

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Departamento de Ciências Administrativas
Programa de Pós-Graduação em Administração – PROPAD

Leonardo Mohandas Pantoja de Aquino

**A Aprendizagem 4.0 como fator mediador do
desenvolvimento de competências profissionais no contexto
da quarta revolução industrial**

Recife, 2023

Leonardo Mohandas Pantoja de Aquino

A Aprendizagem 4.0 como fator mediador do desenvolvimento de competências profissionais no contexto da quarta revolução industrial

Orientador: Prof. Antonio Roazzi, Ph.D.

Co-orientador: Prof. Bruno Campello de Souza, Ph.D.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Administração.

Recife, 2023

Catálogo na Fonte
Bibliotecária Ângela de Fátima Correia Simões, CRB4-773

A657a

Aquino, Leonardo Mohandas Pantoja de
A aprendizagem 4.0 como fator mediador do desenvolvimento de
competências profissionais no contexto da quarta revolução industrial /
Leonardo Mohandas Pantoja de Aquino. – 2023.
128 folhas: il. 30 cm.

Orientador: Prof. Antonio Roazzi, Ph.D. e Coorientador Prof. Bruno
Campello de Souza, Ph.D.

Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de
Pernambuco, CCSA, 2023.

Inclui referências e apêndices.

1. Aprendizagem. 2. Indústria 4.0. 3. Competência 4.0. I. Roazzi, Antonio
(Orientador). II. Souza, Bruno Campello de (Coorientador). III. Título.

658 CDD (22. ed.)

UFPE (CSA 2023 – 054)

Universidade Federal de Pernambuco

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Departamento de Ciências Administrativas
Programa de Pós-Graduação em Administração – PROPAD

**A Aprendizagem 4.0 como fator mediador do
desenvolvimento de competências profissionais no contexto
da quarta revolução industrial**

Leonardo Mohandas Pantoja de Aquino

Tese submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco e aprovada em 26 de abril 2023.

Banca Examinadora:

Prof. Antonio Roazzi, Dr., UFPE (Orientador)

Prof. Bruno Campello de Souza, Dr., UFPE (Co-orientador)

Prof. Fernando Gomes de Paiva Junior, Dr., UFPE (Examinador Interno)

Prof. Débora Coutinho Paschoal Dourado., UFPE (Examinador Interno)

Prof. Sílvio Luiz de Paula, Dr., UFPE (Examinador Externo)

Prof.^a. Denise Clementino de Souza, Dr.^a, UFPE (Examinadora Externa)

Aos meus filhos
Eduardo e Lucas Mohandas
“The reason of my conviction”

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela benção da existência e pela oportunidade realizar este trabalho e mesmo em tempos difíceis, me permitindo ter saúde para conclusão do doutorado.

Agradeço à razão da minha vida, meus filhos Eduardo e Lucas Mohandas. Por serem a razão de toda a minha luta e convicções. E a Luciana Lucena, a excelente mãe dos gêmeos, por todos os sacrifícios para que eu pudesse avançar nos meus estudos.

Agradeço a meus pais por me amarem incondicionalmente, mesmo sendo um filho que deu trabalho a vida inteira e por nunca medirem esforços em me apoiar em todas as lutas e desafios que enfrentei. Inclusive o doutorado. Minha herança de racionalidade e concentração em horas críticas do meu pai Everaldo Aquino e a sensibilidade criativa e artística da minha mãe Ziza Pantoja. Foram certamente fatores cruciais deste percurso. No entanto, acima de tudo, por me ensinarem o temor a Deus e os ensinamentos dos valores cristãos. Agradeço a minha irmã Juliana Pantoja e família, por acreditar que eu seria capaz.

Agradeço ao meu mestre no taekwondo, Harlan Barcelos, por me ensinar como controlar os meus instintos, e a ter disciplina e força de vontade para seguir meus objetivos.

Agradeço aos meus orientadores, professor Antonio Roazzi, que desde o mestrado me despertou eterna admiração, principalmente por suas orientações precisas, quase como o mestre dos magos do seriado Caverna do Dragão. E ao professor Bruno Campello, que seguramente é a pessoa com o maior QI que conheço. Inteligência demonstrada de forma impressionante, quando em poucos momentos de orientação, resolvia questões que eu havia passado meses ponderando. Além de capacidade analítica e de síntese dos testes estatísticos realizados. Sem contar com a paciência para lidar com um orientando temperamental.

Agradeço aos professores Débora Dourado e Fernando Paiva que desde a graduação exerceram papéis fundamentais na minha formação e também aos demais membros da banca avaliadora

Agradeço a todos os participantes da pesquisa. Aqueles que confiaram no estudo realizado e responderam as 88 questões do instrumento de coleta de dados, doando 12 minutos de suas preciosas vidas, mas que contribuíram para o meu desenvolvimento profissional e acadêmico.

Um agradecimento em especial ao professor Sílvio de Paula, um amigo que me acompanha desde os primeiros momentos do mestrado e que tive a honra de estar presente em muitas de suas conquistas. Agradeço a professora Jananda Silva, por proporcionar oportunidades profissionais e colaborações de pesquisa. Agradeço ao professor Rodrigo

Cavalcanti por ser meu eterno contraponto em discussões teóricas e práticas.

A coordenadora do PROPAD, a professora Josete Florêncio, por todo o suporte nas ocasiões que se fizeram necessárias. Agradeço também a secretária Jessica Farias e os demais colaboradores do PROPAD, por realizarem seus trabalhos pautados nas normas e seguindo princípios de isonomia.

Por fim, ressalto que o título de doutor de nada valerá se eu não tiver oportunidades de tornar a vida das pessoas um pouco melhor. E as futuras oportunidade agradeço a Deus.

“Aprender é a única coisa que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende”

(Leonardo da Vinci)

Resumo

A quarta revolução industrial tem trazido mudanças significativas no mercado de trabalho, impulsionadas pelos avanços tecnológicos. Neste contexto surge a demanda por novas competências profissionais e as necessidades dos indivíduos de desenvolver habilidades de aprendizagem contextualizadas com estas mudanças. Desse fenômeno surge o conceito de Aprendizagem 4.0. No entanto, por hora este conceito não está devidamente solidificado partindo-se desta lacuna teórica este estudo teve por objetivo verificar empiricamente o construto Aprendizagem 4.0 e posteriormente mensurar o possível fator mediador deste construto nos desenvolvimentos das competências profissionais no contexto da Indústria 4.0. Para tanto, foi aplicado um questionário com variáveis sociodemográficas e laborais, avaliação dos 4 Cs da aprendizagem e das 15 competências do futuro de acordo com o Fórum Econômico Mundial. A amostra foi composta por 179 respondentes com representatividade em relação a gênero, nível de formação, cargos, gerações e áreas do conhecimento. Foram realizados cálculos de estatística descritiva e inferencial, por meio de testes de normalidade, análises fatoriais, testes de Pearson e Mann Whitney U e análise spectral singular SSA. A partir das análises, o conceito de Aprendizagem 4.0 foi definido como uma combinação de *soft* e *hard skills* diretamente relacionadas ao processo de aprendizado. As *soft skills* englobam comunicação, colaboração, pensamento crítico e criatividade, enquanto as *hard skills* incluem domínio do inglês, conhecimento dos conceitos da Indústria 4.0 e habilidades em áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (*STEM*). Os testes de correlação apontaram que as *soft skills* e *hard skills* da aprendizagem influenciam-se mutuamente e, quando atuam de forma conjuntas, compõem a Aprendizagem 4.0, que possui um fator de mediação estatisticamente significativo para o desenvolvimento das competências 4.0. Adicionalmente, foram identificados impactos positivos das competências 4.0 em vantagens ocupacionais como cargos mais elevados, salários maiores e melhor qualidade de vida no trabalho. Além de, menor propensão à obsolescência e maior facilidade na transição de carreira ou recolocação profissional.

Palavras-chave: Aprendizagem 4.0; Indústria 4.0; competência 4.0; *soft skills*; *hard skills*.

Abstract

The fourth industrial revolution has brought significant changes to the job market, driven by technological advancements. In this context, there is a demand for new professional competencies and the need for individuals to develop learning abilities that are contextualized with these changes. From this phenomenon, the concept of Learning 4.0 emerges. However, currently, this concept is not properly solidified. To fill this theoretical gap, this study aimed to empirically verify the Learning 4.0 construct and later measure the possible mediating factor of this construct in the development of professional competencies in the context of Industry 4.0. To this end, a questionnaire was applied with sociodemographic and labor variables, evaluation of the 4 Cs of learning and the fifteen future competencies according to the World Economic Forum. The sample consisted of 179 respondents with representativeness in terms of gender, level of education, positions, generations, and areas of knowledge. Descriptive and inferential statistical calculations were conducted, using tests of normality, factor analyses, Pearson and Mann Whitney U tests, and singular spectral analysis (SSA). From the analyses, the concept of Learning 4.0 was defined as a combination of soft and hard skills related to the learning process. Soft skills encompass communication, collaboration, critical thinking, and creativity, while hard skills include proficiency in English, knowledge of Industry 4.0 concepts, and abilities in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) areas. Correlation tests pointed out that the soft skills and hard skills of learning influence each other and, when they act together, they compose Learning 4.0, which has a statistically significant mediating factor for the development of 4.0 competencies. Additionally, positive impacts of 4.0 competencies on occupational advantages such as higher positions, higher salaries, and better quality of life at work were identified. There was also less propensity for obsolescence and greater ease in career transition or professional replacement.

Keywords: learning 4.0; industry 4.0; competence 4.0; *soft skills*; *hard skills*.

Lista de Figuras

Figura 1 (2): A evolução da indústria 1.0 até a 4.0	28
Figura 2 (2): Modelo conceitual de transformação digital e dos 4 smarts da Indústria 4.0	31
Figura 3 (2): Arquitetura da Internet das coisas	33
Figura 4 (2): Aplicações da Internet das coisas	34
Figura 5(2): <i>Framework P21</i>	49
Figura 6 (2): Síntese Teórica	54
Figura 7 (3): Fluxograma dos procedimentos de pesquisa	61
Figura 8 (4): Dendrograma da sinergia entre <i>Soft skills</i> , <i>Hard skills</i> e Competências 4.0	69
Figura 9 (4): Distribuição das habilidades <i>Soft skills</i> , <i>Hard skills</i> e Competências 4.0	70
Figura 10 (4): Comparação entre <i>Soft skills</i> , <i>Hard skills</i> e Competências 4.0 entre grau de evolução das Empresas	72
Figura 11 (4): Comparativo de <i>Soft skills</i> , <i>Hard skills</i> e Competências 4.0 por geração	73
Figura 12 (4): Análise de correlação de Pearson positiva entre <i>Hard skills</i> e <i>Soft skills</i>	74
Figura 13 (4): SSA do impacto das <i>Soft skills</i> e <i>Hard skills</i> na carreira	76
Figura 14 (5): Framework Aprendizagem 4.0	89

Lista de Quadros

Quadro 1 (1): Escolhas teóricas e metodológicas	25
Quadro 2 (2): As 15 principais habilidades profissionais até 2025	45
Quadro 3 (3): Distribuição da amostra do estudo	57
Quadro 4 (3): Critérios de inclusão e exclusão de participantes	58
Quadro 5 (5): A influência das <i>soft skills</i> nas competências 4.0	82
Quadro 6 (5): A Influência das <i>hard skills</i> nas competências 4.0	84
Quadro 7 (5): A Aprendizagem 4.0 e a mediação das competências 4.0	91

Lista de Tabelas

Tabela 1 (4): Distribuição de gênero dos respondentes	64
Tabela 2 (4): Maior nível de instrução completo obtido	65
Tabela 3 (4): Formação Ciências Exatas ou Tecnologia	65
Tabela 4 (4): Formação Biológicas ou Saúde	66
Tabela 5 (4): Formação Ciências Sociais ou Humanas Sociais	66
Tabela 6 (4): Formação em outras áreas	67
Tabela 7 (4): Tipo de cargo ocupado na empresa em que trabalha	67
Tabela 8 (4): Análise fatorial do questionário de competências WEF	68
Tabela 9 (4): Análise de consistência interna de <i>Soft</i> , <i>Hard skills</i> e Competências 4.0	69
Tabela 10 (4): Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação para Indicadores de <i>Soft skills</i> , <i>Hard skills</i> e Competências 4.0	71
Tabela 11(4): Comparação de Habilidades entre Homens e Mulheres em relação às <i>Soft skills</i> , <i>Hard skills</i> e Competências 4.0	72
Tabela 12(4): Correlação entre Níveis de Escolaridade e Indicadores de <i>Soft skills</i> , <i>Hard skills</i> e Competências 4.0	73
Tabela 13 (4): Análise de correlação entre treinamento e desenvolvimento e <i>STEM</i>	75
Tabela 14 (4): Correlações entre Habilidades e Indicadores de Desempenho e Qualidade de Vida no Trabalho	76
Tabela 15 (4): Correlações entre competências 4.0 e Aprendizagem 4.0	77

Lista de abreviaturas e siglas

4CS - Comunicação, criatividade, pensamento crítico e colaboração
AGV - Automáticos com Orientação Automática
AMR - Robôs Móveis Autônomos
CNI - Confederação Nacional da Indústria
CPS - Sistemas ciberfísicos
IA - Inteligência Artificial
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IoT - Internet das Coisas
SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESI - Serviço social da indústria
SM - Smart Manufacturing
SSA - Análise Espectral Singular
SSC - Smart Supply Chain
STEM - Ciência, tecnologia, engenharia e matemática
SW - Smart Working
WEF - World Economic Forum

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	16
1.2	OBJETIVOS	20
1.2.1	OBJETIVO GERAL	20
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.3	HIPÓTESES	20
1.4	RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	21
1.5	POSICIONAMENTO PARADIGMÁTICO, EPISTEMOLÓGICO E METODOLÓGICO	22
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	24
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1	INDÚSTRIA 4.0	26
2.1.1	TECNOLOGIAS BASE DE TRANSFORMAÇÃO	30
2.1.2	AS QUATRO DIMENSÕES SMART DA INDÚSTRIA 4.0	37
2.1.3	IMPACTOS E TENDÊNCIAS DA INDÚSTRIA 4.0	40
2.2	EDUCAÇÃO 4.0	42
2.2.1	COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0	43
2.3.1	FRAMEWORK DA PARTNERSHIP FOR 21ST CENTURY LEARNING - P21	47
3	MÉTODO	54
3.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA	54
3.2	POPULAÇÃO, AMOSTRA E PARTICIPANTES	56
3.3	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	57
3.3.1	QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E LABORAL	57
3.3.2	QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS E MAESTRIAS	58
3.3.3	ESCALA DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS 4.0	58
3.3.4	ESCALA DE AVALIAÇÃO DOS 4CS DA EDUCAÇÃO	59
3.4	PROCEDIMENTOS	59
3.4.1	FASE 1 - PRÉ-TESTE	60
3.4.2	FASE 2 – COLETA DE DADOS	61
3.4.3	FASE 3 – ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	61
3.4.4	ANÁLISE DOS DADOS	62
4	RESULTADOS	63
4.1	CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	63
4.2	COMPETÊNCIAS 4.0	67

4.2.1	CONDICIONANTES DAS COMPETÊNCIAS 4.0	72
4.3	APRENDIZAGEM 4.0	73
5	DISCUSSÃO	78
5.1	CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	78
5.2	COMPETÊNCIAS 4.0	80
5.2.1	AS SOFT SKILLS	80
5.2.2	AS HARD SKILLS	82
5.2.3	CONDICIONANTES DAS COMPETÊNCIAS 4.0	84
5.3	IMPACTO DAS COMPETÊNCIAS 4.0 NA CARREIRA	84
5.3.1	SUCESSO PROFISSIONAL, SATISFAÇÃO E QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO	84
5.3.2	MENOR VULNERABILIDADE A OBSOLESCÊNCIA NO TRABALHO E MUDANÇA DE CARREIRA	85
5.4	APRENDIZAGEM 4.0	86
5.4.1	A APRENDIZAGEM 4.0 NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS E SUAS IMPLICAÇÕES	87
6	CONCLUSÃO	91
6.1	LIMITAÇÕES DA PESQUISA	93
6.2	SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS	94
	REFERÊNCIAS	96
	ANEXOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
	APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E LABORAL	117
	APÊNDICE 2- QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO E MAESTRIAS	124
	APÊNDICE 3- AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS 4.0	125
	APÊNDICE 4- ESCALA DE AVALIAÇÃO DOS 4CS DA EDUCAÇÃO	127

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A Indústria 4.0 foi concebida pelas instituições, empresas e organizações alemãs com o objetivo de preservar e amplificar a competitividade da indústria na Alemanha (Bartodiziej, 2017). Este conceito se tornou conhecido devido às mudanças no cenário industrial global, alimentado pelos avanços tecnológicos e sua aplicação na produção de bens e serviços (Silva, Kovaleski e Pagani, 2020).

