentada no quadro 8.

Quadro 8 – Competências descritas pelas novas diretrizes curriculares.

Resolução CNE/CES nº 11/2002	Resolução CNE/CES nº 2/2019
<p>Art. 4º A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:</p> <p>I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;</p> <p>II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;</p> <p>III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;</p> <p>IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;</p> <p>V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;</p> <p>VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;</p> <p>VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;</p> <p>VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;</p> <p>VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;</p> <p>IX - atuar em equipes multidisciplinares;</p> <p>X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;</p> <p>XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;</p> <p>XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;</p> <p>XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.</p>	<p>Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:</p> <p>I - Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto</p> <p>II - Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação</p> <p>III - Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos</p> <p>IV - Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia</p> <p>V - Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica</p> <p>VI - Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares</p> <p>VII - Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão</p> <p>VIII - 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.</p>

Fonte: Adaptado de Oliveira (2019).

Comparando-se as DCNs, é possível perceber que dentre os novos aspectos a serem trabalhados tem-se: compreensão dos usuários das soluções concebidas (item I), liderança de equipes multidisciplinares (item VI), aprendizado autônomo e atuação em contextos complexos (item VIII).

No detalhamento do Art. 4º, a resolução especifica que para a compreensão dos usuários, é necessário que o profissional seja capaz de utilizar

técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais. Em paralelo, dentro da competência de liderança de equipes, dentre as competências específicas abordadas, estão: a capacidade de interações com diferentes culturas, convívio com as diferenças, colaboração, proatividade, definição de estratégias e construção de consenso de grupos. Por fim, no que tange ao item VIII, dentre os aspectos a serem desenvolvidos para o seu alcance, estão: atitude investigativa e autônoma, aprendizado contínuo e a capacidade de aprender a aprender.

Os cursos terão um prazo de três anos para readequarem seus Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC), os quais devem contemplar um conjunto de atividades que desenvolvam efetivamente as competências esperadas para o perfil do egresso. Assim, instituições e cursos têm se mobilizado para atualizarem seus PPCs e atenderem não só às recomendações das DCNs como também às novas necessidades do mercado de trabalho, que devem contemplar aspectos locais e globais inerentes à formação de cada profissional, dentro das modalidades da engenharia (SILVA et al., 2020).

2.3.2 Curso de Engenharia Química da UFC

Em 16 de dezembro de 1954, a Lei 2.373 cria a Universidade Federal do Ceará (UFC), a qual foi instalada em 25 de junho do ano seguinte. Com o lema "Virtus unita fortior", em português "quanto mais unidas as virtudes, tanto mais fortes" ou "a união faz a força", que reflete a busca da instituição por contribuir para a sociedade por meio de suas produções.

Em março de 1973, como parte da UFC, foi inaugurado o Centro de Tecnologia (CT), por meio do Decreto 71.882 que estabeleceu a união entre as Escolas de Engenharia e a Escola de Arquitetura e Urbanismo (BESERRA, 2021). Dentre os cursos que compõem o CT, está o curso de Engenharia Química, que passou a funcionar no ano de 1965, a partir da necessidade de alavancar o desenvolvimento do setor industrial do estado do Ceará.

Ao longo de sua existência, o curso tem constantes reformulações em sua estrutura curricular e pedagógica, de forma a garantir uma formação profissional que atenda aos requisitos do mercado de trabalho em constante mudança.

Mais recentemente, entre 2018 e 2019, foi trabalhada uma nova revisão, levando-se em consideração as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) estabelecidas pela Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior (CNE/CES 02, de 24 de abril de 2019). A partir disso, busca-se que o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e assegure o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso.

Conforme apresentado no atual Projeto Pedagógico, o mesmo foi estruturado sob uma concepção pedagógica curricular que visa atender aos anseios de formação de engenheiros para o século XXI, para além apenas da adequação de conteúdos ao currículo de 2005. No que se refere à manutenção do cumprimento das DCNs, as responsabilidades são divididas entre quatro instâncias: Administração Superior (UFC), Diretoria do Centro (CT), Chefia do Departamento de Engenharia Química (DEQ) e Coordenação do Curso. Sendo a última a principal responsável pelo controle da execução, pois entre suas atribuições estão as ações de gerir mecanismos de avaliação das metodologias de ensino aplicadas e gerir mecanismos de avaliação do Projeto Pedagógico.

De acordo com o PPC elaborado, a partir das capacidades requeridas dos profissionais egressos no curso de Engenharia Química, o colegiado do curso concluiu que faz-se necessário o desenvolvimento de algumas características, as quais são elencadas no quadro a seguir.

Quadro 9 – Características necessárias para o profissional egresso no curso de Engenharia Química.

Ref.	Descrição das características
I	Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético
II	Ter forte formação técnica e estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora
III	Ser capaz de reconhecer, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia
IV	Ser capaz de adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares no exercício prático de sua profissão
V	Ter sensibilidade aos problemas globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais
VI	Ter comprometimento social
VII	Ser capaz de cooperar com o desenvolvimento sustentável

Fonte: Adaptado de PPC de Engenharia Química (2019).

A fim de favorecer a formação de profissionais que se enquadrem nesse perfil desejado, foram estabelecidas algumas mudanças para serem implementadas a partir do novo PPC:

1. O projeto passa a ter o seu percurso formativo com base na construção de competências;
2. O projeto passa a observar os dispositivos contidos na Resolução CONFEA 1.073, de 19 de abril de 2016;
3. Insere a extensão universitária no currículo do curso, para tanto, destinando 10% de sua carga horária total (360 horas) para inserção dos alunos em atividades de extensão;
4. Propõe a integração de conteúdos de Fenômenos de Transporte e Operações Unitárias;
5. A oferta de disciplinas do curso passará a ter, unicamente, disciplinas de regime semestral;
6. Propõe a inclusão de duas (02) disciplina Piloto de Projeto Industrial, cuja carga horária total deverá contar com 48 horas teóricas e 16 horas de extensão (em cada);
7. Flexibilização curricular, a adoção de pré requisitos curriculares foi estudada e otimizada;
8. Incluiu-se a opção de de integralização de 288 horas em cinco (05) componentes optativos em Engenharia de Petróleo, além de 32 horas dedicadas à, ao menos, uma disciplina optativa com competências e conteúdos vinculados às ciências humanas;
9. O incentivo ao uso de novas tecnologias e métodos modernos de ensino-aprendizagem;
10. Educação em temáticas ambiental, dos direitos humanos e das relações étnico-raciais e para o ensino de história e cultura afro-brasileira e africana são tratados de modo transversal, isto é, ao longo do curso, em componentes curriculares obrigatórios e/ou optativos, sejam disciplinas ou atividades;
11. Articulação da Graduação com a Pós-Graduação: passa a ser obrigatório para os alunos de mestrado e doutorado a realização de um semestre e dois semestres, respectivamente, de Estágio de Docência;

12. Empreende mudanças ao currículo implementado em 2005. A saber:

- a. A adoção de conteúdos de economia, gestão, administração e avaliação de projetos, integrando estes conteúdos à disciplinas de Projeto Industrial;
- b. A adoção de conteúdos de Segurança de Processos Industriais;
- c. Reconfiguração de disciplinas Básicas de Química, Física e Cálculo;
- d. Reconfiguração da disciplina de Termodinâmica Química em duas disciplinas de termodinâmica de regime semestral;
- e. Reconfiguração das disciplinas de Cálculo de Reatores I e II, adotadas no currículo implementado em 2005, em Engenharia das Reações Químicas I e II, embutindo maior abordagem de cinética química;
- f. Reconfiguração da disciplina de Processos e Reatores Bioquímicos, com ampliação dos conteúdos relacionados à biotecnologia, engenharia de bioprocessos, cultivos microbianos de interesse industrial, tecnologia enzimática e biocatalisadores;
- g. Reconfiguração da disciplina de Projeto de Processos Químicos em Projeto de Processos Industriais I e II, formatadas para criar maior integração dos conteúdos específicos da Engenharia Química.

Com base nos aspectos dispostos, é possível realizar uma análise crítica sobre as mudanças realizadas. Silva e Olave (2020) com base em diversos autores, apresentam que dentro do contexto da Indústria 4.0, é esperada a adequação dos modelos de ensino aprendizagem, por meio da utilização de metodologias de ensino que favoreçam o contato com a prática profissional e com o uso das tecnologias digitais, havendo a necessidade de realizar a inserção desses recursos tecnológicos de maneira adequada. Os autores destacam a utilização de metodologias ativas, a exemplo das metodologias de Aprendizado Baseado em Problemas (PBL), Sala de

Aula Invertida e o Arco de Maguerez, como uma alternativa eficiente, por estabelecerem um ambiente de aprendizagem que proporciona ao aluno o desenvolvimento de uma visão crítica, analítica e reflexiva acerca da realidade.

Assim, percebe-se que as modificações atendem ao cenário, visto que, buscam integração entre disciplinas, abordagem de conceitos de forma transdisciplinar, maior vivência em experiências práticas por meio de extensão, disciplinas voltadas para projetos e atuação em docência para pós-graduandos. Mas, principalmente, porque trabalham o incentivo ao uso de novas tecnologias e métodos modernos de ensino-aprendizagem.

Para garantir a implementação desta última proposta, foram listadas algumas ações:

- Capacitação de docentes nestas metodologias;
- Criação de disciplinas específicas à aplicação destas metodologias;
- Aproximação e discussão entre Universidade-Indústria para utilização de problemas reais em projetos e estudos de caso;
- Desenvolvimento e avaliação de modelos não convencionais de avaliação que devem ser implementadas associadas às metodologias tradicionais;
- Modernização instrumental que possibilite a prática otimizada destas metodologias;
- Implementação de recursos tecnológicos/computacionais que possibilitem avaliação just in time;
- Avaliação piloto da incorporação/utilização de Ensino à Distância.