O termo Indústria 4.0 engloba um novo paradigma industrial que está apoiado no desenvolvimento e adoção de tecnologias como sistemas ciberfísicos, Internet das Coisas (IoT), robótica avançada, inteligência artificial, realidade virtual e aumentada, fabricação aditiva e *Big Data* (Pereira & Romero, 2017; Zheng et al., 2019; Ismail & Albattat, 2021). Naturalmente, as revoluções industriais anteriores contribuíram significativamente para mudanças na sociedade e nas organizações (Schwab & Davis, 2019).

Porém, diferentemente do que foi observado no passado, hoje os desafios são ainda maiores, devido à velocidade das mudanças nas dinâmicas sociais e organizacionais movidas pelas tecnologias da informação e comunicação contemporâneas e da implementação das tecnologias que compõem a também chamada quarta revolução industrial (Mazali, 2018)

A Indústria 4.0 não se trata de um fenômeno consolidado, porém já vem causando impactos significativos na sociedade. Por exemplo, a promoção de colaboração entre as empresas e a criação de novos modelos de negócios (Zmudzinski & Kaczmarek, 2019). Por outro lado, temas como cibersegurança e o futuro do trabalho surgem como grandes desafios da atualidade.

No Brasil, apesar de estar entre as 13 maiores economias do mundo (Banco Mundial, 2023), a implementação da Indústria 4.0 ainda é variável e lenta. Um estudo da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2020) revelou que 14 dos 24 setores industriais do Brasil estão atrasados na adoção de tecnologias digitais. Estes setores são responsáveis por cerca de 40% da produção industrial total, demonstrando o baixo impacto que a Indústria 4.0 apresenta na produção do país.

Essa adoção desigual de tecnologias digitais se reflete em setores e regiões diferentes do país, com indústrias farmacêuticas, automobilísticas e de alimentos e bebidas absorvendo mais inovação em comparação com outras. Parte dessa diferença é explicada pela adoção de

tecnologias por multinacionais estrangeiras que já possuem a expertise da implantação da Indústria 4.0 em seus processos produtivos ou investimentos massivos e estratégicos por indústrias locais (Pozzi, Rossi, Secchi,2023).

Apesar disso, a indústria continua sendo um pilar importante na economia brasileira, representando 21,4% do PIB. Contribui com 69,2% das exportações de bens e serviços, 69,2% do investimento empresarial em pesquisa e desenvolvimento, e 33% dos tributos federais (excluindo receitas previdenciárias). Para cada R\$ 1,00 produzido na Indústria, são gerados R\$ 2,40 na economia como um todo (CNI,2020).

Em termos de inovação, o Índice Global de Inovação de 2020 (Soumitra, Lanvin & Wunsch-Vincent,2020) classificou o Brasil em 62º lugar entre 131 países, uma melhoria de 4 posições em relação ao ano anterior. Mais ainda uma posição controversa quando contrastada com a posição econômica do Brasil no ranking dos países mais ricos.

A revolução industrial 4.0 e as tecnologias inteligentes estão transformando o mercado de trabalho. Embora a automação e a inteligência artificial possam substituir empregos em algumas áreas, os trabalhadores qualificados ainda serão necessários para operar e manter essas tecnologias avançada (Hepakatan, C. E., & Simtek,2022)

Os empregos do futuro exigirão mais habilidades tecnológicas e específicas. Embora a mudança tecnológica possa afetar negativamente os trabalhadores menos qualificados, os trabalhadores qualificados têm a oportunidade de se adaptar e encontrar novas oportunidades de emprego nesse cenário (Hepakatan, C. E., & Simtek,2022).

Os empregos convencionais estão sendo gradualmente substituídos por trabalhos por demanda (Hirschi, 2018; Abilio, 2020), o que requer que os indivíduos se preparem para relações de trabalho distintas, que em geral são desfavoráveis e não oferecem os benefícios legais dos empregos formais (Hirschi, 2018; Filgueiras & Pedreiras, 2019; Abilio, 2020). Além disso, tem ocorrido a migração exponencial do trabalho presencial para o híbrido ou remoto e a extinção, reestruturação e surgimento de trabalhos e profissões (World Economic Forum, 2020; Wilson, Kohn & Dunford, 2021).

Como consequência do processo de ressignificação global do trabalho. As organizações estão demandando habilidades, competências e formação profissional cada vez mais atreladas ao uso de tecnologia e a habilidades socioemocionais (Bongomin et al., 2020).

Para atender as novas demandas de formação profissional, surge a educação 4.0 como um novo paradigma educacional que busca desenvolver habilidades humanas que permitam uma melhor interação entre seres humanos e máquinas (Silva et al., 2020). Principalmente considerando que as habilidades e competências demandadas em geral se tratam de

características humanas que por ora não podem ser substituídas por máquinas e possuem valor para as organizações (Maisiri, Darwish, & van Dyk, 2019).

A Educação 4.0 é caracterizada por uma combinação de elementos essenciais que visam preparar os alunos para o mundo digital em constante evolução. Em primeiro lugar, a tecnologia educacional desempenha um papel fundamental, permitindo a integração de dispositivos eletrônicos, recursos digitais interativos e plataformas de aprendizagem online (Qureshi et. al 2021).

Em segundo lugar, a Educação 4.0 valoriza o desenvolvimento de habilidades do século XXI, como pensamento crítico, criatividade, colaboração e alfabetização digital, reconhecendo a importância dessas habilidades para o sucesso na sociedade atual (P21,2023).

Em seguida, a aprendizagem personalizada é enfatizada, permitindo que os alunos tenham acesso a abordagens de ensino adaptadas às suas necessidades individuais, promovendo um engajamento mais significativo e resultados de aprendizagem aprimorados (Lawrence et. al,2021). A aprendizagem ao longo da vida (*lifelong learning*) é encorajada, reconhecendo a importância de desenvolver habilidades de aprendizagem autodirigida e adaptabilidade para se manter atualizado em um mundo em constante mudança (Miranda et. al,2021).

Através desses componentes, a Educação 4.0 busca preparar os alunos para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades do mundo digital, capacitando-os com habilidades relevantes e adaptáveis ao longo de suas vidas.

Além disso, com a escassez das vagas de empregos causadas pela substituição por máquinas e processos automatizados, há a tendência de um cenário de extrema competição por vagas de empregos remanescentes ou de substituição por trabalhos temporários (Cesarini & Saltorato, 2018).

Nesse contexto, empresas, governos e instituições de ensino estão em busca de identificar e sistematizar as habilidades e competências necessárias para os profissionais da quarta revolução industrial desempenharem papéis eficazes nas organizações (Hilt, Riese & Søreide, 2019). Iniciativas lideradas por órgãos como Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (Taguma, Feron & Lim, 2018), UNESCO (Akther, 2020), Banco Mundial (Dutz, Almeida & Packard, 2018) que estão trabalhando para desenvolver modelos de apoio a preparação da força de trabalho para a Indústria 4.0.

Essas organizações estão empenhadas em monitorar e identificar as tendências e habilidades mais importantes para o futuro do mercado de trabalho, garantindo que as pessoas estejam preparadas para o futuro e possam atender às demandas das organizações (Kipper et

al,2021)

Além das empresas e governos, existe um esforço considerável da comunidade acadêmica em compreender o fenômeno e, a partir dessa compreensão, formular ações prescritivas para desenvolver as habilidades necessárias para a Indústria 4.0 e, conseqüentemente, para a sociedade como um todo (Maisiri, Darwish & van Dyk, 2019).

Porém, apesar dos esforços, o que se verifica na literatura são conjecturas. Cada organização defende um conjunto de habilidades e competências distintas, oriundas de formas nem sempre claras de identificação delas. O mesmo ocorre com as iniciativas voltadas para a educação, que defendem frameworks ou supostos métodos revolucionários de ensino. Isso motiva pensamentos críticos quanto à possibilidade de construção de modelos e práticas educacionais com vistas puramente à obtenção de lucro (Mehta, 2020).

Além da pluralidade das formas e conteúdos defendidos como ideias para a Educação 4.0, vale ressaltar um fenômeno que vem ocorrendo chamado *skills shift*, que de acordo com o WEF (2020) se trata das mudanças significativas das competências profissionais de 5 em 5 anos. Tais mudanças demandam dos métodos e frameworks de competências constantes revisões ou alterações completas. Estas mudanças são motivadas pelo avanço da integração da indústria 4.0 e das relações da sociedade nesse processo.

Desta forma, define-se o problema da dificuldade de adaptar a educação do século XXI aos desafios da formação profissional impostos pela implementação da Indústria 4.0 e sua demanda por profissionais altamente qualificados e habilitados a lidar com tecnologias avançadas e lidar com pessoas nesse novo contexto de trabalho que muda a uma velocidade nunca vista.

A partir da compreensão do contexto e identificação de um problema significativo no campo do trabalho. Este estudo se propôs a investigar o construto Aprendizagem 4.0 e a analisar o papel potencial na mediação do desenvolvimento dessas competências profissionais no contexto da Indústria 4.0.

Os resultados confirmaram a hipótese de que a Aprendizagem 4.0 influencia o desenvolvimento das competências 4.0. Além disso, mostrou-se que essas competências têm relação com empregabilidade, sucesso profissional, qualidade de vida no trabalho e um menor risco de obsolescência profissional. Desta, o estudo destaca a importância da Aprendizagem 4.0 na preparação de indivíduos para o mercado de trabalho da Indústria 4.0.

1.2 OBJETIVOS

Para fins de norteamo do estudo, foram definidos o objetivo geral e os objetivos específicos. E por se tratar de estudo hipotético-dedutivo foram formuladas hipóteses e sub-hipóteses. Estando estes descritos a seguir.

1.2.1 OBJETIVO GERAL

- Investigar o papel mediador da Aprendizagem 4.0 no desenvolvimento de competências profissionais em indivíduos no contexto da Indústria 4.0.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver e validar instrumentos baseados em psicometria para avaliar a Aprendizagem 4.0 e as competências 4.0
- Analisar a presença e o grau da Aprendizagem 4.0 e das competências 4.0 nos indivíduos.
- Explorar a relação entre a Aprendizagem 4.0 e o desenvolvimento de competências 4.0.
- Investigar a influência do desenvolvimento das competências 4.0 na empregabilidade, sucesso profissional, qualidade de vida no trabalho e risco de obsolescência profissional.

1.3 HIPÓTESES

Hipótese – Aprendizagem 4.0 desempenha um papel mediador significativo no desenvolvimento das competências 4.0, que estão associadas à maior empregabilidade, ao sucesso profissional, à qualidade de vida no trabalho e à diminuição do risco de obsolescência profissional.

H1 – Os instrumentos baseados em psicometria desenvolvidos neste estudo são válidos e eficazes na medição da Aprendizagem 4.0 e das competências 4.0 em indivíduos.

H2 – Há uma presença significativa e um grau relevante da Aprendizagem 4.0 e das competências 4.0 nos indivíduos estudados.

H3 – O desenvolvimento de competências 4.0 influencia positivamente a empregabilidade, o sucesso profissional, qualidade de vida no trabalho e reduz o risco de obsolescência profissional.

1.4 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Este estudo foi conduzido em duas fases. A primeira fase focou na validação dos instrumentos de pesquisa projetados e na formação do construto de Aprendizagem 4.0, fundamentado nos resultados dos testes estatísticos realizados.

A segunda fase se baseou na execução de testes de correlação entre Aprendizagem 4.0, Competências 4.0 e outras variáveis sociodemográficas, de trabalho e relacionadas ao conhecimento nas áreas STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) e propriamente das tecnologias que integram a Indústria 4.0.

Este estudo partiu do princípio de que é essencial promover pesquisas que expandam a compreensão teórica sobre Aprendizagem 4.0 e os fatores que influenciam positivamente o processo de adaptação e treinamento de profissionais no exigente cenário da quarta revolução industrial. Além disso, os resultados desta investigação podem servir como base para a elaboração de práticas educacionais inovadoras e formulação de políticas públicas efetivas.

Foi identificada uma lacuna na literatura sobre como desenvolver sistematicamente essas habilidades. Pois de acordo com Gonzales-Pérez & Ramírez-Montoya (2022), inúmeros estudos tratam sobre métodos de ensino, avaliação, ambiente de aprendizagem e outros aspectos práticos da educação, mas nenhum entrega uma contribuição prática e teórica ou mesmo abordagens que possam ser universalizadas.

Desta forma, o conceito de Aprendizagem 4.0 foi validado como um conjunto de habilidades de aprendizagem alinhadas com a Indústria 4.0, englobando habilidades técnicas e socioemocionais que permitem com que os indivíduos desenvolvam competências profissionais de acordo com a dinâmica do mercado, mesmo diante de mudanças constantes nas competências em demanda ou avanços tecnológicos.

Nesta pesquisa, variáveis socioemocionais e conteúdos envolvendo áreas STEM foram testados para estabelecer, com base em análises estatísticas, o construto e suas variáveis. Inferiu-se que a interação dessas variáveis teria potencial de desempenhar um papel significativo no desenvolvimento de competências profissionais, que podem ser avaliadas por vários métodos. Neste estudo, foram avaliadas por meio de questionários, escalas, medidas psicométricas e avaliação de autoeficácia de competências e aprendizagem. Os resultados apontam que existe uma correlação recíproca entre Aprendizagem 4.0 e Competências 4.0.

Este achado abre caminho para pesquisas mais profundas sobre formas eficientes de desenvolver a Aprendizagem 4.0 e as competências profissionais estudadas.

Segundo Corley e Gioia (2011), a contribuição teórica de uma pesquisa pode ser medida pela sua capacidade de fornecer uma nova perspectiva sobre um fenômeno, avançando o conhecimento de uma maneira útil. Este estudo se apresenta como original, trazendo descobertas úteis tanto do ponto de vista científico quanto para a implementação prática em ambientes educacionais.

Quanto à contribuição teórica, espera-se que a escala construída e o construto validado sejam úteis em diversos contextos e campos do conhecimento, incluindo educação, sociologia, psicologia, antropologia, administração e outros campos correlatos.

Na prática, espera-se que o construto Aprendizagem 4.0 seja empregado em instituições de ensino formal, orientação vocacional, treinamento de profissionais e indivíduos, servindo como guia para estratégias de desenvolvimento profissional e pessoal.

Com base nesses resultados, iniciativas podem ser implementadas para aprimorar a Aprendizagem 4.0 ou para conscientizar sobre a importância do desenvolvimento dessa abordagem. Identificando correlações com diferentes habilidades e competências, contribuimos para a criação de ambientes de aprendizagem que formem profissionais competentes, eficientes e eficazes. Incluindo a possibilidade de esforços autodidatas para desenvolver essas capacidades, seja em ambiente pessoal ou profissional.

1.5 POSICIONAMENTO PARADIGMÁTICO, EPISTEMOLÓGICO E METODOLÓGICO

A pesquisa científica, uma atividade rigorosa, exige definições claras de aspectos filosóficos e metodológicos para alcançar validade. A construção do conhecimento é influenciada por diversas perspectivas, como as paradigmáticas, epistemológicas, metodológicas e ontológicas. O pesquisador deve selecionar perspectivas adequadas ao seu estudo, garantindo a orientação apropriada da pesquisa e conexão conceitual e lógica entre as escolhas feitas.

Dessa maneira o rigor adotado na pesquisa e na avaliação e obtenção dos resultados é validado pela comunidade científica e acadêmica. A consideração dessas perspectivas é essencial para assegurar a validade da pesquisa e a obtenção de resultados.

Esta pesquisa, do ponto de vista ontológico, fundamenta-se no realismo crítico, uma abordagem epistemológica que enfatiza a importância da objetividade do conhecimento.

Nessa corrente, a verdade existe independentemente do conhecimento humano, mas só é acessível e conhecida através da construção social do conhecimento (Bhaskar, 2008).

No que diz respeito às bases epistemológicas, este estudo orienta-se pela tradição popperiana pautada na fenomenologia crítica (Popper, 2004), entendendo a teoria científica como provisória e seguindo caminhos opostos ao raciocínio indutivo e qualitativo. Diferente do positivismo clássico Comtiano, que buscava a verdade através dos métodos científicos, o Popperianismo objetiva testar hipóteses em busca da verificação de falseabilidade. Essa perspectiva se aplica às ciências sociais e humanas, principalmente pela dinâmica dos fenômenos sociais, que, compreendidos como variáveis ou conjuntos delas, constituem objetos de grande complexidade e volatilidade, tornando a busca por verdades absolutas inviável.

Segundo Bartelmebs (2012), paradigma é um conjunto de conhecimentos e práticas que garantem a realização de uma pesquisa científica por uma comunidade. O paradigma determina até onde se pode pensar, já que dados e teorias, quando aplicados a uma pesquisa, confirmam a existência desse paradigma. O objetivo deste estudo foi testar hipóteses formuladas com base na observação, raciocínio dedutivo, contexto e problemática, buscando generalizar os achados para fins de aplicação prática.

Em vista disso, a pesquisa foi apoiada na perspectiva pós-positivista (Kuhn,2012) buscando construir conhecimentos fundamentados em testes de hipóteses, pragmática (Dewey,2012) pela perspectiva orientada a resolução de problemas reais e empirista (Hume,2007) pelo fator experimental das análises.

Buscou-se sobremaneira a objetividade, apresentando os resultados de forma eficiente e sucinta. Com linguagem clara e acessível até para os não acadêmicos. Partindo do pressuposto de que ao buscar implementação das soluções encontradas a partir deste estudo em esferas públicas e privadas, é essencial que seu conteúdo seja de fácil compreensão e assimilação.

Desta forma, a partir da construção teórica e conceitual que nortearam esta pesquisa, principalmente sob o paradigma pós-positivista. Com análises pautadas sob a ótica Popperiana da busca pela falseabilidade (Longo,2017). Esta pesquisa se trata de estudo de natureza quantitativa.

Com o objetivo de deixar explícitas as escolhas e posicionamentos filosóficos, teóricos e metodológicos adotados no estudo, apresenta-se o Quadro 1, contendo um resumo dos aspectos, posicionamentos, conceituações e fontes.

Quadro 1 (1):Escolhas teóricas e metodológicas

Aspecto	Posicionamento	Conceituação	Fonte
Ontologia	Realismo Crítico	Reconhece a existência de uma realidade objetiva, mas admite a influência das construções sociais e culturais no conhecimento.	Bhaskar (2008)
Perspectiva	Pragmática e Empirista	A perspectiva pragmática enfatiza a aplicação prática e a resolução de problemas reais, enquanto a perspectiva empirista se baseia na experiência e na observação como fontes de conhecimento.	Dewey (2012); Hume (2007)
Paradigma	Pós-positivismo	Entende que as leis universais não são completamente acessíveis, especialmente no campo das ciências sociais.	Kuhn (2012)
Epistemologia	Tradição Popperiana (Fenomenologia Crítica)	Sustenta que as teorias científicas são provisórias e que a falseabilidade é o critério fundamental para distinguir entre conhecimento científico e não científico.	Longo (2017)
Método de Pesquisa	Quantitativo	Envolve a coleta e análise de dados numéricos para investigar relações, correlações e padrões entre variáveis.	Creswell (2015)

Fonte: O autor (2023)

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho é organizada de forma didática e o mais concisa possível, visando destacar os achados do estudo e suas implicações práticas. Para isso, o trabalho é dividido em capítulos, conforme descrito a seguir:

Capítulo 1: Introdução - Este capítulo apresenta o contexto e a problemática abordados no estudo, as justificativas para a realização da pesquisa. Os posicionamentos filosóficos e científicos e as hipóteses e objetivos que conduziram a pesquisa.

Capítulo 2: Fundamentação Teórica - Neste capítulo, são apresentadas as bases

tecnológicas e como a integração com as indústrias estão resultando na quarta revolução industrial e os pressupostos teóricos encontrados na literatura acadêmica que formam os instrumentos de avaliação e construtos investigados.

Capítulo 3: Método - Este capítulo detalha a método da pesquisa, incluindo, o delineamento da pesquisa: descrevendo a estrutura geral do estudo, incluindo o tipo de pesquisa, os procedimentos de pesquisa, estratégias de coleta de dados e técnicas empregadas nas análises estatísticas.

Capítulo 4: Resultados - Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa, contendo gráficos contendo os dados de estatística descritiva e inferencial. Além dos resultados destes de hipóteses.

Capítulo 5: Discussão dos Resultados – É apresentada a discussão dos resultados, relacionando-os com a fundamentação teórica, agregando novas referências que enriquecem a análise dos resultados e ressaltadas implicações dos achados.

Capítulo 6: Conclusão - O capítulo final aborda o posicionamento do autor quanto aos resultados do estudo, apresenta limitações da pesquisa e sugestões para estudos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo 2 deste estudo aborda a revisão da literatura relevante nas áreas interconectadas da Indústria 4.0, Educação 4.0 e Aprendizagem 4.0. Essa seleção de tópicos está diretamente relacionada ao objetivo do estudo, que é investigar empiricamente o construto da Aprendizagem 4.0 e seu impacto no desenvolvimento de competências profissionais.

É importante ressaltar que a busca por apresentar o estado da arte desses temas, especialmente no contexto da Indústria 4.0, é uma tarefa extremamente desafiadora. A complexidade dos fenômenos envolvidos, a falta de estabelecimento definitivo desses conceitos e a constante inovação nas tecnologias que afetam a Indústria 4.0 dificultam essa abordagem completa. No entanto, a fundamentação teórica foi construída com base em estudos seminais e outros de alto rigor científico e atualização. Isso possibilitou a criação de um arcabouço sólido de conhecimento para embasar esta pesquisa.

Este capítulo está dividido em três sessões a sessão 2.1.1 trata da Indústria 4.0, apresentando as tecnológicas que a compõem, como são estruturadas nas novas lógicas de produção e os impactos e tendências do processo de implementação.

A sessão 2.2 analisa a Educação 4.0 como paradigma emergente que busca adaptar os processos de aprendizagem às demandas da Indústria 4.0. São apresentadas as competências profissionais necessárias nesse contexto e os desafios que a educação enfrenta para desenvolvê-las.

A seção 2.3 é dedicada à Aprendizagem 4.0, um conceito central nesta pesquisa. Abordamos sua definição, características, importância e aplicação na formação de competências na Indústria 4.0.

2.1 INDÚSTRIA 4.0

Em 2011, na Alemanha, durante a realização de uma das maiores feiras de negócios industriais do mundo, a Hannover Fair. O termo Indústria 4.0 foi introduzido por Siegfried Dais e Henning Kagermann, denotando o processo de transformação global de criação de cadeias de valor (Kagermann, Lukas & Wahlster, 2011) e como resposta a migração e crescimento das indústrias asiáticas e de países em desenvolvimento (Pozdnyakova, Golikov,

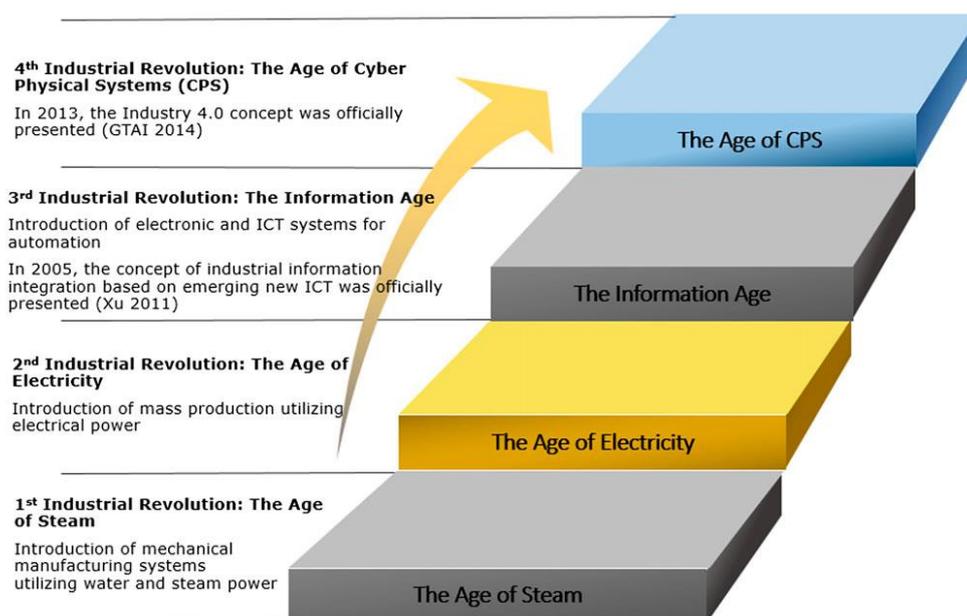
Peters & Morozova, 2019).

Em 2013, o termo foi oficialmente adotado e amplamente difundido no mercado e na comunidade acadêmica, dando início as publicações científicas e aplicações industriais das práticas e teorias associadas a Indústria 4.0 (Kagermann, Wahlster & Helbig, 2013).

A Indústria 4.0 em geral se refere ao fenômeno da quarta revolução industrial, e pode ser percebido de múltiplas formas, tais como visão, paradigma, cenário ou como uma revolução digital nas organizações de produção e serviços (Rupp et.al 2021).

Desta forma, para compreensão compreender a Indústria 4.0 e o contexto no qual ocorre, é necessário o entendimento das outras revoluções industriais. Principalmente pelo alicerce tecnológico, estrutural e de modos de produção que as revoluções industriais anteriores exerceram sobre as outras até a Indústria 4.0 (Yin, Steck, & Li, D. 2018).

Figura 1(2): A evolução da indústria 1.0 até a 4.0



Fonte: Li da Xu et al. (2018)

A primeira revolução industrial ocorreu no final do século XVIII com a introdução de sistemas de manufatura baseados em máquinas movidas a vapor. E a conversão da sociedade majoritariamente agrícola para a chamada sociedade industrial (Yin, Steck, & Li, D. 2018). A revolução industrial não apenas desenvolveu a ciência e a tecnologia, mas modificou a estrutura da sociedade, urbanização e promoveu o surgimento de novas especialidades e ocupações (Pozdnyakova, Golikov, Peters & Morozova, 2019).

A segunda revolução industrial ocorreu no final do século XIX com a adoção das

linhas de produção em massa baseadas em máquinas movidas por energia elétrica e por mudanças profundas no sistema técnico e organizacional das indústrias (Yin, Steck, & Li, D. 2018). Além do crescimento da concentração de produção e centralização de capital, criação de sociedades por ações e monopólios, e aumento do nível de coletivização da mão-de-obra.

Estas transformações foram possibilitadas pelo rápido crescimento do papel da ciência na transformação da base tecnológica de produção: baseada em invenções científicas, e surgimento de novas áreas que foram muito importantes na economia, como engenharia elétrica, indústria automobilística e petróleo (Pozdnyakova, Golikov, Peters & Morozova, 2019). Também na segunda revolução industrial foram observados o rápido crescimento da eficiência da mão de obra, aumento da eficácia total da produção, e o crescimento do nível de vida da população (Pozdnyakova, Golikov, Peters & Morozova, 2019).

A terceira revolução industrial ocorreu na metade do século XX com a introdução da microeletrônica e automação industrial possibilitada pela implementação das tecnologias da informação e comunicação nas indústrias. Resultando na expansão do processo de globalização e da instalação de fábricas de multinacionais espalhadas pelo mundo (Li da Xu et al. 2018).

A Indústria 4.0 ainda é um fenômeno em construção que surge em decorrência dos avanços tecnológicos alcançados da terceira revolução industrial, principalmente nas áreas de automação e digitalização da produção (Kagermann, 2015). Cada revolução industrial ocorreu tendo como alicerce tecnologias disruptivas, que por sua vez, possibilitaram a criação de produtos e serviços inovadores que contribuíram de maneira significativa para quebras de paradigmas na sociedade (Li da Xu et al. 2018).

Na Indústria 4.0, a transformação digital é considerada como o principal fator disruptivo desta era. Esta transformação é possibilitada por quatro tecnologias de base sendo; internet das coisas (IoT), *cloud computing*, *Big Data* e inteligência artificial (IA) (Frank et al., 2019). Estas tecnologias integradas formam os sistemas ciberfísicos, permitindo níveis de integração cada vez mais avançados (Benitez et al., 2021).

E além das indústrias, as tecnologias associadas à Indústria 4.0 criam um caminho de vantagens competitivas para pequenas e médias empresas (Moef et al., 2020). Embora o processo de transformação das indústrias e empresas em ambientes de produção 4.0 seja tarefa complexa e distinta de acordo com cada setor de atividade (Gajdzik, Grabowska & Saniuk, 2021).

A principal tecnologia associada a Indústria 4.0 é a integração com os sistemas ciberfísicos nos processos produtivos. As capacidades de produção começam a interagir com

os bens manufaturados e a se adaptarem às novas necessidades dos consumidores. Nesse momento, todas as etapas da produção são formadas sem a participação humana e serão aprofundadas nessa direção. Esta é a parte de produção da internet das coisas (IOT), que rapidamente entra na vida da sociedade de consumo (Pozdnyakova, Golikov, Peters & Morozova, 2019).

Apesar do tema ser amplamente discutido em meio acadêmico e no mercado, não existe consenso para o conceito de Indústria 4.0 (Ghobakhloo et.al 2021). A depender da área que se estuda, a Indústria 4.0 pode ser considerada como ideia, visão, conceito ou paradigma (Rupp et al. 2021).

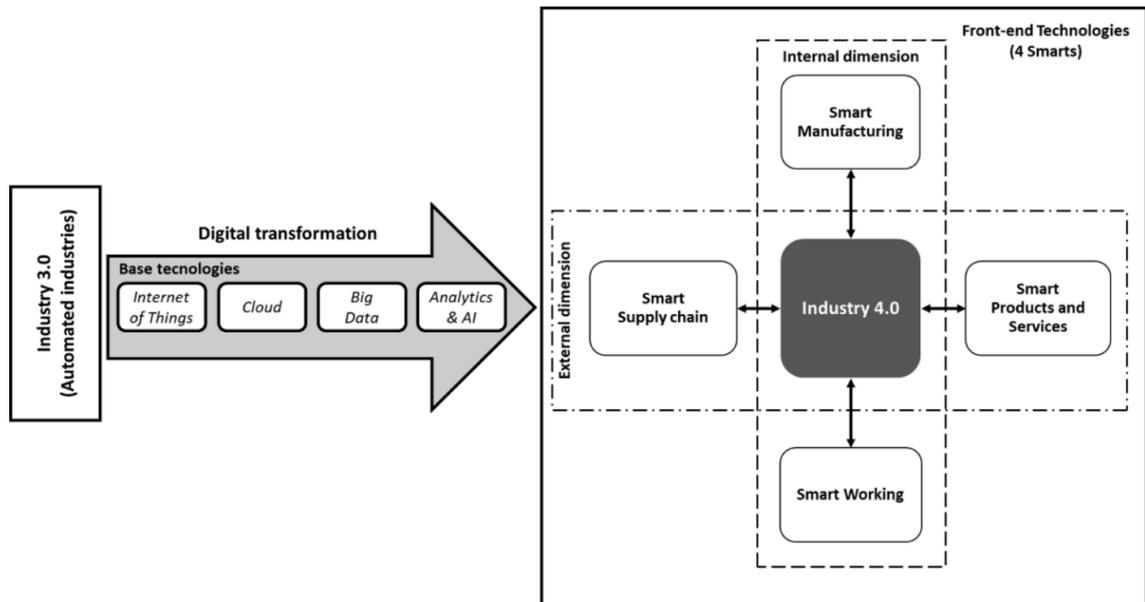
Contudo, há uma tendência nas pesquisas em meio acadêmico de não se ocupar em demasia com busca por definição, mas sim com estudos de ordem prática como integrações tecnológicas, frameworks de implementação e avaliação entre outros (Gajdzik, Grabowska & Saniuk,2021). Mesmo com esta pluralidade de conceitos e pontos de vista, as pesquisas e artigos acadêmicos crescem de forma exponencial a partir de 2019 (Culot, Nassimbeni, Orzes & Sartor (2020), nas mais distintas áreas do conhecimento (Sanchez, Exposito, & Aguilar,2020), possibilitando perspectivas diferentes sobre o mesmo fenômeno.