Quanto ao uso de metodologias ativas, algumas já são implementadas pelos docentes do curso, entre elas a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), Estudo e Avaliação de Casos Reais, Aprendizagem Cooperativa e Sala de Aula Invertida. Porém, para garantir o sucesso da aplicação dessas metodologias é importante o processo de avaliação e acompanhamento do desenvolvimento dos alunos, para que possa ser verificado se as competências necessárias estão de fato sendo trabalhadas e para que seja possível a elaboração de planos de ação de melhoria, quando necessário.

Além disso, apesar do PPC atender ao cenário de mudanças, as iniciativas propostas podem não ser suficientes. A partir do quadro 9, entende-se, indiretamente, que são esperadas do egresso habilidades como pensamento analítico,

pensamento criativo, colaboração, trabalho em equipe e visão sistêmica. Todavia, por meio da listagem das novas mudanças implementadas, não é possível identificar, de forma direta, como essas habilidades serão desenvolvidas e monitoradas. Então, evidencia-se uma lacuna, dado que isso precisa ser feito para garantir o alcance das competências comportamentais esperadas.

2.4 Avaliação de soft skills

A recente mudança nas DCNs para os cursos de engenharia evidencia o impacto que a quarta revolução industrial pode gerar no processo de ensino-aprendizagem. Isso ocorre, pois, ela traz um cenário que exige do indivíduo o emprego de competências e habilidades dificilmente exploradas nos sistemas tradicionais (SILVA; OLAVE, 2020). De acordo com Bruno (2016), reflete-se que os sistemas técnicos, embora tecnologicamente avançados, não suprirão, em sua completude, os conhecimentos, capacidades e habilidades humanas, sendo mais provável a valorização cada vez mais expressiva do trabalho humano como parte fundamental do sistema de produção, tendo as tecnologias como suporte para otimizar tais habilidades (apud SILVA; OLAVE, 2020).

Piqueira (2014) reforça o aspecto apresentado anteriormente ao afirmar que as novas tecnologias afetam substancialmente os métodos de ensino, transformando o trabalho em sala de aula em discussões que enfatizam as interpretações conceituais e a análise de resultados, uma vez que os procedimentos de cálculo ficam cada vez mais automatizados. Conforme o autor, a atividade presencial deve explorar abordagens mais dinâmicas, voltadas a projetos, incentivando os trabalhos em equipe.

Richert et al. (2016) argumentam que a era da Indústria 4.0 motiva questionamentos relacionados ao futuro da educação em engenharia, tais como: como preparar e ensinar as novas competências requeridas e como avaliá-las? (apud SILVA et. al., 2020).

No que tange ao ensino superior, o desenvolvimento de habilidades técnicas é algo que sempre foi trabalhado; também chamadas de *Hard Skills*, são habilidades que podem ser desenvolvidas por meio de estudo teórico e prático, as quais podem ser ensinadas em cursos e especializações. Já no âmbito do preparo

sobre competências comportamentais e interpessoais, também chamadas de *Soft Skills*, tem-se um desafio, por ser uma demanda recente que surge a partir de transformações no mercado de trabalho.

Dentro desse contexto, alguns autores argumentam que as instituições de ensino estão em descompasso com as exigências das empresas, havendo uma lacuna cada vez maior entre as habilidades e capacidades dos graduados e as demandas do ambiente de trabalho, bem como, empregadores descontentes com o nível de habilidades fomentadas no ensino superior (ANDREWS E HIGSON, 2008; ZAHARIM et al., 2012 apud ROBLES, 2012).

Dessa forma, surge o cenário relatado por Robles (2012) de que, embora as habilidades técnicas façam parte de muitos currículos educacionais excelentes, as habilidades interpessoais precisam de mais ênfase nos currículos universitários. Conforme o autor relata em seu trabalho, alguns estudos reforçam isso, em um deles descobriu-se que 75% do sucesso no trabalho a longo prazo depende de habilidades pessoais, enquanto apenas 25% depende do conhecimento técnico; outro estudo apontou que as hard skills contribuem apenas 15% para o sucesso de uma pessoa, enquanto 85% do sucesso se deve às soft skills.

Novais (2021) apresenta em seu trabalho uma lista com algumas estratégias que mostram-se suficientes para o processo de desenvolvimento de soft skills, por envolverem socialização dos estudantes.

Quadro 10 – Estratégias favoráveis à formação de profissionais 4.0.

Estratégia sugerida	Autores
Simulações	CIMATTI, 2016; LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016.
Jogos	LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016.
Estudos de Caso	LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; CIMATTI, 2016; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010.
Active Learning	DEEP; SALLEH; OTHMAN, 2019; YEHIA; GUNN, 2018; BRILINGAITE; BUKAUSKAS; JUŠKEVICIENE, 2018; LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; VILA; PEREZ; MORILLAS, 2012; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010; PÉREZ-MARTÍNEZ et al., 2010.
Trabalho em equipe	CIMATTI, 2016; LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; DEVADASON; SUBRAMANIAM.; DANIEL, 2010
Laboratórios	CIMATTI, 2016.
Apresentações	CIMATTI, 2016; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010.

Fonte: Adaptado Novais (2021).

Em seu estudo, o autor realiza também um levantamento sobre as principais habilidades relacionadas a soft skills com base em diversos autores e

destaca que as habilidades que aparecem com maior frequência são: comunicação, trabalho em equipe, solução de problemas, liderança, pensamento crítico, gestão do tempo, planejamento, relação interpessoal, responsabilidade, criatividade e ética. Portanto, entende-se sobre quais estratégias podem ser utilizadas e sobre quais habilidades devem ser desenvolvidas, todavia, de que forma avaliá-las? O quadro abaixo apresenta instrumentos sugeridos por alguns autores como alternativas.

Quadro 11 – Principais instrumentos utilizados para medir soft skills.

Instrumento	Fonte
Autoavaliação via internet	Achcaoucaou et al. (2014) Makatsoris (2009) Bikfalvi et al. (2007)
Autorrelatos baseados em cenários	Mulcahy-Dunn et al. (2018)
Autoavaliação	Chan, Zhao e Luk (2017) Levant, Coulmont e Sandu (2016) Chamorro-Premuzic et al. (2010) Allen e Van Der Velden (2005)
Mapas Conceituais	Pinto, Doucet e Fernández-Ramos (2010)
Testes psicométricos, autoavaliação e avaliação dos pares	Pérez-Martínez et al. (2010)
Avaliação em 360 graus	Shuman, Besterfield-Sacre e McGourty (2005) Verbic, Keerthisinghe e Chapman (2017)

Fonte: Novais (2021)

A partir do levantamento de diversas referências, Novais (2021) constata que a autoavaliação é o instrumento mais utilizado, em 85,7% do referencial consultado (12 de 14), mas, apesar disso, em 66,6% dos casos (8 de 12) em que se usa a autoavaliação ela acontece apenas no início, apenas no fim ou no início e fim do período avaliativo (semestre, ano ou início e fim de todo o curso), o que inviabiliza o feedback constante ao estudante (NOVAIS, 2021). Além disso, Allen e Van Der Velden (2005, p. 8) citam alguns estudos que indicam a avaliação por pares como sendo mais precisa que a autoavaliação e destacam a avaliação por supervisor como conjunto mais completo (apud NOVAIS, 2021).

Assim, pode-se concluir que a forma mais eficiente de avaliação será aquela constituída pelo conjunto de avaliações realizada por pares, pelo supervisor ou professor e a autoavaliação do estudante. Ademais, considerando-se a relevância do feedback constante, é interessante que a mensuração seja realizada de forma contínua e seja construída através de um mecanismo que permita o acompanhamento dos resultados de forma simples e prática.

Crawley et al. (2014), de forma a auxiliar na seleção dos métodos de avaliação, apresentam um guia resumido, o qual destaca métodos a partir do tipo esperado de aprendizagem (apud OLIVEIRA, 2019).

Quadro 12 – Tipos de instrumentos de avaliação e de competência a avaliar.

Tipo de Resultado Esperado	Questões Oraís e Escritas	Avaliação de Desempenho	Desenvolvimento de Projetos	Relatórios
Conhecimento <i>Entendimento Conceitual</i>	X			
Conhecimento <i>Resolução de Problemas</i>	X			X
Conhecimento <i>Cria e Síntese</i>		X	X	X
Habilidades		X	X	X
Atitudes			X	X

Fonte: Adaptado de Oliveira (2019).

Dentro dessa perspectiva, o PPC do curso de Engenharia Química apresenta alguns instrumentos de avaliação e sugere a adoção de avaliações diagnósticas, formativas e somativas (aplicadas ao longo da execução de um determinado componente curricular e/ou unidade curricular). Além disso, disponibiliza um modelo de formulário para avaliação de competências técnicas e gerais.

Todavia, a fim de tornar o processo avaliativo algo constante é importante que a avaliação de desempenho seja simples e aplicada por meio de um mecanismo acessível e de uso prático. Além disso, os dados coletados precisam estar acessíveis para que as informações extraídas a partir deles possam direcionar avanços. Tendo isso em vista propõe-se o uso de Business Intelligence (BI) para auxiliar nessa construção.