Este crescimento seguramente se dá devido à natureza aplicada dos estudos que envolvem desenvolvimento industrial, tecnológico e suas áreas correlatas, além de investimentos massivos de entidades públicas e privadas que buscam desenvolver vantagem competitiva no contexto da quarta revolução industrial (Benitez et al.2020)

No entanto, para fins da realização de pesquisa científica, faz-se necessário a adoção de um conceito. Para este fim, será considerado o conceito introduzido por Rupp et. Al (2021), de que a Indústria 4.0 é a implementação de sistemas ciberfísicos para criação de fábricas inteligentes, que utilizam a internet das coisas (IoT), cloud computing, inteligência artificial e tecnologias da informação e comunicação (TIC) em tempo real sobre a cadeia de valor.

Além do conceito de Indústria 4.0, é essencial o conhecimento das dimensões que juntas tornam possível este fenômeno. Bem como as bases tecnológicas que permitiram a transformação digital e a transição da terceira revolução industrial para a quarta. Muitos modelos acadêmicos têm por objetivo explicar e teorizar estes acontecimentos. E um dos mais referenciados e estudados modelos é o proposto por Frank et. al (2019).

Figura 2(2): Modelo conceitual de transformação digital e dos 4 smarts da Indústria 4.0



Fonte: Frank et al (2019)

Este modelo se divide basicamente por introduzir as tecnologias que possibilitaram a transformação digital e a consequente transição da terceira (indústria automatizada) para quarta revolução industrial. Como internet das coisas (IoT), *cloud computing*, *Big Data* e inteligência artificial. E os quatro smarts, dimensões que integram a Indústria 4.0. Divididos em smart manufacturing, smart working, smart products, and services e smart Supply chain.

2.1.1 TECNOLOGIAS BASE DE TRANSFORMAÇÃO

As revoluções industriais foram notadamente possibilitadas pelo descobrimento e implementação de novas tecnologias ou integrações e atualizações de tecnologias já existentes (Martinelli, Mina & Moggi, 2021). Na emergente quarta revolução industrial este processo está sendo guiado pelo que Frank et al. (2019) chamam de transformação digital.

Os modelos que tratam de teorizar sobre os componentes tecnológicos dessa transformação digital são numerosos (Hanelt et al. (2021). Contudo, os sistemas ciberfísicos, internet das coisas, computação em nuvem, *Big Data* são os mais citados como tecnologias base da quarta revolução industrial (Rana & Sharma, 2021).

2.1.1.1 Sistemas ciber físicos (CPS)

Os sistemas ciberfísicos do inglês *Cyber Physical Systems* (CPS) são integrações entre computação e processos físicos que atuam como componentes essenciais das implementações da Indústria 4.0 (Oztemel & Samet,2020).

Em 2016, Bergera et al. (2016) introduziram a definição geral de sistemas de sensores físicos cibernéticos. Tipos especiais de sistemas incorporados, baseados em avançados sistemas de software, que permitem a integração do físico com redes digitais e criam sistemas inovadores que adicionam funcionalidades ao ciberespaço (Bergera et al.2016.).

De um modo geral, um CPS típico pode desempenhar funções na fabricação, como monitoramento de processos, aplicação em diferentes setores, permitindo a escalabilidade dos sistemas, integração de diferentes segmentos da indústria em diferentes domínios (Pivoto et al 2021).Estas integrações avançadas geram confiabilidade efetiva, considerável e crescente interação do usuário, monitoramento de desempenho em tempo real, configurações e implantações a distância, sistemas avançados de apoio a tomada de decisão além da comunicação interconectada e distribuída (Oztemel & Samet,2020).

Apesar das vantagens associadas ao desenvolvimento dos CPS. Estes sistemas se invadidos, permitem acesso não apenas as informações e sistemas virtuais. Mas a unidades físicas, cadeias de suprimento e as organizações como um todo (Alguliyev, Imamverdiyev & Sukhostat (2018), Kure & Razzaque,2018). Por esta razão, são crescentes os esforços por atualização e desenvolvimento de mecanismos avançados de cibersegurança (Yaacoub et al.2020).

No campo social, o poder disruptivo que o desenvolvimento dos CPS tem sobre a sociedade, é também razão de preocupação. Os CPS permitem a criação de diversas aplicações que propiciam autonomia ao indivíduo, como comunicação e acesso ao conhecimento de forma mais democrática, mas que ao mesmo tem potencial de criar danos aos indivíduos que não as utilizem de forma consciente (Jamaludin & Rohani,2018)

2.1.1.2 Internet das coisas (IoT)

De acordo com Nord, Koohang & Paliszkievicz (2019) a Internet das coisas (IoT) é a interligação de máquinas e dispositivos pela internet, possibilitando a criação de dados que podem render *insights* analíticos e suporte a novas operações.

Em 2013, *Internet of Things Initiative* (IoT-GSI) definiu a IoT como “a infraestrutura da sociedade da informação”. (Intel IoT Report,2016) A IOT permite que objetos sejam

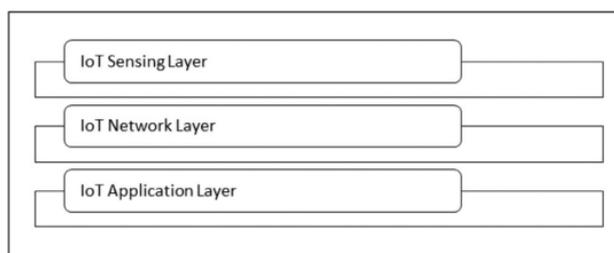
detectados ou controlados remotamente por meio de uma infraestrutura de rede existente, criando oportunidades para integração mais direta do mundo físico com o digital (Laghari et al.,2021).

A internet das coisas vem sendo considerada como a mais importante tecnologia emergente dos últimos tempos, mesmo em comparação com a robótica e inteligência artificial (Intel IoT Report,2016). Principalmente pelo seu fator disruptivo e potencial gerador de oportunidades. E naturalmente para a IoT alcançar tal status é fundamental que se tenha a estrutura adequada. Fazendo-se necessário o entendimento destes alicerces para a compreensão da IoT de forma mais abrangente e sólida.

A arquitetura e composição da IoT não são exatas e padronizadas. Mas pelo contrário são fruto de uma pluralidade de tecnologias. As redes, aplicações, banco de dados e mecanismos de segurança são virtualmente distintos (Sethi et al.2021).

Apesar das distinções em termos de tecnologia e conexões, de acordo com Nord, Koohang & Paliszkievicz (2019) um dispositivo para ser considerado IoT precisa conter minimamente uma camada de sensores que forneçam inputs, a rede que o conecta a internet e a bancos de dados e aplicações que permitam a interação com o usuário, seja ele humano ou máquina.

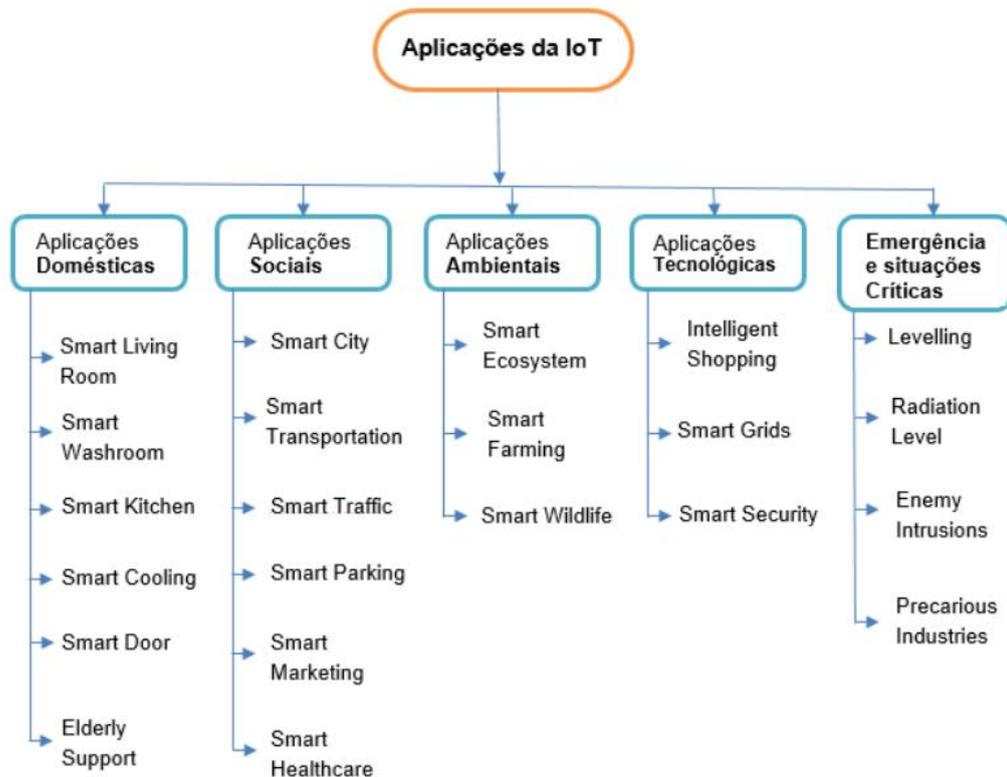
Figura 3 (2): Arquitetura da Internet das coisas



Fonte: Nord, Koohang & Paliszkievicz (2019)

As possíveis aplicações para IoT são incontáveis e os esforços para categorização destas aplicações numerosos (Sethi et al.2021). Faz-se necessário portanto a adoção de modelo que possibilite o avanço nos estudos sobre IoT. Matta & Pant (2019) apresentam um framework contendo divisões destas aplicações por setores da sociedade e aplicações relacionadas, que naturalmente não esgotam o tema, mas constituem de elemento rico para o aprofundamento teórico.

Figura 4 (2):Aplicações da Internet das coisas



Fonte: Matta & Pant (2019)

O framework está dividido em aplicações domésticas que afetam a vida e comportamento das pessoas de forma direta, e ambientais que envolvem tecnologia e meio ambiente, tecnologias que estão relacionadas com a interação entre máquinas e por último as emergências e situações críticas ligadas a segurança nacional e ameaças a sociedade.

Das aplicações da IoT que mais crescem e são alvo de atenção de desenvolvedores e negócios, são as aplicações financeiras e sistemas de apoio a tomada de decisões gerenciais. Estas aplicações têm permitido avanços como personalização de gerenciamento de patrimônio, segurança de pagamento, automação de transações, transparência, gerenciamento otimizado de capacidade (Yilmaz & Hazar,2019).

Outro campo que vem se desenvolvendo de forma significativa é a logística. Que quando relacionada com a IoT, recebe a atribuição de smart logistics. E por meio das aplicações de IoT vem desenvolvendo formas cada vez mais eficientes e eficazes de transporte, armazenamento, rastreamento e entrega de produtos e serviços (Ding et. al (2019).

A IoT também vem sendo amplamente utilizada em sistemas de monitoramento de saúde. Em geral se tratam de dispositivos que monitoram a saúde dos indivíduos 24 horas por (Rahaman et al. 2019). Exemplo disso é a utilização de dispositivos baseados em IoT para

monitoramento da saúde de atletas (Huifeng, Kadry & Raj,2020).

Os impactos imediatos e de curto prazo das inovações geralmente recebem mais atenção, especialmente em mídia popular. No entanto, a sociedade provavelmente perceberá os impactos mais significativos da IoT ao longo de décadas em vez de anos (Shin et al 2019).

A IoT tem potencial de transformação da sociedade das formas mais distintas possíveis. Por um lado, representa um fator crucial na criação e desenvolvimento de *smart cities*, podendo inaugurar uma nova era de habitação na cidade. (Shin et al 2019)

Por exemplo, a IoT pode monitorar uma infraestrutura da cidade e enviar um sinal se qualquer parte de um edifício ao ficar sobrecarregada com vibrações (por exemplo, de um terremoto). A IoT também pode gerenciar o tráfego durante engarrafamentos, tráfego no horário de pico ou acidentes. (Shim et al 2019).

Outro aspecto relevante proporcionando pela implementação de IoT nas organizações. É a vantagem competitiva alcançada por empresas que utilizam dados obtidos a partir da experiência dos usuários com a interação dos dispositivos integrados com IoT, para desenvolver seus produtos e serviços de forma assertiva quanto as demandas do mercado (Shim et. al 2019)

Apesar das vantagens observadas da implantação da IoT em diversos setores da sociedade, notadamente os avanços em termos tecnológicos de conectividade e aplicações em IoT são consideravelmente mais rápidos em comparação com as soluções de segurança para estes mesmos dispositivos e tecnologias (Tawalbeh et. al (2020)).

No meio acadêmico, a segurança é um tema que vem sendo bastante abordado nos últimos anos. em geral defendem que a segurança e privacidade são fatores críticos e tendem a apresentar modelos que contêm *guidelines*, protocolos de segurança. e práticas testadas empiricamente (Tawalbeh et. al (2020)

A conectividade proporcionada pela IoT possui inúmeras vantagens, mas da mesma forma traz consigo desafios que precisam ser observados com cautela. De acordo com Kumari (2022), a segurança, privacidade, interoperabilidade, padronizações de sistemas, questões legais e regulatórias, infraestrutura e rede constituem os atuais desafios a serem enfrentados pelos desenvolvedores de aplicações IoT.

IoT e Indústria 4.0 são conceitos muito próximos e relacionados. Como os sistemas de produção com IoT estão interligados com sistemas baseados na web, isso gera um trabalho mais eficaz. Por exemplo, a fabricação baseada em IoT permite que os sistemas tomem decisões rápidas, mais otimistas e mais rápido que os outros (Wan et. al 2018)

No entanto, isso depende da arquitetura e inteligência incorporada ao sistema. As

integrações tanto da Indústria 4.0 quanto a IoT devem ser integradas das formas mais eficientes e eficazes, para que seja possível alcançar as vantagens competitivas das integrações. (Manavalan & Jayakrishna,2019)

Nos últimos anos, surgiram inúmeros estudos também na literatura sobre IoT. Alguns deles buscando trazer informações que possibilitem a melhor compreensão do conceito de Indústria 4.0 e sua interconexão com a IoT (Manavalan & Jayakrishna,2019).

2.1.1.3 *Cloud Computing*

A *cloud computing* é uma arquitetura que combina o conceito de tecnologia de virtualização com vários paradigmas de computação, como computação distribuída, computação de utilidade, computação em grade, para alcançar o objetivo de fornecer recursos e serviços ilimitados pela internet (Haris & Khan,2018).

Aliadas as melhorias tecnológicas, as máquinas, gerenciamento de dados e funcionalidade continuarão a mudar de abordagens tradicionais para soluções baseadas em nuvem. A nuvem permite a entrega de sistemas muito mais rápidos do que sistemas autônomos, é passível de rápidas atualizações (Lammie,2021).

A cloud computing aliada à internet é um dos principais fatores contributivos para o desenvolvimento da Indústria 4.0. internet das coisas e demais tecnologias que permitem acesso ubíquo a informações (Azadi et al,2021).

Os sistemas em nuvem reduzem custos, eliminam a complexidade da infraestrutura, ampliam a área de trabalho, protegem dados e fornece acesso às informações a qualquer momento (Haris & Khan,2018).

Em geral as nuvens se dividem em quatro tipologias; nuvem pública, nuvem privada, nuvem híbrida (combinação de nuvem pública e privada) e *community cloud* (refere-se à cooperação de qualquer serviço na nuvem com algumas empresas (Lammie,2021).

A integração de robôs conectados à nuvem e suas aplicações são virtualmente infinitas. Por exemplo, as pequenas e médias empresas poderão aderir as tecnologias para incrementar a qualidade e eficiência de sua produção a custos acessíveis permitidos pela estrutura e soluções da computação em nuvem, IoT e demais tecnologias disruptivas no contexto da quarta revolução industrial (Stentoft et al.2021).

2.1.1.4 Big Data

Big Data é um termo genérico para qualquer técnica de processamento de uma grande quantidade de dados, incluindo captura, transferência, armazenamento, curadoria, pesquisa, análise, visualização, segurança e privacidade. O tamanho de *Big Data* é um valor em constante mudança de terabytes em 2005 e petabytes em 2010 para exabyte ou zettabyte em 2017, e geralmente é definido pela quantidade de dados e de computadores para processar estes dados em um período tolerável (Xu & Duan,2019). As características mais utilizadas do *Big Data* são os 3 Vs: volume, velocidade e variedade (Kaur, Sood & Verma,2020)

O volume está relacionado à quantidade de dados gerados, velocidade está relacionada à rapidez com que os dados são gerados, e a variedade está relacionada a quantos tipos diferentes de dados são gerados. Portanto, as características dos 3 Vs requerem técnicas de *Big Data* capazes de lidar com uma grande quantidade de dados, processá-los de forma rápida e robusta para lidar com dados heterogêneos. O volume é considerado como uma característica importante porque uma estimativa mais confiável pode ser calculada com mais dados de acordo com o teorema do limite central (Kaur, Sood & Verma,2020).

A velocidade é importante porque os dados são continuamente gerados a partir de interação social, monitor de sensor e atividades de negócios. Se as técnicas relacionadas não puderem processar dados mais rapidamente do que sua velocidade de geração, muitos dados não serão analisados para obter insights. a variedade é importante porque padrões úteis são mais fáceis de serem capturados se observados de diferentes perspectivas.

A *Big Data* torna-se um tema cada vez mais relevante na Indústria 4.0 e muitas outras aplicações desde a infraestrutura até as aplicações técnicas tornam-se mais maduras para lidar com a enorme quantidade de dados gerados e obter valores com eles (Javaid & Haleem,2021).

Em geral, *existem* dois componentes principais para lidar com problemas de *Big Data* do CPS na Indústria 4.0, infraestruturas de sistema e análise de dados. As infraestruturas do sistema supervisionam conectividade para garantir a comunicação em tempo real entre instalações e dispositivos cibernéticos, enquanto a análise de dados se concentra em melhorar a personalização de produtos e a eficiência de recursos na Indústria 4.0 (Xu & Duan,2019).

Além disso, várias questões importantes do CPS na Indústria 4.0, como adaptabilidade, segurança e resiliência, estão relacionados às infraestruturas do sistema e à análise de dados. (Xu & Duan,2019).

2.1.1.5 Analytics & Inteligência Artificial

A inteligência artificial (AI) é uma ciência cognitiva com profundas pesquisas na área de processamento de imagens, processamento de linguagens naturais, robótica, *machine learning* entre outras. Historicamente *Machine Learning* e IA vêm sendo alvo de descrença do mercado, pela falta de evidências convincentes que estas tecnologias apresentem o resultado que justifiquem o investimento no desenvolvimento delas (Lee et al. 2018).

Ao mesmo tempo, o desempenho dos algoritmos de *machine learning* dependem muito da experiência e das preferências do desenvolvedor. Portanto, o sucesso da *AI* em aplicações industriais tem sido limitado por questões meramente humanas (Peres et al.2020).

Por outro lado, a IA industrial é desenvolvida de forma sistemática, concentrada no desenvolvimento, validação e implantação de vários algoritmos de *machine learning* para aplicações industriais com desempenho sustentável (Lee et al.2018).

Além disso, as indústrias atuais estão enfrentando novos desafios em termos de demanda de mercado e concorrência, advindas da quarta revolução industrial 4.0 (Bonilla et al, 2018). Por isso necessitam de mudanças radicais em termos estruturais e de modelos de negócios. A integração da IA com tecnologias emergentes recentes, como a IoT, análise de *Big Data*, computação em nuvem e CPS permitirão a operação das indústrias de forma flexível, eficiente e sustentável (Lee et al,2018). Como a IA Industrial está em fase inicial, é essencial definir claramente sua estrutura, metodologias e desafios como estrutura para sua implementação na indústria.

2.1.2 AS QUATRO DIMENSÕES SMART DA INDÚSTRIA 4.0

Desde que a internet foi popularizada no final do século XX, o acesso e a quantidade de informações cresceram e se expandiram para uma nova era, a chamada era digital (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Nesta era o processo de transformação digital surge como o grande responsável pela transformação digital nas mais diversas áreas da sociedade. No campo de indústria e serviços o resultado da transformação digital toma o nome de Indústria 4.0 (Culot et al,2020). Tratando-se de um fenômeno de extrema complexidade, a Indústria 4.0 é alvo de diversas iniciativas de conceituação, teorização e desenvolvimento.

No entanto, o modelo proposto por Frank et al. (2019) chama atenção especial. O modelo é dividido entre tecnologias de base, que servem de força motora para a transformação digital e outra divisão de componentes específicos da Indústria 4.0. Fornecendo um framework que permite a compreensão destas tecnologias e como elas se integram para

atividades específicas no sistema produtivo. Adicionalmente este modelo introduz uma perspectiva mais ampla sobre a Indústria 4.0, além da mera visão de sistema de fabricação. Como exemplo, introduz o conceito de *Smart Supply chain*.

Diante destas características, o modelo de Frank et al (2019) que é resultado de pesquisas teóricas e empíricas robustas, é selecionado para nortear a compreensão do fenômeno Indústria 4.0. Naturalmente não de forma exaustiva e definitiva, mas que permite avanços em termos de compreensão e produção de conhecimento.

As tecnologias de base propostas no modelo incluem o uso de IoT, Cloud Computing, *Big Data* e análise (incluindo mineração de dados e inteligência artificial). As tecnologias de base dão suporte para a transformação de empresa tradicionais em empresas onde as diferentes dimensões não são integradas, em *smart company*, onde as diferentes dimensões são otimizadas, quando interligados no nível da Indústria 4.0.

Outro conjunto de dimensões propostas, são as *front-end*, que se tratam de tecnologias de uma *smart company*, para fins específicos que por sua vez se dividem em dimensões externas e internas. As dimensões internas consideram fluxos de valor focados nas atividades industriais da empresa: seus processos de produção (*Smart Manufacturing*) e seus trabalhadores (*Smart Working*) (Frank et al (2019)). As dimensões externas, por outro lado, consideram fluxos de valor que integram os processos da empresa com o ambiente externo: sua cadeia de suprimentos (*Smart Supply Chain*) e seus clientes (*Smart Products and Services*) (Frank et al.2019).

2.1.2.1 *Smart manufacturing*

A primeira dimensão interna Smart Manufacturing (SM), está relacionada ao conceito da Indústria 4.0 desde o início (Kagermann et al., 2013), pois seus conceitos são muito parecidos. No entanto, a Indústria 4.0 sendo pensada de uma perspectiva mais ampla. A SM integra uma das dimensões que a formam, mas não a única (Schuh et al., 2017). Kusiak (2018) define SM como integração de ativos de fabricação de hoje e de amanhã com sensores, computação plataformas, tecnologia de comunicação, modelagem intensiva de dados, controle, simulação e engenharia preditiva.

A SM utiliza-se de sistemas ciberfísicos (CPS), internet das coisas (IoT) e de cloud computing, computação orientada a serviços, inteligência e ciência de dados”. A SM das mesmas tecnologias de base da Indústria 4.0 no chão de fábrica para alcançar sistemas de fabricação ciberfísica, e sistemas inteligentes de planejamento e controle da produção (Bueno et al., 2020).

Além de considerar as tecnologias utilizadas na fabricação dos produtos, A SM também inclui tecnologias para outras atividades no processo de fabricação. Por exemplo, as tecnologias avançadas gerenciamento de consumo de energia (Kusiak, 2018).

2.1.2.2 *Smart working*

A segunda dimensão interna, *Smart Working* (SW) – também conhecida como Smart Work - considera a forma como as tecnologias são usadas para apoiar os trabalhadores nas atividades de uma empresa. Ela reconhece que trabalhadores desempenham um papel estratégico crítico nas atividades de fabricação e que eles devem ser melhorados em vez de substituídos (Kaasinen et. al, 2020).

Embora vários estudos apontem que máquinas autônomas podem substituir máquinas operacionais e de baixo valor agregado o potencial mais significativo da Indústria 4.0 é fornecer apoio aos trabalhadores (operadores, bem como outros níveis hierárquicos) para realizar seu trabalho de forma mais inteligente, potencializando a capacidade cognitiva do trabalhador (Meindl.et al,2021).

Para estes fins, diferentes tecnologias têm sido descritas na literatura para melhorar e capacitar os trabalhadores do ambiente de trabalho 4.0 (Frank et al., 2019). A Realidade virtual por exemplo, permite o uso seguro de equipamentos perigosos e o aprendizado aprimorado de procedimentos, enquanto a realidade aumentada, aumenta o local de trabalho com informações relevantes úteis para a execução de tarefas (Segura et al, 2020).

2.1.2.3 *Smart Supply chain*

A primeira dimensão externa da Indústria 4.0 é o Smart Supply Chain (SSC). A SSC é utiliza a tecnologia para melhorar os fluxos de informação da cadeia de suprimentos (Frank et al,2019). Novas oportunidades surgem devido à conectividade e ao armazenamento em massa de dados compartilhados em tempo real entre as diferentes partes interessadas no fornecimento cadeia (Frederico et al., 2019).

A Indústria 4.0 introduz mudanças tecnológicas que ajudam a melhorar a visibilidade da cadeia de abastecimento, permitindo gestão mais eficiente da cadeia de suprimento de ponta a ponta (Frederico et al., 2019).

No nível da logística física, o SSC também inclui o manuseio de armazéns por robôs e veículos autônomos e sistemas de rastreamento e tomada de decisões para controle de inventário (Ghadge et al. 2020). Isto também envolve o manuseio "inteligente" de matérias primas (entrada da linha de produção) e produtos fabricados no chão de fábrica. Tal manuseio

pode ser suportado pelo uso de tecnologias de sensoriamento robótico, incluindo Veículos Automáticos com Orientação Automática (AGVs) e Robôs Móveis Autônomos (AMR) (Frank et al., 2019a).

No lado *downstream*, a SSC considera a digitalização dos processos operacionais da cadeia de abastecimento, principalmente através de dois diferentes abordagens: *crowdsourcing* baseado em plataformas de processos padrão e fornecimento de serviços personalizados sob demanda (Hahn, 2020).

Por um lado, o *crowdsourcing* baseado em plataformas de processos padrão inclui atividades como a monetização do excesso de capacidade do armazém (Hahn, 2020) ou da logística de transporte, a "uberização" da oferta de transporte de carga a fim de conectar a capacidade ociosa com a demanda (Monios & Bergqvist, 2019)

2.1.2.4 *Smart products and services*

Produtos e Serviços Inteligentes (SPS), a segunda dimensão externa do modelo de Frank et al. (2019). Nesta perspectiva, Smart Products são artefatos que, além de seus componentes físicos, são apoiados pelas tecnologias de base da Indústria 4.0 (IoT, Cloud, *Big Data* e IA) para coletar, monitorar, controlar e otimizar os dados dos usuários (Kahle et al., 2020). Serviços inteligentes, por sua vez, são empresas que empregam tecnologias digitais a fim de oferecer serviços a seus usuários, tais como serviços em nuvem, assistência e monitoramento remoto e AI-based attendance (Ardolino et al., 2017; Cenamor et al., 2017).

Estes serviços podem ser oferecidos como serviços independentes para apoiar os clientes no uso dos produtos, ou o próprio produto pode ser oferecido como um serviço em um sistema *pay-per-use* (Ayala et al., 2017). As empresas fabricantes estão testemunhando um serviço em rápido crescimento que significa incluir a prestação de serviços como parte do processo de modelo de negócio de manufatura (Ayala et al., 2019).

2.1.3 IMPACTOS E TENDÊNCIAS DA INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0, também conhecida como a quarta revolução industrial, é uma transformação tecnológica que está reformulando a maneira como as empresas produzem e entregam bens e serviços (Veile et al, 2020). Ela representa uma mudança radical nos processos de produção, tornando-os mais eficientes e versáteis.

A implementação da Indústria 4.0 está gerando impactos tanto positivos quanto negativos globalmente. De forma positiva, ela tem proporcionado redução significativa nos

custos de produção e incremento na capacidade e velocidade de produção para as indústrias (Veile et al, 2020). Além disso, graças à utilização de redes de informações baseadas em Inteligência Artificial e Big Data, as empresas conseguem oferecer produtos cada vez mais personalizados, atendendo de maneira precisa às necessidades individuais de cada cliente (Pech & Vrchota, 2022). Essas tecnologias também têm sido empregadas no desenvolvimento profissional, permitindo aos trabalhadores executar tarefas mais complexas e desenvolver competências e habilidades profissionais (Da Silva et al., 2022).

Entretanto, a Indústria 4.0 também trouxe preocupações com a privacidade e a segurança da informação. As empresas coletam e processam grandes volumes de dados sobre seus negócios, produtos, clientes e funcionários (Cremer et al, 2010), o que apresenta riscos de invasão por cibercriminosos e consequente desestabilização dessas organizações.

A automação e o uso de robôs têm causado desemprego em várias áreas, já que muitas atividades estão sendo substituídas por máquinas (Maria, Devi & Kalira, 2023). Há também a necessidade de adaptação profissional à mudança de natureza de algumas profissões, ao surgimento de novas ocupações e a diferentes dinâmicas de trabalho, como o trabalho híbrido e o remoto (Milichovský & Kuba, 2023).

Dentre as tendências emergentes na Indústria 4.0, destaca-se a proposição de um novo paradigma, a Indústria 5.0. A ideia defende que a Indústria 4.0 é excessivamente baseada em tecnologia e, para equilibrar isso, sugere-se um modelo de produção centrado no ser humano, inserido em um contexto conhecido como Sociedade 5.0 (Ortiz, 2020). A intenção é criar uma fusão harmoniosa entre desenvolvimento tecnológico e seres humanos, com a ideia principal de máquinas complementando as atividades humanas, e não substituindo-as (Ortiz, 2020).

Outro aspecto relevante da Indústria 4.0 é sua conexão com a sustentabilidade. Por exemplo, Furstenau et al (2020) conduziram uma pesquisa bibliométrica abrangente, identificando tendências de desenvolvimento e implementação de controle de fluxo produtivo, reciclagem, atenção às mudanças climáticas, energias renováveis, eficiência energética, avaliação do ciclo de vida dos produtos, biocombustíveis e economia circular

A economia circular é um modelo econômico que busca preservar e melhorar o capital natural, selecionando sensivelmente os recursos, priorizando os renováveis e buscando regeneração. Busca-se otimizar a utilização de recursos, manter a utilidade dos materiais o máximo de tempo possível e promover a efetividade do sistema, evitando externalidades negativas (Winans, Kendall & Deng, 2017). A correlação entre economia circular e Indústria 4.0, visando contribuir para a obtenção de metas de sustentabilidade nas indústrias, representa uma das principais tendências para o futuro próximo (Dantas et al., 2021).

2.2 EDUCAÇÃO 4.0

Impulsionada tanto diretamente quanto indiretamente pela quarta revolução industrial, pela intensificação progressiva da interação da sociedade com tecnologias integradoras e por alterações marcantes na maneira como as diversas gerações interagem e trabalham (Mahmoud et al. 2021), a educação também está passando por uma transformação significativa. Esse novo paradigma, que reflete as mudanças em curso, foi denominado Educação 4.0 (Salmon, 2019).