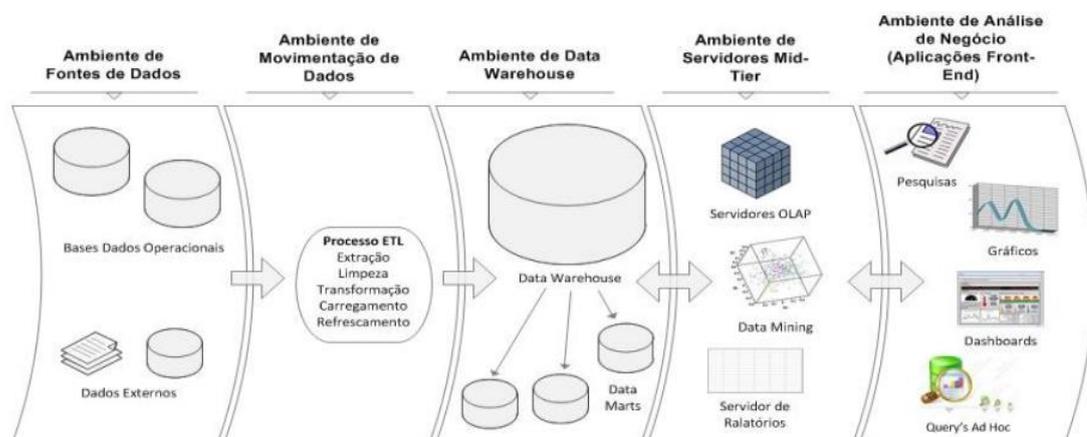
2.5 Business Intelligence (BI)

O termo Business Intelligence (BI) ou Inteligência de Negócios surgiu na década de 80 no Gartner Group e faz referência ao processo inteligente de coleta, organização, análise, compartilhamento e monitoramento de dados, gerando informações para suporte à tomada de decisões no ambiente de negócios (PRIMAK, 2008). De acordo com Grigori et al (2004), o processo de Inteligência de Negócio oferece vários recursos úteis para a gestão (apud LIMA, 2019):

- **Análise:** permite que os usuários façam análises sobre execuções de processos que já foram concluídos.
- **Previsão:** possibilita criar modelos de previsão que sejam aplicados em processos que estejam em execução, para identificar a possibilidade de mudanças de comportamentos ou comportamentos indesejados.
- **Monitoramento:** permite monitorar e analisar o estado de processos em execução e informar ao usuário sobre situações inusitadas ou indesejáveis. É possível também programar para que um alerta seja feito caso ocorra alguma situação crítica.
- **Controle:** o sistema pode interagir com os processos para evitar ou reduzir o impacto de reduções de qualidade previstas e reais, com base no monitoramento e previsão.

Um sistema de BI é composto por diversas ferramentas e tecnologias, as quais possuem funções específicas ao longo de uma série de camadas que constituem a arquitetura desse sistema. Chaudhuri, Dayal et al. (2011) apresenta uma arquitetura geral de um sistema de Business Intelligence incorporando diversos conceitos existentes (apud COSTA; SANTOS, 2012), a qual tem seus diferentes ambientes descritos por Costa e Santos (2012) conforme explicitado a seguir.

Figura 4 – Esquemática de um sistema de Business Intelligence.



Fonte: Costa e Santos (2012).

- **Fonte de dados (primeiro ambiente):** nas fontes de dados encontram-se todas as origens dos dados que vão suportar o

sistema. As fontes de dados poderão ser internas e externas à organização, como Enterprise Resource Planning (ERP), folhas de cálculo, bases de dados isoladas, entre outras;

- **Movimentação de dados (segundo ambiente):** Aqui realiza-se todo o processo de ETL (Extract, Transform, Load), utilizando ferramentas apropriadas para o tratamento dos dados, que provêm das diversas fontes, de forma a integrar os mesmos, transformando-os e carregando-os para os repositórios de dados apropriados;

- **Data Warehouse (terceiro ambiente):** Esta integra o Data Warehouse e os diversos Data Marts da organização, que são repositórios de informação organizacional. Estes são normalmente carregados e refrescados no processo de ETL a partir das várias fontes de dados existentes na organização;

- **Servidores Mid-tier (quarto ambiente):** Aqui será possível trabalhar os dados, acedendo ao Data Warehouse ou Data Marts organizacionais, com recurso a várias técnicas, como OLAP e Data Mining, de forma a geração de informação relevante para a tomada de decisão e disponibilizar a mesma aos gestores;

- **Análise de negócio (quinto ambiente):** Existem várias aplicações de front-end que permitem o acesso e a manipulação da informação através das quais os gestores executam tarefas de Business Intelligence, como o caso dos portais web de pesquisa e aplicações de gestão de desempenho, para acompanhar o desempenho do negócio utilizando ferramentas como dashboards e consultas ad-hoc.

Os ambientes dentro de uma arquitetura de BI surgem a partir de ferramentas utilizadas para diferentes fins, junto delas originam-se conceitos que contribuem para o entendimento dos sistemas. Dentre os principais estão:

- **ETL (Extração, Transformação e Carga):** onde acontece a extração/leitura dos dados de diferentes fontes, a transformação que tem como objetivo uniformizar os dados, limpeza, adequação desses dados de acordo com os objetivos e

estratégias do negócio e o carregamento desses dados no Data Warehouse ou Data Mart (RAFAEL, 2017 apud LIMA, 2019).

- Data Warehouse: de acordo com Machado (2004, p. 22), representa uma grande base de dados capaz de integrar, de forma concisa e confiável, as informações de interesse para a empresa, que se encontram espalhadas pelos sistemas operacionais e em fontes externas, para posterior utilização nos sistemas de apoio à decisão (apud BENCK; GURA, 2011).

- Data Mart: é um DW direcionado por assunto ou área organizacional, é uma versão reduzida de um DW que foca em um departamento específico (TURBAN et al, 2009 apud FERMI, 2018).

- OLAP: Segundo Primak (2008, p.37) “a funcionalidade de de uma ferramenta OLAP é caracterizada pela análise multi-dimensional dinâmica dos dados, apoiando o usuário final nas suas atividades”. Fermi (2018) complementa que com essa técnica, o usuário pode navegar dentro do detalhamento do dado, como analisar uma informação tanto anualmente quanto diariamente, partindo da mesma base de dados.

- Data Mining: técnica utilizada para a extração de conhecimento, identificando padrões e modelos preditivos nos dados. Ela é útil para analisar grupos de dados que são difíceis de analisar apenas por meio das aplicações OLAP (LIMA, 2019).

- Dashboards: é uma ferramenta de visualização gráfica, normalmente composta por gráficos ou tabelas, que expõe indicadores e permitem monitorizar todo o processo organizacional a fim de permitir uma tomada de decisão assertiva (CALDEIRA, 2010 apud LIMA, 2019).

Dentro desse contexto, surge também o conceito de *Self-service BI*, o qual pode ser entendido como democratização dos dados. Ele permite que os usuários de negócios como executivos ou gestores, sem especialização técnica, consigam elaborar relatórios e dashboards de forma rápida, sem precisar recorrer à assistência da área de TI (Tecnologia da Informação), ou a uma equipe de analistas (OLIVEIRA, 2017 apud LIMA, 2019). Hoje, existem diversas ferramentas que se

enquadram nessa categoria, entre elas: Microsoft Power BI, Looker Studio, Tableau e Qlick Sense.

Para o presente trabalho será utilizada a ferramenta Looker Studio (LS). Seu lançamento ocorreu em 2016 e, até o ano de 2022, era chamado de Google Data Studio. Porém, a Google adquiriu a Looker (plataforma de BI, análise incorporada e aplicativo de dados) e a partir disso, surgiu o Looker Studio. O qual pretende facilitar as análises de autoatendimento para todos os usuários, suportando mais de 800 fontes de dados, com um catálogo ultrapassando 600 conectores (PEREIRA, 2023). Algumas características vantajosas nos painéis construídos no LS, além da fácil customização de análises, são: a possibilidade de exportá-los em formato PDF, programação de envio automático para e-mails pré-setados e restrição de acesso por meio do uso de e-mail Gmail.

Ele permite integração fácil com ferramentas Google, como o Google Planilhas, que, além de ser conectável ao Google Formulários, funciona muito bem como fonte de dados, com limite máximo de até 10 milhões de células ou 18.278 colunas (KLEINA, 2022)

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Pode-se classificar uma pesquisa quanto à sua natureza, objetivos, procedimentos e abordagem. A presente pesquisa pode ser classificada como aplicada em relação a sua natureza, visto que se enquadra na definição apresentada por Andrade (2010), que a define como uma pesquisa a qual visa aplicações práticas, com o objetivo de contribuir para fins práticos, pela busca de soluções para problemas concretos.

Quanto aos objetivos, ela pode ser classificada como exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema, a fim de torná-lo mais explícito. Tendo como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições (GIL, 2002).

Já o procedimento utilizado para delineamento da pesquisa foi o de pesquisa bibliográfica, a qual é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2002). O processo de pesquisa bibliográfica, aplicado conforme sugerido por Gil (2002), envolveu as etapas:

- a) escolha do tema;
- b) levantamento bibliográfico preliminar (levantamento de conceitos);
- c) formulação do problema;
- d) elaboração do plano provisório de assunto (organização sistemática);
- e) busca das fontes (identificação de fontes adequadas);
- f) leitura do material;
- g) fichamento;
- h) organização lógica do assunto; e
- i) redação do texto.

Sobre a sua abordagem, a pesquisa classifica-se como qualitativa, pois se vale da categorização e interpretação dos dados sem uso de técnicas estatísticas.

3.2 Instrumento da pesquisa

O principal instrumento da pesquisa foi o estudo da literatura para identificação das competências comportamentais a serem avaliadas, com mapeamento das principais habilidades levantadas por diversos autores, dentro do contexto da indústria 4.0. A partir disso, foram listadas as mais recorrentes e foi identificada a interseção dessas habilidades com as competências apresentadas pelas novas diretrizes curriculares dos cursos de engenharia. Posterior a isso, foi definida a metodologia de avaliação e construído um painel de dados por meio de BI, com elaboração de uma proposta para a implementação.

Para a avaliação das competências listadas foi elaborado um formulário por meio da ferramenta Google Formulários, a fim de gerar uma base de dados a partir das respostas. Propõe-se a aplicação desse formulário ao final de atividades em grupo, sejam trabalhos ou projetos. Tendo isso em vista, buscou-se máxima objetividade e clareza no formulário a ser aplicado. Assim, para mensuração dos níveis de desempenho, foi utilizada a Escala Likert com cinco pontos, aplicada com base no grau de concordância, conforme exemplificado na Figura 5.