A Educação 4.0 é fundamentada no uso significativo de tecnológicas como inteligência artificial, aprendizado de máquina, realidade virtual e aumentada, entre outras, dando suporte ao ensino e o aprendizado (Huk,2021). Promovendo também uma abordagem mais personalizada e colaborativa, na qual o aluno é colocado no centro do processo de aprendizagem e incentivado a desenvolver habilidades práticas (Himmetoglu,2021).

Especificamente no campo da educação profissional, são enfrentados desafios que devem ser priorizados, sendo a necessidade de atualização constante em relação às mudanças tecnológicas e de mercado, o principal deles (Salmon,2019), a falta de recursos financeiros e tecnológicos para implementar programas de treinamento eficazes (Tosuntaş, Çubukçu, & Tuğba 2019), e a necessidade de uma maior colaboração entre instituições de ensino, empresas e governo (Benavides et. al,2020).

No entanto, como resposta a estes desafios. Estão sendo projetadas e implementadas expansões do ensino técnico e profissionalizante, visando fornecer para os estudantes, habilidades e competências específicas alinhadas com o mercado de trabalho. Além disso, a migração da educação presencial para híbrida ou a distância têm sido cada vez mais utilizadas para ampliar o acesso à educação profissional (Lauder & Mayhew,2020). Além das ofertas de cursos e treinamento online de instituições de todo o mundo, incluindo universidades como Havard e Oxford (Obloberdiyevna & Tuychiyevna,2022)

Sob a ótica dos avanços teóricos da educação 4.0. A teoria do aprendizado centrado no aluno tem sido cada vez mais utilizada para ajudar os estudantes a desenvolverem habilidades e competências práticas e relevantes para o mercado de trabalho.

Além disso, teorias contemporâneas da educação como o conectivismo, teoria do engajamento e teoria cognitiva da aprendizagem multimídia, entre outras, tem sido desenvolvida para auxiliar o setor educacional na direção correta, apesar dos desafios trazidos pela transformação digital (Mhlanga,2022).

Apesar dos significantes desafios, a educação profissional no século XXI tem feito avanços significativos, graças a iniciativas criativas e inovadoras. No entanto, apesar dos avanços. Serão sempre necessários esforços constantes para manter o alinhamento entre educação profissional e desempenho de competências profissionais no mercado de trabalho (Flores, Xu & Lu,2020).

2.2.1 COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

O impacto da Indústria 4.0 nas competências profissionais demandadas pelo mercado tem sido significativo. A quarta revolução industrial trouxe consigo a digitalização, a automação e a conectividade, transformando radicalmente a maneira como as empresas operam e exigem habilidades e competências diferentes das solicitadas em modelos de produção anteriores (Hussain & Naeem,2021)

As competências profissionais necessárias na Indústria 4.0 incluem habilidades digitais, como a capacidade de usar e implementar tecnologias digitais, conhecimento em inteligência artificial, análise de dados, automação de processos e outras habilidades técnicas relacionadas à Internet das Coisas e à robótica (Bongomin et al, 2020).

E além das competências diretamente relacionadas à tecnologia, competências interdisciplinares, como pensamento crítico, solução de problemas, colaboração, comunicação, adaptabilidade, liderança e habilidades empreendedoras são recorrentes nos estudos sobre o tema (da Silva Barbosa, Firmino & Amorim,2021).

No contexto das mudanças nas habilidades e competências requeridas pelo mercado de trabalho no ambiente 4.0, diversas organizações renomadas estudaram extensivamente as competências necessárias para prosperar na Indústria 4.0. Entre elas, se destacam o Fórum Econômico Mundial (WEF,2020), o Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE,2017), o ManpowerGroup (2018), o Instituto Fraunhofer para Sistemas de Produção e Tecnologia de Design (Lerch, Jager, & Maloca,2017), a McKinsey & Company (2017), a Deloitte (2017)

Através de suas pesquisas, um direcionamento comum é a importância das competências digitais e técnicas, juntamente com habilidades interpessoais e de colaboração. A capacidade de pensar criticamente e resolver problemas complexos também é universalmente valorizada.

Contudo, embora exista uma concordância geral sobre as competências necessárias, a ênfase varia de acordo com a perspectiva de cada organização.

O modelo mais citado e utilizado em pesquisas envolvendo competências profissionais atualmente é o do Fórum Econômico Mundial (WEF,2020) que destaca 15 competências-chave necessárias para o futuro do trabalho.

Devido à rápida evolução do mercado, as competências profissionais necessárias para a Indústria 4.0 estão em constante mudança, gerando um desafio ainda maior. Se manter relevante para as organizações com o passar do tempo. O WEF também destaca a previsão de mudanças significativas de 5 em 5 anos (*skills shift*) no conjunto de competências demandadas (WEF,2020).

O relatório Future of Jobs, que contém as principais habilidades profissionais que estarão em alta até o ano de 2025 foi elaborado como resultado de uma pesquisa composta por perguntas sobre as transformações esperadas nos empregos, nas competências e das necessidades e esforços de treinamento de funcionários, bem como os efeitos da pandemia global COVID-19 no trabalho. A pesquisa foi disponibilizada em quatro idiomas: inglês, espanhol, japonês e russo. A amostra final incluiu respostas de 291 empresas globais, representando coletivamente mais de 7,7 milhões de funcionários em todo o mundo. Dos resultados foram extraídas 15 competências essenciais para o mercado de trabalho em um horizonte de 5 anos.

Quadro 2 (2): As 15 principais competências profissionais até 2025

Ranking	Habilidade	Descrição
1	Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem	Aprendizado efetivo e aplicação de estratégias de aprendizado
2	Pensamento analítico e inovação	Aplicação do pensamento analítico para ideias inovadoras
3	Solução de problemas complexos	Capacidade de resolver problemas complicados e não estruturados
4	Pensamento crítico e análise	Avaliação precisa de informações para formar um julgamento
5	Criatividade, originalidade e iniciativa	Capacidade de gerar novas ideias, abordagens ou insights
6	Liderança e influência social	Habilidade de liderar e influenciar outras pessoas socialmente
7	Uso de tecnologia, monitoramento e controle	Capacidade de usar, monitorar e controlar a tecnologia
8	Projeto de tecnologia e programação	Habilidade de projetar sistemas tecnológicos e programação

9	Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade	Capacidade de lidar com adversidades, estresse e mudanças
10	Raciocínio, resolução de problemas e ideação	Habilidade de aplicar lógica, raciocínio e resolver problemas
11	Inteligência emocional	Capacidade de reconhecer e gerenciar as próprias emoções e as dos outros
12	Solução de problemas e experiência do usuário	Habilidade de resolver problemas centrados no usuário e melhorar a experiência do usuário
13	Orientação de serviço	Capacidade de se concentrar na prestação de serviços excelentes aos clientes ou usuários
14	Análise e avaliação de sistemas	Habilidade de analisar e avaliar sistemas para melhorias
15	Persuasão e negociação	Capacidade de persuadir e negociar efetivamente com os outros

Fonte: World Economic Forum (2020)

2.3 Aprendizagem 4.0

A aprendizagem 4.0 é um conceito que surge em resposta aos desafios educacionais e demandas de competências decorrentes da implementação da Indústria 4.0. Trata-se de um fenômeno relacionado ao modo pelo qual os indivíduos se propõem a aprender, estando inseridos neste contexto.

Essa abordagem educacional destaca a importância da aquisição contínua de conhecimentos, habilidades e competências ao longo da vida. A aprendizagem 4.0, não possui uma definição concreta e estabelecida. No entanto, certos componentes-chave como personalização, aprendizado autônomo, colaboração em rede e uso de tecnologia se configuram como ferramentas ou princípios essenciais para permitir o desenvolvimento de competências profissionais no contexto da quarta revolução industrial (Watters,2023).

A personalização é um elemento fundamental da aprendizagem 4.0, pois reconhece a diversidade dos alunos e busca oferecer experiências de aprendizagem adaptadas às suas necessidades e interesses individuais (Sari,2020). Isso implica em considerar as características individuais dos alunos, adaptando o conteúdo e os métodos de ensino de acordo com suas particularidades.

O aprendizado autônomo é outra característica importante da aprendizagem 4.0. Nesse contexto, os alunos são incentivados a assumir a responsabilidade pelo próprio aprendizado, desenvolvendo habilidades de autorregulação e estabelecendo metas pessoais). Essa abordagem enfatiza a autonomia do aluno como um fator-chave para o sucesso na era da Indústria 4.0, onde a capacidade de aprender de forma independente e buscar conhecimento

continuamente é essencial (Watters,2023).

A colaboração em rede também desempenha um papel central na aprendizagem 4.0. Essa abordagem promove a colaboração entre alunos, professores e profissionais por meio de redes e plataformas digitais (Kaliraj & Devi,2022). Através dessas interações, os alunos têm a oportunidade de compartilhar conhecimentos, trocar experiências e aprender coletivamente, tanto dentro quanto fora do ambiente escolar. A colaboração em rede permite uma aprendizagem mais contextualizada e conectada, refletindo a realidade colaborativa da Indústria 4.0 (Kaliraj & Devi,2022).

A tecnologia é um componente essencial da aprendizagem 4.0, fornecendo recursos e ferramentas que enriquecem e apoiam a experiência de aprendizagem (Kaliraj & Devi,2022). O uso de plataformas de aprendizagem online, aplicativos móveis, jogos educacionais, simulações virtuais, realidade aumentada, entre outros recursos tecnológicos, ampliam as possibilidades de interação e engajamento dos alunos. A tecnologia também permite uma personalização mais efetiva da aprendizagem, fornecendo recursos adaptativos e personalizados de acordo com as necessidades individuais (Sari,2020).

Além disso, diversos modelos e conjuntos de habilidades de aprendizagem foram propostos entre eles, o Quadro de Competências do século XXI ATC21S, que identifica uma série de competências essenciais para a educação no século XXI (Binkley et al., 2012); o modelo Future Ready da Alliance for Excellent Education (2023), que enfatiza o desenvolvimento de habilidades e a Educação Baseada em Competências, que foca no ensino e na avaliação de habilidades específicas (Weise & Christensen, 2014).

Um modelo particularmente notável e influente é o modelo 4C's, formulado pela National Education Association (NEA) dos Estados Unidos. Este modelo destaca quatro competências críticas para o século XXI: Comunicação, Colaboração, Pensamento Crítico e Criatividade (P21,2023)

A escolha do modelo 4C's como o ponto central desta discussão é justificada por sua concisão e abrangência. As habilidades de Comunicação, Colaboração, Pensamento Crítico e Criatividade são fundamentais em quase todos os aspectos da vida e do trabalho no século XXI. Na era da Indústria 4.0, caracterizada por rápidas inovações tecnológicas e uma crescente necessidade de adaptabilidade, essas competências são ainda mais relevantes (Martinez & Stager, 2013; Fullan & Langworthy, 2014; Larmer, Mergendoller & Boss, 2015).

Além disso, essas quatro competências não operam de maneira isolada, mas se complementam e interagem entre si, formando um conjunto sólido de habilidades que permite a aprendizagem contínua e a adaptabilidade ao futuro (Limna, Siripipatthanakul &

Siripipattanakul,2021).

Estas habilidades podem ser potencializadas se se integradas a uma série de aspectos estruturais que envolve o ambiente de aprendizagem. Um dos frameworks que apresenta uma sólida forma de integração destes fatores é o P21 da Partnership for 21st Century Learning (P21,2023).

2.3.1 FRAMEWORK DA PARTNERSHIP FOR 21ST CENTURY LEARNING - P21

A primeira menção documentada sobre o termo habilidades do século XXI foi realizada no início dos anos 1980, por meio do relatório “A Nation at Risk: The *Imperative for Educational Reform*” (Gardner, 1983), um documento elaborado nos Estados Unidos durante a administração do presidente Ronald Reagan. O relatório demonstra a preocupação do governo nos assuntos educacionais, enfatizando a ciência e tecnologia como força motriz da economia e a necessidade da reforma educacional para o desenvolvimento das habilidades dos profissionais estadunidenses para fins de manter a liderança e hegemonia econômica dos Estados Unidos.

Em decorrência de parcerias público privadas, o termo habilidades do século XXI se popularizou e resultou em numerosas iniciativas de pesquisas, desenvolvimento de práticas educacionais e políticas públicas (Howard, O’Brien, Kay & O’Rourke,2019) Tendo se diversificado até em termos de significado e conteúdo. Atualmente as habilidades do século XXI têm sido debatidas mais como habilidades ou competências da Indústria 4.0 ou da educação 4.0. Estas habilidades são frequentemente vistas como habilidades mais amplas para pensar e viver no mundo digital contemporâneo (Martin,2020).

A Partnership for 21st Century Learning (P21) desenvolveu um framework para a aprendizagem no século XXI que tem como objetivo auxiliar os professores, instituições de ensino e alunos constituírem um ambiente de ensino-aprendizagem mais contextualizado com os desafios atuais. Esse framework é uma demonstração integrada de fatores como ambiente e estrutura, habilidades conhecimentos e experiências necessárias para que o estudante tenha maior probabilidade de sucesso no trabalho e na vida (Gonzales-Pérez & Ramírez-Montoya,2022).

Essa mistura de conhecimento de conteúdo, habilidades específicas e expertise são essenciais para que os alunos construam uma base de conhecimentos acadêmicos importantes, e desenvolvam as habilidades de aprendizagem essenciais para o sucesso no mundo atual,

como pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação e colaboração (Supena, Darmuki & Hariyadi,2021).

Figura 5 (2): Framework P21



Fonte: (P21,2023)

O framework da P21 é formado pela base que estão contidos aspectos estruturais, de ensino aprendizagem e de desenvolvimento profissional dos envolvidos na instrução e liderança. Acima desta base há um arco que em seu centro possui os principais assuntos relacionados ao século XXI. Nas áreas externas as competências e habilidades que os alunos precisam desenvolver para que tenham o máximo de aproveitamento no ambiente educacional e fora dele, incluindo o trabalho.

2.1.4.1.1 A base

A base do framework da P21, integra questões estruturais e de capacitação de docentes. O desenvolvimento profissional dos docentes é fundamental para o sucesso do processo de ensino e aprendizagem (Sancar, Atal & Deryakulu,2021). Isso envolve a adoção de práticas e estratégias de liderança e formação continuada para aprimoramento das habilidades docentes.

Além disso, é importante garantir que o currículo (conteúdo), as formas de instrução e avaliação estejam adequadas e atualizadas para proporcionar um ambiente de aprendizagem eficaz e eficiente (Moraes et. al 2022). O ambiente de aprendizagem é um elemento

importante nesse processo, pois deve fornecer recursos tecnológicos e físicos adequados, além de permitir a interação entre os alunos e professores (Sallati & Schützer,2019).

Quando todos esses elementos estão integrados e em equilíbrio, os resultados no processo de ensino e aprendizagem são otimizados (P21.2023).

2.1.4.1.2 Principais assuntos e temas do século 21

Para aprendizagem de habilidades mais requisitadas nos âmbitos educacionais e profissionais no século 21, é essencial que se possua conhecimentos em assuntos como leitura, escrita e línguas estrangeiras, artes, matemática, economia, ciência, geografia, história, governo e civismo.

Além disso, os alunos precisam ter ciência de assuntos como consciência global e de temas relacionados a questões ambientais, saúde e direitos civis Kyle,2020. Com a evolução do mundo dos negócios e das formas de empreendedorismo, é fundamental que os alunos também desenvolvam competências neste campo (Susilo et al 2019).

De maneira geral, o ensino deve fornecer aos alunos uma ampla gama de habilidades para lidar com os desafios do mundo moderno, permitindo-lhes tomar decisões informadas e desenvolver habilidades práticas necessárias para ter sucesso na vida.

2.1.4.1.3 Habilidades de vida e carreira

O desenvolvimento de habilidades de vida e carreira é uma das principais preocupações da educação atual. Dentre as habilidades destacam-se a flexibilidade e adaptabilidade, que permitem que o indivíduo se adapte às mudanças do mundo contemporâneo. E proatividade e autodireção, que são essenciais para a independência e autoconfiança.

As habilidades socioculturais também são importantes, pois permitem que o indivíduo desenvolva uma visão mais ampla e crítica do mundo, bem como a produtividade e responsabilidade, que são importantes para a gestão da vida profissional e pessoal do indivíduo. O desenvolvimento dessas habilidades é fundamental para a formação de cidadãos críticos e capazes de enfrentar os desafios do mundo moderno (Lase,2019).

2.1.4.1.4 Habilidades de informação mídia, tecnologia

No mundo em constante evolução de hoje, a capacidade de se comunicar efetivamente por meio da tecnologia e compreender a vasta quantidade de informações disponíveis tornou-se cada vez mais importante. As habilidades de informação, mídia e tecnologia são cruciais para o sucesso pessoal e profissional no século XXI.

A competência informacional envolve a habilidade de localizar, avaliar e utilizar informações de maneira eficaz e ética (Paletta,2019). Através do letramento em mídias, os indivíduos podem entender como as informações são criadas, compartilhadas e disseminadas em diferentes plataformas de mídia (Polaco-Levicán & Salvo-Garrido,2022) Essas habilidades também são essenciais para a tomada de decisões informadas e críticas em áreas como política, saúde e economia.

Além disso, a tecnologia está presente em quase todos os aspectos da vida cotidiana e profissional, e, portanto, as habilidades tecnológicas são cada vez mais importantes. A capacidade de usar efetivamente ferramentas digitais e compreender os princípios fundamentais da tecnologia são habilidades valiosas para a carreira e o sucesso profissional (Radovanović et. al.2020). Com a rápida evolução das áreas de mídia e tecnologia, é essencial que os indivíduos continuem a desenvolver suas habilidades nesses campos para manter-se atualizados e bem-sucedidos em suas atividades pessoais e profissionais.

2.1.4.2 Os 4cs da aprendizagem

Os 4Cs da educação se dividem em comunicação, colaboração, criatividade e pensamento crítico e são habilidade defendidas como essenciais o processo de aprendizagem contemporâneo. para o contexto de aprendizagem no século 21 (P21,2023).

Em geral estas habilidades foram aplicadas no contexto de educação primária e secundária norte americana e de países parceiros como Canada e Finlândia. No entanto, assume-se neste trabalho que estas mesmas competências podem ser mensuradas por meio de escalas psicométricas baseadas em autoeficácia, ou seja, pela própria percepção de domínio de habilidades e competências do profissional.

2.1.4.2.1 Pensamento crítico

No ambiente profissional, a capacidade de raciocinar com eficácia é fundamental para tomar decisões informadas e resolver problemas de maneira eficiente e inovadora (Rahman,2019). Isso envolve o uso de diferentes tipos de raciocínio, como o indutivo e dedutivo, de acordo com a situação, e o pensamento sistêmico, que analisa como as partes de um todo interagem entre si para produzir resultados gerais em sistemas complexos (Chasanah,2019). Para tomar decisões informadas, é necessário analisar e avaliar evidências, argumentos, reivindicações e crenças, além de considerar os principais pontos de vista alternativos e fazer conexões entre informações e argumentos. A interpretação de informações e a formulação de conclusões com base na melhor análise também são fundamentais para a resolução de problemas.

Por fim, é importante refletir criticamente sobre experiências e processos de aprendizagem para melhorar continuamente. A capacidade de resolver diferentes tipos de problemas de forma não convencional e inovadora, identificando e fazendo perguntas significativas para esclarecer vários pontos de vista, também é crucial para o sucesso no ambiente de trabalho (Mainert et al.2019)

2.1.4.2.2 Criatividade

A habilidade de pensar de forma criativa é altamente valorizada em diversos contextos organizacionais, sendo um importante fator para o desenvolvimento de inovações e soluções criativas (Safitri et al. 2019). Nesse sentido, uma ampla gama de técnicas, tais como o brainstorming, podem ser utilizadas para criar ideias novas e valiosas, incluindo conceitos incrementais e radicais. É igualmente importante que sejam adotadas práticas para elaboração, refinamento, análise e avaliação de ideias, visando maximizar os esforços criativos.

A colaboração com outros indivíduos no processo de criação e implementação de ideias é crucial para o sucesso do trabalho criativo. Nesse sentido, é essencial que haja abertura e receptividade a novas e diversas perspectivas, incorporando a entrada e feedback do grupo no trabalho.

Ademais, a demonstração de originalidade e inventividade no trabalho é fundamental para que se possa compreender os limites do mundo real para a adoção de novas ideias (Thuan,2020). O fracasso, por sua vez, deve ser encarado como uma oportunidade de aprendizado, visto que a criatividade e inovação são processos cíclicos de longo prazo que envolvem pequenos sucessos e erros frequentes (Zhang et al.2019).

2.1.4.2.3 Comunicação

A comunicação no ambiente de trabalho é um aspecto crucial para a efetivação de objetivos organizacionais e, portanto, pode ser compreendida como a habilidade de expressar pensamentos e ideias de maneira eficaz, através de habilidades verbais, escritas e não-verbais, em diversos contextos profissionais. Ademais, é importante destacar a relevância de se ouvir com atenção para compreender o significado do discurso alheio, incluindo conhecimentos, valores, atitudes e intenções (Kluger & Itzhakov, 2022).

Devido à sua amplitude e multifuncionalidade, a comunicação é utilizada no ambiente de trabalho com diversos propósitos, tais como informar, instruir, motivar e persuadir. É importante salientar que a efetividade desses propósitos está diretamente relacionada à capacidade de comunicação do indivíduo, visto que a comunicação inadequada pode gerar ruídos na transmissão de informações, prejudicando o alcance dos objetivos pretendidos (Guffey & Loewy, 2022).

Portanto, a comunicação efetiva no ambiente de trabalho é essencial para o desenvolvimento de um ambiente saudável e produtivo, em que as informações são transmitidas e recebidas de forma clara e objetiva, garantindo a maximização dos esforços organizacionais e a otimização dos resultados alcançados.

2.1.4.4 Colaboração

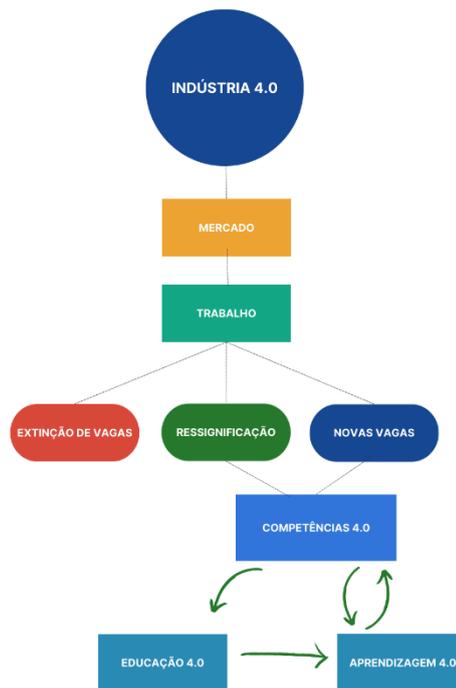
A colaboração no ambiente de trabalho tem sido amplamente discutida na literatura acadêmica. É definida como a habilidade de trabalhar de forma eficaz e respeitosa com diversas equipes, exercendo flexibilidade e disposição para fazer os compromissos necessários para atingir um objetivo comum (P21, 2023).

Além disso, é fundamental assumir a responsabilidade compartilhada pelo trabalho colaborativo e valorizar as contribuições individuais de cada membro da equipe. A colaboração, atualmente, não se restringe às formas tradicionais de trabalho em equipe, mas inclui o uso efetivo das tecnologias de informação e comunicação, bem como das tecnologias integradas à Indústria 4.0. Tal colaboração ocorre em todos os níveis organizacionais, desde as atividades operacionais até os processos de tomada de decisão da alta gerência. Ressalta-se que, no processo de comunicação e colaboração no trabalho, a competência cultural é de grande relevância, principalmente em situações de comunicação com pessoas de culturas diversas e em diferentes idiomas (Morales, 2023).

Além da colaboração com os humanos, outro tema que vem recebendo mais atenção pela comunidade academia e empresas, é a colaboração de homem e máquina, já que as tecnologias que integram a Indústria 4.0, permitem relações de trabalho completamente inovadoras e difíceis de prever (Franklin et al,2020).

2.4 Síntese Teórica

Figura 6 (2): Síntese Teórica



Fonte: (O autor,2023)

A Figura 5 apresenta a síntese dos temas discutidos na fundamentação teórica deste estudo. De forma resumida, observa-se que a Indústria 4.0 impulsiona mudanças significativas no mercado, o que resulta em transformações nas oportunidades de trabalho, incluindo extinção de empregos, ressignificação de profissões e surgimento de novos cargos.

Essas alterações, por sua vez, geram demandas por novas competências profissionais que estejam alinhadas com o contexto tecnológico da quarta revolução industrial. Nesse sentido, ocorre uma quebra de paradigma educacional, demandando a aquisição de novas habilidades de aprendizagem para desenvolver as competências necessárias para desempenhar as funções de trabalho exigidas.

O principal argumento desta tese reside na definição e composição do construto "aprendizagem 4.0", que se configura como um fator de mediação fundamental no desenvolvimento das competências profissionais no contexto da Indústria 4.0.

3 MÉTODO

Esta seção apresenta o percurso metodológico utilizado na pesquisa. A estrutura do texto está subdividida em delineamento da pesquisa, população e amostra, além das etapas operacionais de coleta e análise dos dados, abrangendo os procedimentos metodológicos e devidas técnicas de análise de dados empreendidas.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Tendo por objetivo determinar a coerência entre o objeto de estudo e os sujeitos envolvidos na pesquisa. Definindo os paradigmas que serão utilizados para a construção do conhecimento científico oriundos deste estudo. De modo geral, a partir da seleção da perspectiva paradigmática, as escolhas metodológicas se dão por consequência (Silva, Russo & Oliveira,20018).

O conjunto de procedimentos utilizados na investigação de fenômenos indicam o método de abordagem da pesquisa, de acordo com o tipo de raciocínio empregado, os métodos de abordagem classificam-se em: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo e dialético (Breviário,2021).

Nessa perspectiva, este estudo caracteriza-se como hipotético-dedutivo sendo pautado no método proposto por Karl Popper, que busca a eliminação dos erros de uma hipótese a partir da ideia de testar proposições teóricas (Longo,2017). Para operacionalização do método são definidas hipóteses e sub-hipóteses que ao serem testadas podem gerar possíveis respostas ou soluções para o problema definido, não sendo necessária a construção de perguntas de pesquisa como comumente verificados em métodos qualitativos de pesquisa.

Para Creswell (2015) as estratégias de investigação, também chamadas de abordagens da investigação ou de metodologias da pesquisa, são os tipos de projetos ou modelos de métodos que proporcionam uma direção específica aos procedimentos de um projeto de pesquisa.

De acordo com Knechtel (2014) a pesquisa quantitativa é uma modalidade de pesquisa que apesar das aplicações com as ciências da natureza também se aplica à problemas humanos ou sociais. Os métodos quantitativos são baseados no teste de teorias e composta por variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas por meio de técnicas estatísticas, com o

objetivo de determinar se as hipóteses que compõem a teoria se sustentam ou não. Buscando-se a generalização dos resultados e a fidedignidade da construção do conhecimento. E os resultados menos passíveis de erros de interpretação.

Parte-se também do pressuposto que o estudo mesmo que conduzido por outros pesquisadores, e seguindo-se os mesmos procedimentos metodológicos, os resultados encontrados sejam os mesmos. Baseando-se na teoria estatística das probabilidades, apresentando resultados com grande probabilidade de serem verdadeiras, embora admitam certa margem de erro (Ross,2010).

Quanto ao tipo, este estudo classifica-se como correlacional, segundo Dancey & Reidy,2013) este tipo de estudo “tem como objetivo descobrir se existe um relacionamento entre as variáveis, que seja improvável de acontecer devido ao erro amostral, ou seja um relacionamento real entre as variáveis, pautando sua utilidade na busca por conhecer o comportamento de conceitos ou variáveis em suas interações com outras variáveis.

Estas relações são construídas através das elaborações de hipóteses contendo variáveis dependentes e independentes, e estas podem ser extraídas de outros estudos ou da livre construção do próprio pesquisador por meio de suas próprias suposições.

Neste estudo foram utilizadas análises estatísticas para validar instrumentos de coleta de dados e escalas baseadas em psicometria e autoeficácia (Souza, Alexandre & Guirardello,2017), conceitos e métodos amplamente utilizados no campo da psicologia cognitiva e demais campos envolvendo ciência sociedade. E realizados teste de estatística descritiva para delimitar a composição detalhada da amostra e inferenciais para analisar as correlações entre o construto Aprendizagem 4.0 e as competências profissionais do futuro, neste trabalhado denominadas como competências 4.0.

Adicionalmente foram analisadas as correlações entre as competências e fatores laborais como sucesso profissional, qualidade de vida no trabalho, probabilidade de obsolescência profissional e nível de empregabilidade.

Como local de pesquisa, foi selecionado o estado de Pernambuco para as aplicações dos questionários. Esta escolha justifica-se pela variedade de empresas de tecnologia e indústrias encontradas no estado. Por exemplo, o Porto Digital e as mais de 300 empresas nativamente digitais e as indústrias do setor sucroalcooleiro, alimentício, automotivo e de serviços.

Quanto ao tipo de intervenção este estudo é classificado como observacional, tendo por objetivo a coleta de dados, extração de informações e o compromisso de não intervenção no objeto de pesquisa (Rosenbaum, Rosenbaum & Briskman, 2010).

Quanto ao tempo, trata-se de um estudo transversal, buscando-se avaliar os respondentes da pesquisa em um dado período, sem avaliações posteriores. Contudo, ressalta-se que estudos subsequentes deverão ser organizados sob a ótica de um estudo longitudinal, buscando analisar resultados de intervenções ao longo do tempo

3.2 POPULAÇÃO, AMOSTRA E PARTICIPANTES

De acordo com Rahi (2017), a população de um estudo é definida como o conjunto de todas as pessoas ou itens que se deseja compreender, enquanto a amostragem é o processo de seleção de uma parte dessa população para fins de investigação.

Neste estudo em particular, a população considerada consiste em indivíduos que possuem empregos formais. Com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), estima-se que haja cerca de 1.600.000 profissionais com empregos formais no estado de Pernambuco. Nesta pesquisa, foi empregada uma estratégia de amostragem simples. Foram coletadas 179 respostas. A margem de erro e o nível de confiança foram estabelecidos utilizando o modelo padrão para proporções em amostras simples (Lohr, 2009). Assumindo uma proporção de 0,5 e a margem de erro foi calculada usando a fórmula padrão de cálculo de amostra simples: $E = Z * \sqrt{p*(1-p) / n}$

Substituindo o valor Z correspondente ao nível de confiança de 95% ($Z = 1,96$), a margem de erro foi estimada em cerca de 7,4%. Esta estimativa indica que, se a mesma pesquisa fosse repetida várias vezes, espera-se que os resultados estejam dentro de 7,4% da proporção verdadeira da população em 95% das vezes. O Quadro 3 demonstra a composição da amostra e seu percentual de representação por tipos distintos de empresas em relação ao estado atual de transformação digital. No entanto, as análises estatísticas foram realizadas considerando a amostragem simples.

Quadro 3 (3): Distribuição da amostra do estudo

Empresa	Amostra	Representação
Empresa tradicional	54	30.17%
Empresa em transição	87	48.60%
Empresa nativa digital	38	21.23%
Total	179	1.600.00

Fonte: O autor (2023)

Para a correta seleção dos participantes desta pesquisa, foram adotados critérios de inclusão e exclusão. Os quais estão explicitados por meio do quadro a seguir.