Figura 5 – Escala Likert para mensuração de desempenho.

P1 - Pensamento analítico e resolução de problemas *

Demonstra capacidade de resolver problemas complexos com base no emprego de conhecimentos gerais e de conhecimentos técnicos do curso de engenharia.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	Concordo totalmente				

Fonte: De autoria própria.

Esse tipo de mensuração foi escolhido devido ser um dos mais utilizados quando o objetivo é a avaliação de desempenho, dado que reduz o nível de subjetividade presente em com uma escala de um a dez. Junto disso, foi estabelecida uma descrição para cada competência de forma a dar direcionamento e minimizar a subjetividade na avaliação.

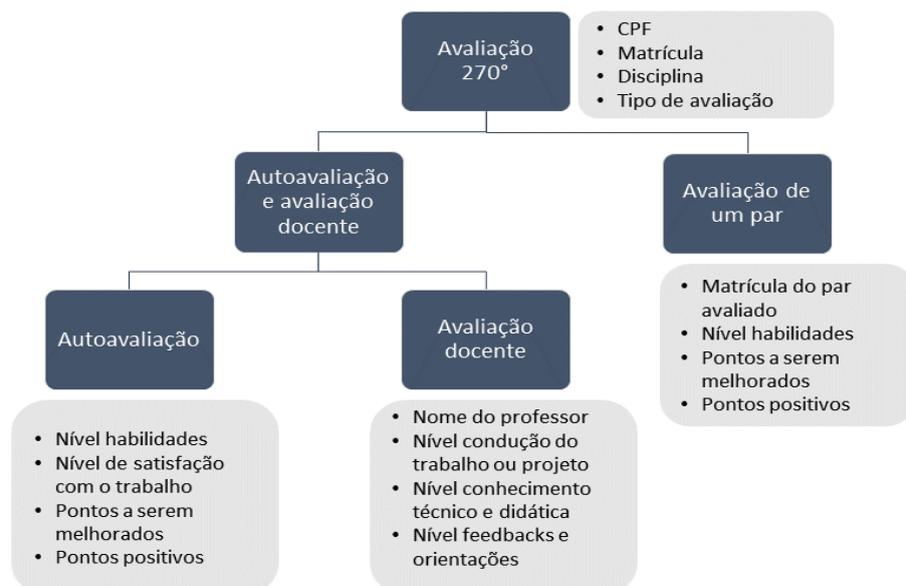
Além disso, com o objetivo de tornar os resultados mais assertivos e favorecer o processo de melhoria contínua, foram definidos três tipos de avaliação.

1. Autoavaliação: onde cada aluno irá avaliar seu grau de desenvolvimento nas competências, com base em seu nível de concordância em relação às afirmações estabelecidas.

2. Avaliação docente: os alunos poderão avaliar o desempenho dos professores durante o processo, com base em três critérios: condução/articulação, de forma a favorecer que os professores tenham um bom planejamento e organização na implementação de práticas de grupo; conhecimento técnico e didática, visto ser um fator de fundamental importância no suporte aos alunos; feedbacks e orientações, a fim de favorecer a proximidade docente-discente. Dessa forma, os professores conseguirão identificar oportunidades de melhoria a partir dos feedbacks qualitativos e da avaliação dentro de cada critério.

3. Avaliação de um par: os integrantes da equipe de trabalho ou projeto deverão avaliar uns aos outros, idealmente, após finalizadas as entregas solicitadas pelo docente da disciplina em questão. Nessa etapa, para identificação de cada aluno, faz-se necessário o uso do dado de matrícula.

Figura 6 – Estrutura de Avaliação 270°.



Fonte: De autoria própria.

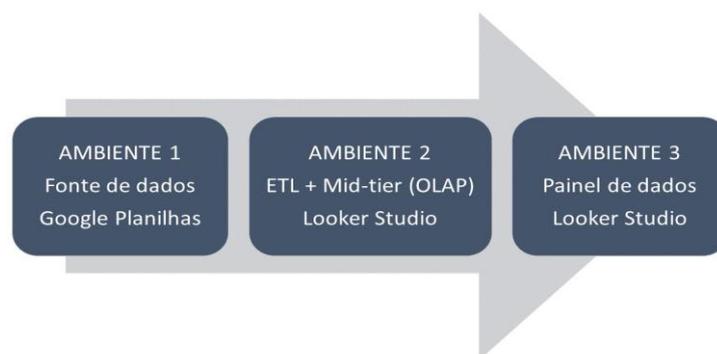
A Figura 6 evidencia a estrutura adotada. Visto a aplicação dos três tipos de avaliação expostos, o modelo foi chamado Avaliação 270°, a qual não consiste em uma Avaliação 360° pois, nesse caso, o docente não irá avaliar os discentes. Isso porque não seria possível a avaliação das competências pessoais de modo assertivo, dado que a interação docente-discente, dentro do contexto de trabalhos em grupo, é secundária.

3.3 Construção do painel de dados

A ferramenta escolhida para a construção do mecanismo de controle do desenvolvimento dos estudantes foi o Looker Studio (LS), por ser gratuita e de fácil utilização e aprendizado, o que favorece a replicação e escala da solução proposta. O qual consiste em uma plataforma de Self-service BI, que facilita o processo de construção de análise de dados, devido sua simplicidade se comparado ao uso de mecanismos mais robustos.

A partir disso, dentro do processo de construção da solução BI proposta, os ambientes de movimentação de dados e de servidores Mid-tier são substituídos por um único ambiente. Tanto dentro do Google Planilhas (ferramenta muito similar ao Excel da Microsoft) quanto dentro do Looker Studio (ferramenta muito similar ao Power BI da Microsoft) é possível realizar a parte de tratamento de dados, todavia, para o presente trabalho, isso foi feito dentro do próprio LS. Toda a construção da etapa de visualização, a qual permite a chamada análise de negócios, também foi realizada dentro da mesma ferramenta. A arquitetura resultante é apresentada na Figura 7.

Figura 7 – Arquitetura do sistema de BI utilizado.



Fonte: De autoria própria.

Após criação do formulário de avaliação e conexão do formulário com o Google Planilhas, o procedimento dentro do primeiro ambiente consistiu na conexão da base de dados no Planilhas com a ferramenta Looker Studio. No segundo ambiente foi realizado o tratamento da base de dados para ajustes de formatação de campos, edição da base de dados dentro do LS com criação de novos campos e relacionamento de tabelas, bem como, cálculo dos indicadores necessários. Por fim, no último ambiente, foram criados os gráficos, controles e tabelas e realizou-se a definição e ajustes de layout.

As métricas estabelecidas foram:

- Os níveis de desenvolvimento dos alunos dentro de cada competência, sendo o produto entre a nota atribuída por meio da escala likert (1 a 5) pelo fator 2, de forma a ser definida uma nota entre 1 e 10. O que facilita a compreensão do resultado.
- Os níveis dos professores dentro dos critérios estabelecidos, utilizando-se o mesmo procedimento exposto no ponto anterior.

Os indicadores estabelecidos foram:

- O Índice de Desenvolvimento Comportamental (IDC), o qual corresponde à média aritmética das notas atribuídas às competências
- O Índice de Atuação Docente (IAD), de forma análoga ao IDC, representa a média aritmética dos níveis associados aos critérios avaliados para os docentes.
- O Nível de Satisfação do Aluno (NSA), o qual consiste na média aritmética das notas atribuídas à pergunta sobre o nível de satisfação, presente na seção de autoavaliação, a qual possui uma escala de 1 a 10.

Figura 8 – Nível de Satisfação do Aluno.

A11 - Nível de satisfação com sua experiência nesse trabalho ou projeto *

Levar em consideração os critérios de: aprendizado, atuação do docente, nível de entrega e participação da sua equipe.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>									

Fonte: De autoria própria.

É válido ressaltar que para o cálculo do IDC foi utilizada uma média simples tendo em vista que para gerar uma ponderação assertiva seria necessário tanto um maior aprofundamento teórico como um histórico de dados para fundamentação. Porém, considerando-se o uso contínuo da ferramenta proposta, aliada a uma possível análise voltada para egressos, no futuro, pode-se identificar correlações entre determinadas competências comportamentais e o nível de sucesso profissional dos estudantes de Engenharia Química. Assim, seria possível propor uma ponderação para o IDC.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento de habilidades

A partir do levantamento bibliográfico realizado por Silva et al. (2020), o qual apresenta as competências para o profissional no âmbito da Indústria 4.0, explicitadas no quadro 6, foi possível mapear e listar as habilidades comportamentais associadas ao perfil esperado. Elas são apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 13 – Habilidades profissionais para a Indústria 4.0.

Pessoais	Interpessoais	Técnicas
Capacidade analítica	Comunicação	Língua estrangeira
Integridade	Liderança	Conhecimento estatístico e matemático
Flexibilidade e adaptabilidade	Empatia	Uso de tecnologias digitais
Criatividade	Proatividade	Programação
Aprendizado contínuo	Colaboração	Segurança de dados
		Gestão de projetos
		Gestão de melhoria de processos
		Operação de equipamentos e sistemas
		Negociação
		Orientação para serviços

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2020).

Considerando-se as habilidades listadas no quadro 7, juntamente das demais habilidades mapeadas no decorrer do presente estudo, foi formulada uma listagem mais abrangente, a qual é apresentada no quadro abaixo.

Quadro 14 – Mapeamento abrangente de habilidades para a Indústria 4.0

(continua).

Pessoais	Interpessoais	Técnicas
Pensamento analítico	Empatia e escuta ativa	Alfabetização tecnológica
Pensamento criativo	Liderança e influência social	Controle de qualidade
Resiliência, flexibilidade e agilidade	Ensinar e orientar	Gestão de talentos
Motivação e autoconhecimento	Comunicação	Orientação à serviço e atendimento ao cliente
Curiosidade e aprendizado contínuo	Cortesia	Gerenciamento de recursos e operações
Confiabilidade e atenção aos detalhes	Trabalho em equipe	IA e big data
Visão sistêmica		Leitura, escrita e matemática
Destreza manual, resistência e precisão		Design e experiência do usuário
Habilidades de processamento sensorial		Multilinguismo
Integridade		Programação
Atitude positiva		Marketing e mídia
Profissionalismo		Redes e cibersegurança
Responsabilidade		Gestão ambiental
Ética no trabalho		Visão de cidadão global
Autogestão e gestão do tempo		Conhecimentos e habilidades em TI
Confiança nas novas tecnologias		Processamento e análise de dados
Mentalidade para melhoria contínua		Conhecimento estatístico

Quadro 14 – Habilidades para a Indústria 4.0 (conclusão).

Pessoais	Interpessoais	Técnicas
		Compreensão organizacional e processual Capacidade de interagir com interfaces modernas (homem-máquina/homem-robô) Conhecimento interdisciplinar sobre tecnologias Conhecimento especializado das atividades e processos de fabricação Conscientização sobre segurança de TI e proteção de dados

Fonte: De autoria própria.

Além disso, foi feito o mapeamento de habilidades a partir das competências a serem trabalhadas no perfil do egresso, conforme as novas DCNs. O resultado é apresentado no quadro 15, onde a habilidade é listada junto da referência da respectiva competência a qual está atrelada (ver quadro 8).

Quadro 15 – Habilidades com base nas novas diretrizes curriculares.

Pessoais	Interpessoais	Técnicas
Visão sistêmica (I, III e IV) Pensamento criativo (I, III e IV) Pensamento analítico (II) Confiabilidade e atenção aos detalhes (II) Ética e profissionalismo (VI e VII) Consciência socioambiental (VII) Curiosidade e aprendizado contínuo (VIII) Autonomia no aprendizado (VIII)	Empatia (I e VI) Trabalho em equipe (VI) Comunicação (V e VI) Colaboração (VI) Liderança (IV e VI) Respeito às diferenças (VI) Proatividade (VI)	Conhecimento em engenharia (I) Ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação (II) Desenvolvimento e validação de modelos (II) Conceitos de gestão (III e IV) Conhecimento construtivo e operacional para soluções de engenharia (III) Gestão de projetos (III e VI) Análise econômica (III) Uso de tecnologias digitais (V) Língua estrangeira (V) Conhecimento em novas tecnologias (VIII)

Fonte: De autoria própria.

De forma análoga, por meio do estudo do PPC de Engenharia Química, foram identificadas as características requeridas aos profissionais graduados no referido curso e, por meio disso, listou-se as habilidades relacionadas a essas características, as quais foram referenciadas no quadro 9. O resultado é exposto a seguir.

Quadro 16 – Habilidades com base nas características esperadas para o perfil de egresso.

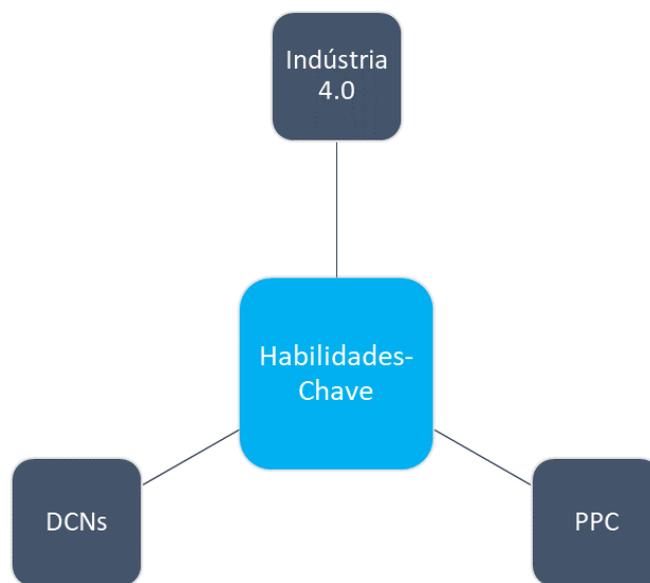
Pessoais	Interpessoais	Técnicas
Pensamento analítico (I, II e III) Pensamento criativo (I, II e III) Visão sistêmica (I e IV) Ética e profissionalismo (I) Consciência socioambiental (VI e VII)	Trabalho em equipe (I) Colaboração (I)	Conhecimento em novas tecnologias (II) Conhecimento em engenharia (II e III) Visão de cidadão global (V)

Fonte: De autoria própria.

4.2 Habilidades a serem avaliadas

A partir do entendimento sobre o contexto da Indústria 4.0, juntamente das habilidades requeridas pelos profissionais do futuro (quadro 14), com base em diversos autores, aliado à compreensão das competências pessoais e interpessoais demandas a partir das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (quadro 15) e do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Química da UFC (quadro 16), foram identificadas as principais habilidades comportamentais a serem desenvolvidas.

Figura 9 – Esquemática para formulação das habilidades-chave.



Fonte: De autoria própria.

Para composição do resultado final, foi feito o levantamento das competências citadas no contexto da Indústria 4.0 e posterior análise dos documentos referentes às DCNs e PPC do curso de Engenharia Química, identificando-se quais as competências pessoais, interpessoais e técnicas estão relacionadas às características requeridas para o perfil do egresso e, a partir disso, foi construída uma listagem para cada categoria. Em seguida, analisou-se a possibilidade de agrupamento entre competências, a fim de garantir que a lista estivesse mutuamente excludente.

Após análise, foram encontradas 9 competências pessoais e 4 competências interpessoais, totalizando 13 competências, das quais, 31% (4 de 13) foram listadas a partir do perfil do profissional 4.0, mas não são abordadas pelas

novas DCNs, a saber: adaptabilidade, autoconhecimento, autogestão e mentalidade para melhoria contínua (também chamada de Mindset de Crescimento). Dessas, foram descartadas da análise as competências de aprendizado contínuo, autoconhecimento e mentalidade de crescimento, pois, apesar de serem fundamentais, acrescentariam maior subjetividade nas avaliações, dado que demandaria o compartilhamento de vivências para além da sala de aula. Assim, chegou-se ao total de 10 competências-chave a serem trabalhadas.

Quanto à conhecimento técnico, apesar de não ser o foco deste estudo, é válido expor que foram identificados como principais: conhecimento técnico em engenharia como básico; ferramentas estatísticas, computacionais e de simulação; novas tecnologias (Inteligência Artificial, Big Data, Internet das Coisas, Manufatura Aditiva, etc.); conceitos de gestão, principalmente relacionados à projetos; multilinguismo; processamento e análise de dados; conhecimentos e habilidades em Tecnologias da Informação (TI).

Quadro 17 – Resultado da compilação de habilidades.

Pessoais	Interpessoais
Visão sistêmica Pensamento criativo e inovação Pensamento analítico e resolução de problemas Profissionalismo Adaptabilidade e flexibilidade Autogestão e gestão do tempo	Empatia e escuta ativa Trabalho em equipe Comunicação Liderança

Fonte: De autoria própria.

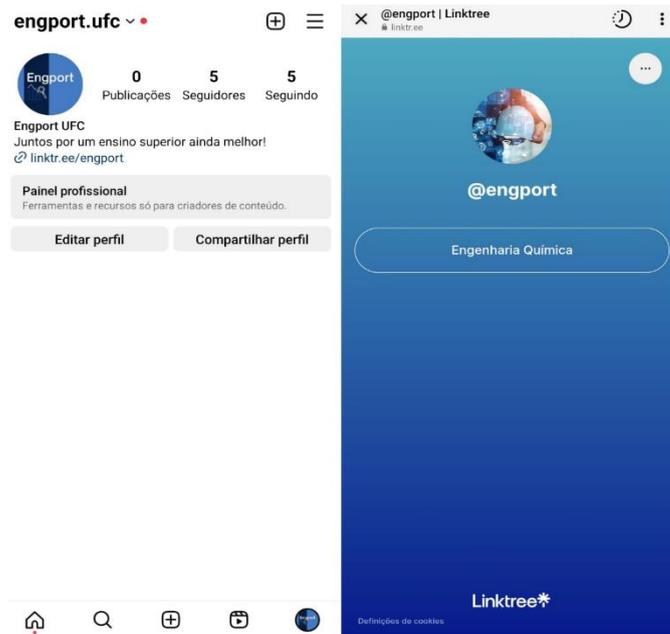
4.3 Painel de dados

Identificadas as competências a serem desenvolvidas e, portanto, demandam avaliação contínua, construiu-se um mecanismo para viabilizar o acompanhamento desse desenvolvimento. O qual consiste em um painel de dados, denominado EngPort (uma junção de Engenharia e *Report*, que significa “Relatório” em inglês).

A fonte de dados do painel é alimentada a partir do preenchimento do formulário de Avaliação 270°. Dessa forma, para que tanto o formulário quanto o painel fiquem de fácil acesso para o alunos, foi criado um instagram (@engport.ufc) para centralizar atualizações e tornar dinâmico a implementação da ferramenta. No

campo de bio do Instagram criado, foi disponibilizado o link para uma plataforma centralizadora de links, chamada LinkTree. Por meio do linktree será possível centralizar os links de diferentes painéis, para cursos para além da Engenharia Química. Nele, o botão “Engenharia Química” direciona para o EngPort, no Looker Studio (figura 10).

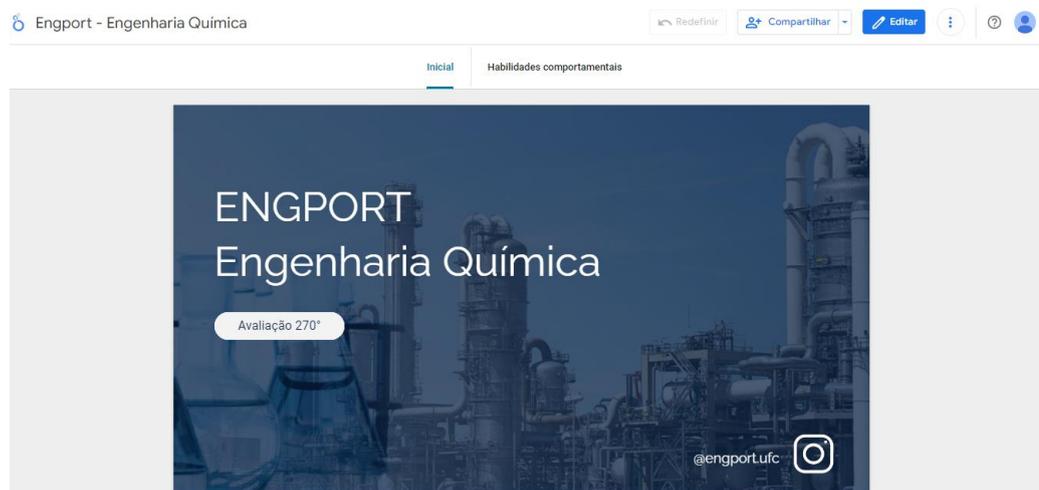
Figura 10 – Acesso EngPort por meio do Instagram e Linktree.



Fonte: De autoria própria.

A partir disso, na página inicial do EngPort - Engenharia Química encontra-se um botão que irá direcionar o aluno para o formulário de Avaliação 270°.

Figura 11 – Página inicial do EngPort.



Fonte: De autoria própria.

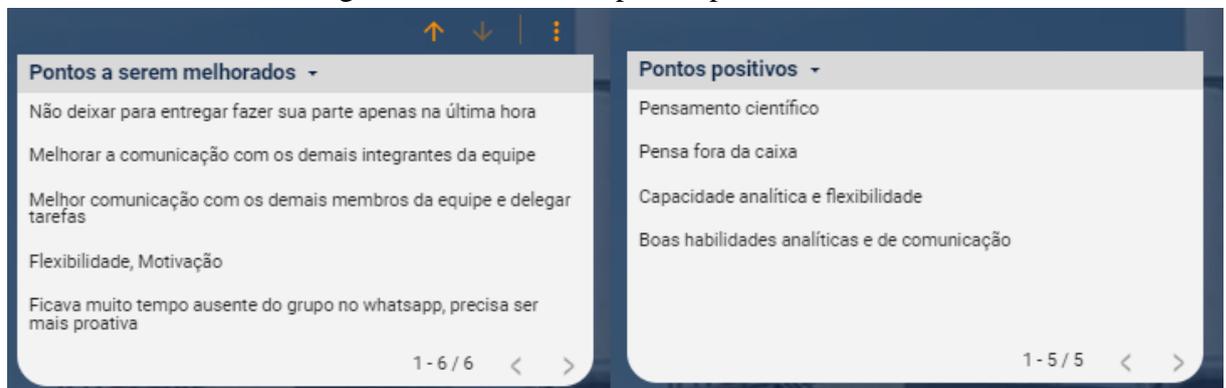
Dentro do EngPort foi criada uma página voltada para a análise das competências-chave. Em seu canto superior direito há um controle para busca de CPF, o que permite que um aluno filtre seus resultados e, ao mesmo tempo, tenha um mínimo sigilo sobre suas informações. Vale destacar que para o sucesso da implementação, é importante que os discentes tenham acesso ao painel, pois assim terão um maior estímulo para realizarem as avaliações.

No canto esquerdo superior tem-se um *big number* representando o IDC geral, considerando-se todos os alunos respondentes na base de dados, bem como, do seu lado direito é apresentada uma visão evolutiva desse indicador. Logo abaixo, foi construída uma tabela que visa detalhar as notas de cada competência. A partir dessa informação, com filtragem por período, será possível perceber avanços ou dificuldades e, então, considerá-las nos planos de ação voltados para melhoria contínua.

Além disso, foi disponibilizada uma tabela para acompanhamento dos comentários sobre pontos a serem melhorados e pontos positivos. Para conseguir visualizar ambos, é necessário passar o mouse no canto superior da tabela para mudar a visualização, a qual tem duas possibilidades de detalhamento conforme figura 12.

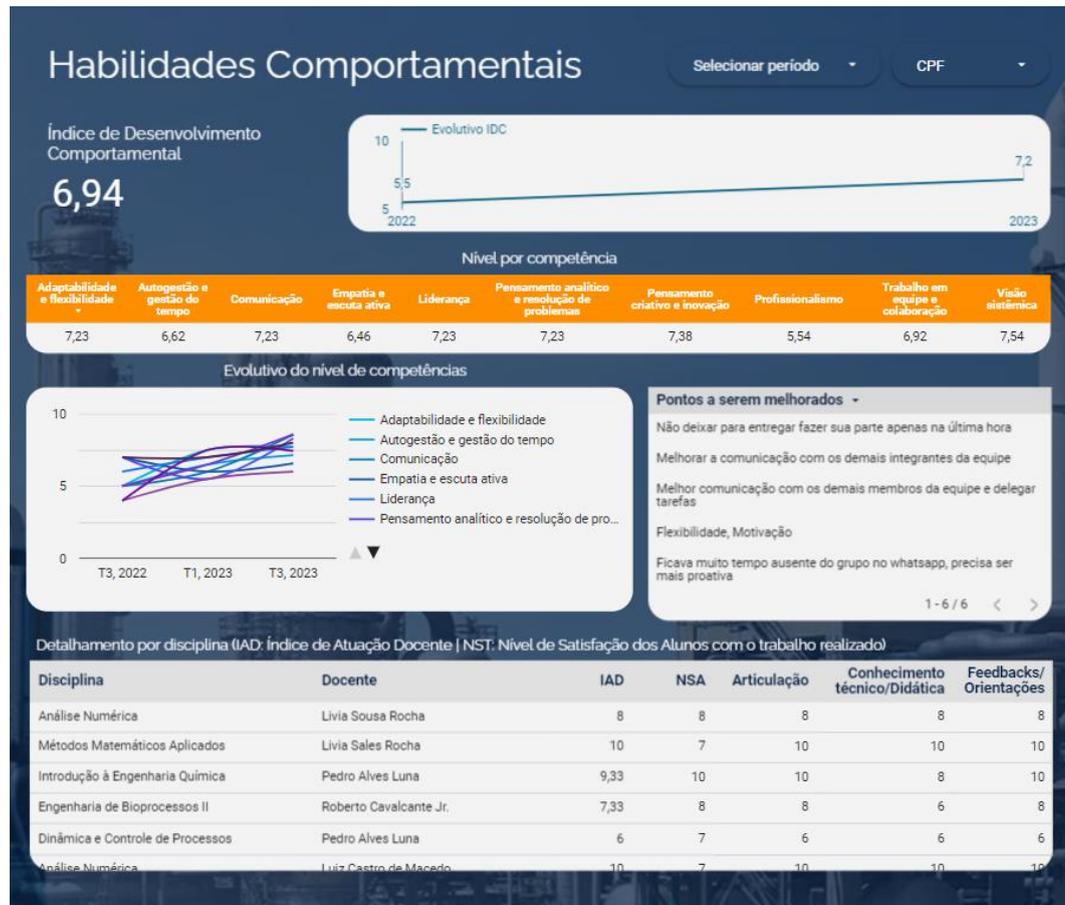
Do lado esquerdo da tabela, tem-se uma visão evolutiva trimestral do nível de todas as competências. Para que seja possível analisar se as iniciativas implementadas a partir dos planos de melhoria irão trazer resultados ao longo do tempo. Por fim, tem-se uma tabela com o resumo referente às métricas e indicadores relacionados à atuação docente.

Figura 12 – Tabelas de pontos positivos e de melhoria.



Fonte: De autoria própria.

Figura 13 – Painel de dados para análise de habilidades comportamentais.



Fonte: De autoria própria.

4.4 Metodologia de implementação

Tendo em vista estabelecer um processo de melhoria contínua voltado para o desenvolvimento das competências-chave, cabe a utilização do ciclo de Deming, também chamado ciclo PDCA, como uma ferramenta para auxiliar nessa construção. Onde, a etapa de Planejamento (P) fica sob responsabilidade dos docentes e gestão administrativa da UFC e pode ter como elemento principal o PPC. Na etapa posterior, de Execução (D), é esperada a implementação de metodologias ativas e práticas que favoreçam isso, conforme exposto no Projeto Pedagógico. A proposta deste estudo pretende auxiliar na etapa seguinte, a de Checagem ou Controle (C), por meio da aplicação do formulário de Avaliação 270° e utilização frequente do EngPort pelos professores e alunos do curso. Recomenda-se:

- Solicitação do preenchimento do formulário sempre que houver trabalhos ou projetos realizados em equipe;
- Divisão das equipes de trabalho de forma aleatória;

- Ao final de cada projeto ou trabalho em equipe, fornecer o tempo de 30 minutos para que os alunos preencham o formulário em sala de aula e, assim, não corram o risco de esquecer ou postergar;
- Direcionamento para que todos os alunos se avaliem entre si e sejam honestos.

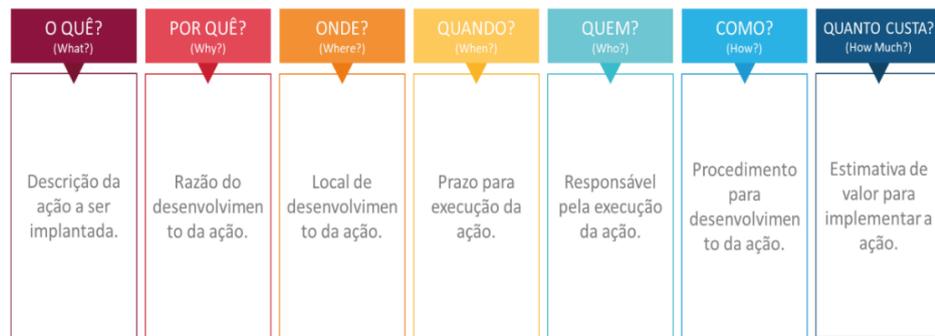
Figura 14 – Ciclo PDCA aplicado ao processo de avaliação do desenvolvimento comportamental de alunos.



Fonte: De autoria própria.

Antes que o ciclo reinicie, tem-se a quarta etapa, a de Ação (A). Para a qual, dentro do escopo de atuação da gestão administrativa, propõe-se a elaboração de planos de melhoria anuais focados no desenvolvimento das competências comportamentais, com organização de oficinas mensais direcionadas à temáticas da Indústria 4.0 e desenvolvimento comportamental. Para os alunos, propõe-se, também, a elaboração de planos de melhoria, porém, de forma mais frequente, trimestralmente, com uso da metodologia 5W2H direcionada para superação de lacunas comportamentais.

Figura 15 – Metodologia sugerida para elaboração de planos de ação pelos alunos.



Fonte: Franco (2021).

Para auxiliar nisso, pode-se utilizar uma planilha para estruturação do plano, com base nas sete perguntas direcionadas para uma ação específica, que irá contribuir para o desenvolvimento de determinada competência.

5 CONCLUSÃO

Por meio de pesquisa bibliográfica foi possível realizar o levantamento das habilidades comportamentais requeridas dentro do contexto da quarta revolução industrial. A partir disso, foram identificadas as habilidades-chave e com base nelas, foi criado um painel de dados para análise do nível de desenvolvimento dos alunos em cada uma delas, o qual será alimentado por respostas do formulário de avaliações. Espera-se que com a implementação da metodologia proposta seja possível indentificar melhorias, realizar testes para validação de hipóteses e alcançar maior assertividade nos indicadores avaliados, conforme o volume de dados aumentar.

Nesse contexto, tem-se em vista que o processo não será fácil, pois demandará adaptação dos professores e, principalmente, dos alunos. Porém, se forem apresentados os benefícios e a aplicação se der de forma gradual e planejada, é esperado que funcione bem. Criando, a partir disso, a possibilidade de expandir esse projeto para outros cursos de engenharia, de modo a favorecer a formação profissional dos estudantes de engenharia da UFC. Tornando-os, assim, ainda mais competitivos no mercado de trabalho, mesmo frente ao cenário de constantes mudanças e transformações tecnológicas aceleradas.

É válido ressaltar que o desenvolvimento de habilidades comportamentais, por fugir do escopo técnico de Engenharia, pode ser bastante desafiador para os docentes e alunos. Sugere-se, portanto, uma parceria entre o Centro de Tecnologia e a Faculdade de Psicologia da UFC, a fim de permitir um acompanhamento desses alunos e orientação para os docentes, de modo a favorecer a implementação da metodologia proposta.

Além disso, para futuros trabalhos, de modo a complementar o presente estudo, sugere-se a aplicação da metodologia proposta visando a análise da evolução comportamental de alunos do primeiro ano de curso até sua conclusão. Assim como, possível análise de correlação entre as habilidades comportamentais e o nível de sucesso profissional de alunos egressos, de forma favorecer a construção do IDC, o qual pode se tornar um indicador ponderado.

6 REFERÊNCIAS

AIRES, Regina Wundrack do Amaral; MOREIRA, Fernanda Kempner; FREIRE, Patricia de Sá. **INDÚSTRIA 4.0: COMPETÊNCIAS REQUERIDAS AOS PROFISSIONAIS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**. 2017. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314>. Acesso em: 24 jun. 2023.

ANDRADE, Maria Margarida de **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação** / Maria Margarida de Andrade. – 10. ed. – São Paulo : Atlas, 2010.

ARAUJO, Luis Antonio Mendes de Mesquita; SILVA, Márcia Terra da; BASANTE, José Geraldo. **Competências dos Engenheiros na Indústria 4.0**. 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/30695/26463/352898>. Acesso em: 30 jun. 2023.

BLUM, Bárbara. **Formação em engenharia é a que tem maior incidência entre os CEOs mais bem avaliados**. 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/carreiras/2020/11/formacao-em-engenharia-e-a-que-tem-maior-incidencia-entre-os-ceos-mais-bem-avaliados.shtml#:~:text=Para%20especialistas%2C%20perfil%20anal%C3%ADtico%20e,a%20altos%20cargos%20de%20chefia&text=Engenharia%20%C3%A9%20a%20forma%C3%A7%C3%A3o%20de,do%20Brasil%20e%20do%20mundo>. Acesso em: 16 maio 2023.

BLUM, Bárbara. **Formação em engenharia é a que tem maior incidência entre os CEOs mais bem avaliados**. 2020. Disponível em: <https://www.institutoeengenharia.org.br/site/2020/12/09/formacao-em-engenharia-e-a-que-tem-maior-incidencia-entre-os-ceos-mais-bem-avaliados/>. Acesso em: 16 maio 2023.

BRANDÃO, Renata. **O que é o Ciclo PDCA?** 2020. Disponível em: <https://www.escoladnc.com.br/blog/projetos/o-que-e-o-ciclo-pdca/>. Acesso em: 17 jun. 2023.

CARDOSO, Fernando Henrique. **Diretrizes e bases da educação nacional**. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm#:~:text=L9394&text=Estabelece%20as%20diretrizes%20e%20bases%20da%20educa%C3%A7%C3%A3o%20nacional.&text=Art.%201%C2%BA%20A%20educa%C3%A7%C3%A3o%20abrange,civil%20e%20nas%20manifesta%C3%A7%C3%B5es%20culturais. Acesso em: 16 maio 2023.

CELEPAR. **Educação Básica**. 2023. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=618>. Acesso em: 15 maio 2023.

CGU. **Visão geral da distribuição por subárea (subfunção)**. 2022. Disponível em: <https://portaldatransparencia.gov.br/funcoes/12-educacao?ano=2022>. Acesso em: 15

maio 2023.

CNI. A DIFUSÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 EM EMPRESAS BRASILEIRAS. 2020. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/c4/26/c42635b7-c3c0-4763-8ed2-69aa33b8a07e/a_difusao_das_tecnologias_da_industria_40_vf.pdf. Acesso em: 27 jun. 2023.

CNI. INVESTIMENTOS EM INDÚSTRIA 4.0. 2018. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/8b/0f/8b0f5599-9794-4b66-ac83-e84a4d118af9/investimentos_em_industria_40_junho2018.pdf. Acesso em: 23 jun. 2023.

CONFEA. Trajetória e Estado da Arte da Formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia – Volume I – Engenharias. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/acervo-linha-editorial/publicacoes-diversas/temas-da-educacao-superior/trajetoria-e-estado-da-arte-da-formacao-em-engenharia-arquitetura-e-agronomia-2013-volume-i-2013-engenharias>. Acesso em: 27 jun. 2023.

CORDEIRO, M. M.; POZZO, D. N. O processo de inovação na educação: um estudo em uma organização educacional. Gestão e Desenvolvimento, Novo Hamburgo, ano XII, v. 12, n. 2, p. 130-149, ago. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/343>>. Acesso em: 27 jun. 2023

COSTA, S; SANTOS, M. Y. Sistema de Business Intelligence no suporte à Gestão Estratégica. In: Atas da Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação. 2012. p. 162-174.

COUTINHO, Thiago. Veja como priorizar tarefas da forma correta com o auxílio da Matriz Esforço x Impacto. 2019. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/matriz-esforco-impacto>. Acesso em: 16 maio 2023.

DIGICAD. Dica de BI: Arquitetura básica de projetos de BI, desenvolvimento e dashboards. 2022. Disponível em: <https://digicad.com.br/dica-de-bi-arquitetura-basica-de-projetos-de-bi-desenvolvimento-e-dashboards/>. Acesso em: 03 jul. 2023.

ESTADÃO. ‘Estadão’ apresenta 15 perguntas para o novo presidente. 2022. Disponível em: <https://arte.estadao.com.br/politica/eleicoes/agenda-estadao-2022/porque-o-brasil-gasta-mais-com-o-ensino-superior-do-que-com-o-ensino-basico.html>. Acesso em: 26 jun. 2023.

FERMI, Fernanda Monteiro. BUSINESS INTELLIGENCE: UM GUIA DE BOAS PRÁTICAS PARA PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO. 2018. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/bitstream/20.500.11874/4836/1/Fernanda%20Monteiro%20Fermi.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

FORUM, World Economic. Future of Jobs Report: insight report. INSIGHT REPORT.

2023. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf?_gl=1*177wy3q*_up*MQ.&gclid=Cj0KCQjwy9-kBhCHARIsAHpBjHhQ5yekjJUUhxsnd9PLfPW2B257vnF4_UTa-odfFuG9822UahMVgoaAptLEALw_wcB. Acesso em: 22 jun. 2023.

FRANCO, Adriano Bortoli. **5W2H: Um método incrivelmente fácil que funciona para todos os negócios**. 2021. Disponível em: <https://blog.valoremelhoria.com.br/2021-12-13-5w2h-um-m%C3%A9todo-incrivelmente-f%C3%A1cil-que-funciona-para-todos-os-neg%C3%B3cios/>. Acesso em: 26 jun. 2023.

GEHRKE et al. **Industry 4.0: A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective**. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279201790_A_Discussion_of_Qualifications_and_Skills_in_the_Factory_of_the_Future_A_German_and_American_Perspective. Acesso em: 26/06/2023

GIL, Antônio Carlos, 1946- **Como elaborar projetos de pesquisa**/Antônio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002

GURA, Emanóely F; BENCK, Larissa L N. **Construção de um Data Warehouse, aliado a uma ferramenta open source iReport na geração de informações para tomada de decisão**. 2011. 89f. Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011.

HUCK, Luciano. **RESET – Klaus Schwab: ‘Brasil precisa parar de olhar para revoluções industriais do passado’**. 2023. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/destaque/noticia/1051597/klaus-schwab-brasil-precisa-parar-de-olhar-para-revolucoes-industriais-do-passado/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

INFOCHANNEL, Redação. **MDIC cria Grupo de Trabalho para a Indústria 4.0**. 2017. Disponível em: <https://inforchannel.com.br/2017/07/31/mdic-implanta-grupo-de-trabalho-para-industria-4-0/>. Acesso em: 18 jun. 2023.

KAGERMANN, H et al. **Recommendations for implementing the strategic initiative industrie**. 2013.

KLEINA, Nilton. **Google dobra limite máximo de células no serviço de Planilhas**. 2022. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/internet/235393-google-dobra-limite-maximo-celulas-servico-planilhas.htm>. Acesso em: 20 jun. 2023.

LIMA, E. C.; NETO, C, R, O. **Revolução Industrial: considerações sobre o pioneirismo Industrial inglês**. Revista Espaço Acadêmico, n. 194, julho, 2017.

LIMA, Raquel Pereira de. **Estruturação de um Ambiente de Business Intelligence para Gestão da Informação da Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes de Uberlândia**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27629/4/Estrutura%C3%A7%C3%A3oAmbienteBusiness.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

MAGALHÃES, R; VENDRAMINI, A. **Os impactos da quarta Revolução Industrial**. GVExecutivo, v. 17, n. 1, 2018. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/viewFile/74093/7108> 0. Acessado em: 24/05/2023.

MAROS, Angieli. **Não é permitido copiar este material. Compartilhe ou divulgue o link:** <https://www.industria40.ind.br/noticias/20373-estrategia-nacional-para-a-industria-40-sai-do-papel-em-momento-crucial-para-o-pais>. 2020. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/noticias/20373-estrategia-nacional-para-a-industria-40-sai-do-papel-em-momento-crucial-para-o-pais>. Acesso em: 27 jun. 2023.

MATTOS, Isabel Leão. **PROBLEMAS NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO**. 2003. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/185254534.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MDIC, Assessoria de Comunicação Social do. **MDIC instala Grupo de Trabalho que definirá Estratégia Nacional para a Indústria 4.0 no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/noticias/mdic/mdic-instala-grupo-de-trabalho-que-definira-estrategia-nacional-para-a-industria-4-0-no-brasil>. Acesso em: 25 jun. 2023.

MEC. **Conheça a história da educação brasileira**. 2023. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pet/33771-institucional/83591-conheca-a-evolucao-da-educacao-brasileira>. Acesso em: 16 maio 2023.

MEC. **RESOLUÇÃO CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002**. 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15766-rces011-02&category_slug=junho-2014-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 23 jun. 2023.

NEWS, Redação Brasilalemanha. **Entenda mais sobre a Hannover messe, a feira líder em tecnologia industrial do mundo**. 2018. Disponível em: <https://brasilemanhanews.com.br/economia/feiras/entenda-mais-sobre-hannover-messe-feira-lider-em-tecnologia-industrial-do-mundo/>. Acesso em: 18 jun. 2023.

NOVAIS, André Seixas de **Avaliando Soft Skills de estudantes em sessões de Active Learning: apresentando o Fuzzy Soft Skills Assessment** / André Seixas de Novais – Guaratinguetá, 2021

OLIVEIRA, Vanderli Fava de. **A Engenharia e as Novas DCNs - Oportunidades para Formar Mais e Melhores Engenheiros**. Rio de Janeiro: Ltc, 2019. 312 p. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Engenharia-Novas-DCNs-Oportunidades-Engenheiros/dp/8521636709>. Acesso em: 06 jul. 2023.

PENSABONETE. **Tipos de pesquisa científica: classifique corretamente sua metodologia**. Disponível em: <https://pensabonete.com/tipos-de-pesquisa-cientifica/>. Acesso em: 26 jun. 2023.

PEREIRA, Raquel. **Data Studio Agora é Looker Studio**. 2023. Disponível em:

<https://www.agenciamestre.com/ferramentas/looker-studio/>. Acesso em: 21 jun. 2023.

PIQUEIRA, José Roberto Castilho. **Reflexões sobre a história do ensino de engenharia**. 2014. Disponível em: <https://porvir.org/reflexoes-sobre-historia-ensino-de-engenharia/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

PRIMAK, F. V. **Decisões com BI (Business Intelligence)**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

RECKZIEGEL, Tatiana. **O que muda com as novas diretrizes curriculares de Engenharia**. 2019. Disponível em: <https://desafiosdaeducacao.com.br/novas-dcns-de-engenharia/>. Acesso em: 17 jun. 2023.

ROBLES, M. M. **Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace**. Business Communication Quarterly, Thousand Oaks, v. 75, n. 4, p. 453–465, 2012.

ROUSSEFF, Dilma Vana. **Plano Nacional de Educação - PNE**. 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm. Acesso em: 16 maio 2023.

SAKURAI, R.; ZUCHI, J. D. **AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS ATÉ A INDÚSTRIA 4.0**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 480–491, 2018. DOI: 10.31510/infa.v15i2.386. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/386>. Acesso em: 18 jun. 2023.

SANTOS, Thiago Diórgenes Lima Pereira dos. **COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS NA INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**. 2019. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/12421/2/Thiago_Diorgenes_Lima_Pereira_Santos.pdf. Acesso em: 29 jun. 2023.

SAPUNARU, Raquel Anna. **UMA BREVE HISTÓRIA DA ENGENHARIA E SEU ENSINO NO BRASIL E NO MUNDO: FOCO MINAS GERAIS**. 2016. Disponível em: <https://seer.ucp.br/seer/index.php/REVCEC/article/view/594>. Acesso em: 27 jun. 2023.

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

SCHWAB, K.; DAVIS, N. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.

SEBRAE. **O que é a Hannover Messe?: o blog do sebrae rs te coloca por dentro da maior feira voltada à indústria do planeta, a hannover messe..** O blog do Sebrae RS te coloca por dentro da maior feira voltada à indústria do planeta, a Hannover Messe.. 2023. Disponível em: <https://digital.sebraers.com.br/blog/empreendedorismo/o-que-e-a-hannover-messe-mkt/>. Acesso em: 23 jun. 2023.

SILVA, Adriano Moraes da; SANTOS, Thiago Diórgenes Lima Pereira dos; MELO,

Felipe Guilherme de Oliveira. **O Ensino de Engenharia em Face às Competências Profissionais Exigidas pela Indústria 4.0.** 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347528249_O_Ensino_de_Engenharia_em_Face_as_Competencias_Profissionais_Exigidas_pela_Industria_40. Acesso em: 25 jun. 2023.

SILVA, Marcio Roque dos Santos da; OLAVE, Maria Elena Leon. **CONTRIBUIÇÕES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS ASSOCIADAS À INDÚSTRIA 4.0 PARA A FORMAÇÃO PROFISSIONAL.** 2020. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/2047>. Acesso em: 23 jun. 2023.

SILVA, M. C. A. D; GASPARIN, J. L. **A segunda revolução industrial e suas influências sobre a educação escolar brasileira.** ANAIS DO EVENTO: XV Jornada do HISTEDBR: IV Seminário Nacional de Educação Básica e II Seminário em História da Educação da Amazônia. PARÁ, p. 2- 20,08/2018. Disponível em: https://timelinefy-space-001.nyc3.digitaloceanspaces.com/files/4/4_XOKIYEOCSTZD9YY7QDQBUIIPQICIPYEM.pdf. Acesso em: 18 jun. 2023.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **HISTÓRIA DA ENGENHARIA NO BRASIL.** 1984. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2831289/mod_resource/content/1/Historia_da_engenharia_no_Brasil.pdf. Acesso em: 28 jun. 2023.

Tempo na Educação Infantil. 2023. Disponível em: http://www.educacao.sp.gov.br/central-de-atendimento/htmexpl/modalidades_de_ensino.htm#:~:text=Educa%C3%A7%C3%A3o%20Infantil%3A,a%205%20anos%20de%20idade. Acesso em: 16 maio 2023.

UCS. **Especialização em Engenharia 4.0.** 2023. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/especializacao/detalhes/engenharia-40-caxias-do-sul/>. Acesso em: 26 jun. 2023.

UFC. **Engenharia Química.** Disponível em: <https://www.ufc.br/ensino/guia-de-profissoes/542-engenharia-quimica#:~:text=O%20Curso%20de%20Gradua%C3%A7%C3%A3o%20em,Tecnologia%2C%20no%20Campus%20do%20Pici>. Acesso em: 26 jun. 2023.

UFC. **Manual de Identidade Visual.** 2010. Disponível em: https://www.ufc.br/images/_files/a_universidade/identidade_visual/manual-de-identidade-visual-da-ufc.pdf. Acesso em: 26 jun. 2023.

UFPR, Insta. **Engenharia Industrial 4.0.** 2023. Disponível em: <https://insta.ufpr.br/especializacao/engenharia-industrial-4-0/>. Acesso em: 26 jun. 2023.

UNPD. **O que é o IDHM.** 2023. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/o-que-%C3%A9-o-idhm>. Acesso em: 16 maio 2023.

WINTER, Jeff. **Industry 4.0 is a paradigm shift in organizing and managing**

industrial businesses. 2022. Disponível em: <https://www.isa.org/intech-home/2022/august-2022/features/introduction-the-birth-of-industry-4-0-and-smart-m>. Acesso em: 18 jun. 2023.

ZUCHINALI, Pietro. **Industria 4.0.** 2018. Disponível em: <https://www.tiespecialistas.com.br/industria-4-0/#:~:text=Industria%204.0%20%C3%A9%20um%20termo,industrial%20e%20utilizando%20diversas%20tecnologias>. Acesso em: 25 jun. 2023.