Quadro 4 (3): Critérios de exclusão e inclusão

Critérios de seleção	Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Participantes	Trabalhadores formais	Estagiários
Idade	Idade entre 18 e 65 anos	Abaixo de 18 anos e acima de 65 anos
Escolaridade	Possuir minimamente ensino fundamental 1 completo	Fundamental 1 incompleto

Fonte: O autor (2023)

3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados se deu por meio de sessão única de respostas por cada respondente, tanto por meio digital quanto presencial.

O instrumento é composto de questionário sociodemográfico e laboral, questionário conhecimentos e maestrias, escala de competências 4.0 e escala de avaliação dos 4Cs da educação. A seguir, serão apresentados detalhes sobre os instrumentos utilizados, incluindo suas composições e características. Abaixo, são explicados os instrumentos e suas composições e tipos de variáveis

3.3.1 QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E LABORAL

O questionário sociodemográfico e laboral é composto por uma série de perguntas que tiveram por objetivo coletar informações relevantes sobre o perfil dos participantes em relação a aspectos sociodemográficos e laborais.

As informações coletadas incluem variáveis como sexo, idade, estado civil, nível de educação, ocupação, tempo de trabalho na empresa, cargo ocupado, renda, horas trabalhadas por semana, satisfação no trabalho, entre outros.

Esse tipo de questionário é projetado para obter uma visão geral dos participantes, fornecendo dados demográficos e características relacionadas ao contexto profissional. Essas informações foram úteis para a análise dos resultados e para permitir análises estatísticas

aprimoradas sobre o tema do estudo. Ao responder a um questionário sociodemográfico e laboral, os participantes fornecem informações importantes que ajudam a contextualizar seus perfis e a criar um panorama mais abrangente da amostra estudada.

3.3.2 QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS E MAESTRIAS

O questionário de conhecimentos e maestrias foi criado para avaliar o nível de conhecimento dos participantes em áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), conhecimento em língua inglesa e conceitos relacionados às tecnologias da Indústria 4.0.

Na aplicação deste questionário é solicitado do respondente que aponte por meio de uma escala do tipo Likert de 5 pontos, o nível de conhecimentos que possui nos campos apontados. Ao obter informações sobre os conhecimentos e maestria dos participantes, é possível compreender melhor o nível de preparação técnica e a base de conhecimento que eles possuem para lidar com as demandas e inovações tecnológicas do ambiente atual de trabalho.

3.3.3 ESCALA DE AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS 4.0

O questionário de competências 4.0 consiste em um conjunto de 15 perguntas que abrangem as competências identificadas pelo Fórum Econômico Mundial (WEF, 2020) como essenciais na era da Indústria 4.0. Os participantes são solicitados a avaliar seu nível de domínio em cada competência, utilizando uma escala do tipo Likert de 5 pontos.

Cada pergunta do questionário se refere a uma competência específica, como pensamento crítico, criatividade, colaboração, resolução de problemas, adaptabilidade, inteligência emocional, liderança, entre outras. Os participantes são convidados a indicar o grau em que se sentem competentes em cada área.

Ao responder a essas perguntas, os participantes têm a oportunidade de refletir e autoavaliar suas habilidades e competências relacionadas ao contexto da Indústria 4.0. O questionário de competências 4.0 foi projetado para obter insights sobre as competências que os participantes consideram possuir. E em seguida traçar médias dos níveis de competências 4.0 que os respondentes possuem.

Este instrumento é um dos principais alicerces para a verificação da hipótese principal dessa pesquisa. Pois a partir do índice gerado os principais testes de hipótese foram realizados.

3.3.4 ESCALA DE AVALIAÇÃO DOS 4CS DA EDUCAÇÃO

A escala de avaliação foi desenvolvida especificamente para este estudo, com o propósito de avaliar e atribuir uma pontuação às habilidades de aprendizagem conhecidas como os 4Cs: comunicação, criatividade, pensamento crítico e colaboração, conforme proposto pela P21 (2020). O instrumento criado é composto por 21 questões, divididas em 4 grupos, sendo cada grupo corresponde a um dos 4Cs mencionados. Os participantes são solicitados a indicar seu nível de domínio em relação a cada questão, utilizando uma escala do tipo Likert de 5 pontos. O conjunto de questões que compõem o questionário foi baseado na descrição das habilidades contidas nos próprios documentos da P21. Essa escala permite que eles expressem o grau em que se consideram proficientes nas habilidades específicas relacionadas a cada um dos 4Cs.

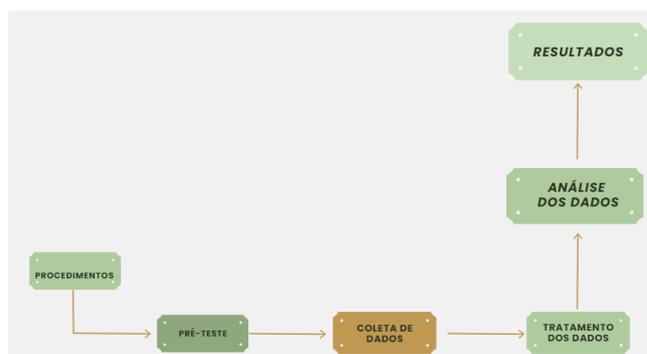
. O grupo de comunicação, por exemplo, busca mensurar a habilidade de expressar ideias de forma clara e eficaz. O grupo de criatividade visa avaliar a capacidade de pensar de forma original e gerar soluções inovadoras. O grupo de pensamento crítico busca medir a habilidade de analisar, avaliar e interpretar informações de maneira lógica e reflexiva.

Por fim, o grupo de colaboração tem como objetivo avaliar a capacidade de trabalhar efetivamente em equipe e contribuir para objetivos comuns. Através dessa escala de avaliação, busca-se obter uma visão abrangente do nível de domínio dos participantes em relação às habilidades de aprendizagem dos 4Cs.

3.4 PROCEDIMENTOS

Os procedimentos de pesquisa foram realizados em quatro etapas, representadas por meio do fluxograma a seguir.

Figura 7 (3): Fluxograma dos procedimentos de pesquisa



Fonte: O autor (2022)

3.4.1 FASE 1 - PRÉ-TESTE

Os primeiros procedimentos da pesquisa consistiram na realização de testes dos questionários e escalas, envolvendo 10 indivíduos representativos da amostra selecionada. Esses testes foram conduzidos de acordo com critérios de inclusão e exclusão estabelecidos e com o objetivo de verificar a validade, confiabilidade e consistência do questionário. Além disso, foram avaliadas a experiência e a compreensão dos respondentes em relação às questões apresentadas.

A amostra de pré-teste foi dividida igualmente entre 5 participantes que responderam aos questionários de forma digital e remota, e 5 participantes que responderam presencialmente utilizando smartphones.

Para avaliar a validade do questionário, foram considerados aspectos como a relevância e a abrangência das perguntas em relação ao tema de pesquisa. Os participantes foram solicitados a avaliar se as questões abordavam adequadamente os aspectos a serem investigados e se eram pertinentes para a compreensão do fenômeno em estudo.

Em relação à confiabilidade, foram aplicadas técnicas de avaliação da consistência das respostas ao longo do questionário. Utilizou-se o coeficiente Alpha de Cronbach para calcular a confiabilidade das escalas utilizadas na pesquisa, obtendo-se resultados satisfatórios, com pontuações superiores a 0,86 em todas as escalas.

Além disso, a compreensão das questões pelos respondentes foi avaliada com o objetivo de garantir a clareza e a facilidade de entendimento do questionário. Os participantes foram encorajados a fornecer feedback sobre qualquer dificuldade encontrada na compreensão das perguntas, sugerindo possíveis melhorias ou reformulações.

Durante o pré-teste, também foram observados aspectos práticos, como o tempo necessário para a conclusão do questionário. Verificou-se que o tempo médio de resposta variou entre 8 e 12 minutos, sendo considerado por alguns participantes como longo e cansativo, o que se tornou uma das limitações do estudo.

Após a realização do pré-teste, os dados coletados foram analisados a fim de identificar possíveis problemas ou limitações do questionário. Com base nas respostas dos participantes e nos comentários fornecidos, foram realizados ajustes e revisões apenas no questionário de avaliação dos 4cs da aprendizagem, devido à confusão gerada pela sua construção inicial. O questionário foi ajustado com a divisão das perguntas em seções, apresentando um cabeçalho informativo sobre cada competência avaliada. A versão final e definitiva do questionário está disponível na seção de anexos.

3.4.2 FASE 2 – COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de duas estratégias distintas, no período de outubro de 2022 a janeiro de 2023. A primeira estratégia consistiu na aplicação de um formulário eletrônico utilizando a ferramenta do Google Forms. Para alcançar uma amostra diversificada, o formulário foi compartilhado por meio de redes sociais como Instagram, Facebook, LinkedIn e e-mails corporativos. Os critérios de seleção da amostra foram estritamente seguidos para garantir a representatividade dos respondentes.

A segunda estratégia de coleta de dados ocorreu de forma presencial, por meio de visitas às empresas. Durante essas visitas, os respondentes foram convidados a preencher o mesmo questionário utilizado na primeira etapa de coletas, utilizando tablets ou smartphones. Essa abordagem presencial permitiu uma interação direta com os participantes e uma maior supervisão do processo de preenchimento do questionário.

Ambas as estratégias foram adotadas com o intuito de maximizar a abrangência da amostra e garantir a representatividade dos dados coletados. O uso do formulário eletrônico permitiu atingir um público mais amplo por meio das redes sociais, enquanto a abordagem presencial proporcionou uma oportunidade de interação direta.

Após a coleta de dados, todas as informações foram devidamente reunidas e armazenadas de forma segura para posterior análise. A combinação dessas duas estratégias de coleta de dados proporcionou uma abordagem abrangente e diversificada, enriquecendo a análise dos resultados obtidos.

3.4.3 FASE 3 – ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Na terceira etapa, os dados coletados foram processados e exportados do Google Forms para o software de análise estatística IBM SPSS 26. No entanto, devido à falta de uma opção direta de exportação dos dados do Google Forms para o SPSS, foi necessário realizar etapas adicionais para a organização do banco de dados definitivo que foi utilizado nas análises estatísticas.

A exportação dos dados se deu por meio da construção de um arquivo contendo todas as variáveis e a definição dos valores e seus significados no SPSS. Em seguida foram exportados os dados do Google Forms e checados se todos os campos e parâmetros estavam completos. Posteriormente, foram avaliados se os respondentes se enquadravam dentro dos critérios de inclusão e exclusão. Todos os respondentes passaram por esta análise inicial e não houve casos omissos.

Por fim, a partir dos dados tratados e filtrados, foi elaborado o banco de dados definitivo que serviu como base para as análises estatísticas. Esse banco de dados final continha todas as informações relevantes dos respondentes, devidamente organizadas e prontas para a realização dos testes estatísticos planejados.

Ressalta-se a organização e tratamento dos dados foram realizadas com o devido rigor metodológico, visando garantir a confiabilidade e a validade dos resultados obtidos nas análises estatísticas.

3.4.4 – ANÁLISE DOS DADOS

Na fase de análise dos dados, foram conduzidas duas etapas distintas. Na primeira etapa, realizou-se a estatística descritiva para compreender a composição da amostra, e na segunda etapa, realizaram-se os testes de estatística inferencial.

Na etapa inicial, foram realizados cálculos estatísticos descritivos, como médias, desvio-padrão, medidas de dispersão e distribuição. Esses cálculos abrangeram variáveis sociodemográficas e relacionadas ao trabalho, fornecendo uma compreensão abrangente do perfil da amostra.

Na segunda etapa, foi realizada uma análise fatorial para identificar agrupamentos de competências, resultando na identificação dos grupos de soft skills e hard skills. Em seguida, utilizou-se o teste de correlação de Pearson para investigar a estrutura do construto de Aprendizagem 4.0, incluindo as divisões em soft skills e hard skills. Além disso, foram analisadas as correlações entre as competências 4.0 e a Aprendizagem 4.0.

O teste de Mann-Whitney U foi conduzido para comparar as diferenças entre homens e mulheres, visando identificar possíveis diferenças significativas entre os grupos.

Adicionalmente, realizaram-se testes de correlação de Spearman, segmentados por tipos de empresa e gerações, para analisar as correlações entre grupos específicos e as variáveis abordadas no estudo.

Por fim, foi conduzida uma Análise de Espectral Singular (SSA) para avaliar a influência das competências 4.0 nas variáveis de sucesso profissional, obsolescência do trabalho, recolocação e qualidade de vida no trabalho.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software IBM SPSS 26, fornecendo informações valiosas para a compreensão dos dados coletados e para testar as hipóteses formuladas.

4 RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo realizar demonstração dos dados obtidos da pesquisa quantitativa realizada. São apresentadas as características sociodemográficas e laborais da amostra, por meio de gráficos e tabelas de estatística descritiva e os resultados das análises de estatística inferencial conduzidas de acordo com os objetivos e hipóteses estabelecidos para a pesquisa

Com o intuito de tornar mais clara e objetiva a apresentação dos dados, optou-se por incluir gráficos e tabelas, seguidos pela descrição e interpretação dos resultados em formato escrito. As discussões teóricas a respeito dos resultados dos testes estatísticos são apresentadas integralmente no capítulo 5, intitulado Discussão.

4.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

Nesta sessão são apresentadas as tabelas contendo dados de delimitação da amostra e suas características. Incluindo a divisão por gênero, formação, áreas do conhecimento e tipos de cargo ocupados.

Tabela 1 (4): Distribuição de gênero dos respondentes

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Gênero	Feminino	75	41,9	41,9	41,9
	Masculino	104	58,1	58,1	100,0
	Total	179	100,0	100,0	

Fonte: O autor (2023)

A tabela 1 apresenta dados referentes à distribuição de gênero dos participantes da pesquisa. O universo de análise é composto por 179 indivíduos, 75 deles são do gênero feminino, o que representa 41,9% do total, e 104 são do gênero masculino, correspondendo a 58,1% do total. Apresentado uma divisão equilibrada.

Tabela 2 (4): Maior nível de instrução completo obtido

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Ensino Fundamental	1	,6	,6	,6
Ensino Médio	5	2,8	2,8	3,4
Curso Técnico	23	12,8	12,8	16,2
Curso Superior	65	36,3	36,3	52,5
Especialização	62	34,6	34,6	87,2
Mestrado	15	8,4	8,4	95,5
Doutorado	8	4,5	4,5	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fonte: O autor (2023)

A tabela 2 apresenta informações referentes ao nível de instrução completo obtido pelos participantes da pesquisa.

O universo de análise é composto por 179 indivíduos, distribuídos entre as diferentes categorias de níveis de instrução apresentadas na tabela. Observa-se que a maioria dos participantes da pesquisa possui nível de instrução elevado, sendo que 36,3% deles têm curso superior completo e 34,6% possuem especialização.

Além disso, há uma parcela significativa dos participantes que possuem mestrado (8,4%) e doutorado (4,5%). Por outro lado, há um número reduzido de indivíduos que possuem apenas o ensino fundamental ou médio completo (menos de 3,4% dos participantes).

Tabela 3 (4): Formação Ciências Exatas ou Tecnologia

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Nenhuma	81	45,3	45,3	45,3
Técnico	33	18,4	18,4	63,7
Superior	35	19,6	19,6	83,2
Especialização	20	11,2	11,2	94,4
Mestrado	6	3,4	3,4	97,8
Doutorado	4	2,2	2,2	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fonte: O autor (2023)

A tabela 3 traz informações sobre a distribuição de níveis de formação em ciências exatas ou tecnologia dos 179 respondentes. Observou-se que dos 179 indivíduos na amostra,

54,7% possuem formação em ciências exatas ou tecnologia.

A maioria possui nível técnico (18,4%), seguido por nível superior (19,6%) e especialização (11,2%) e nos níveis de mestrado e doutorado foram encontrados em apenas 3,4% e 2,2% dos indivíduos, respectivamente.

Tabela 4 (4) Formação Biológicas ou Saúde

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Nenhuma	155	86,6	86,6	86,6
Técnico	9	5,0	5,0	91,6
Superior	6	3,4	3,4	95,0
Especialização	7	3,9	3,9	98,9
Mestrado	2	1,1	1,1	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fonte: O autor (2023)

A Tabela 4 apresenta informações sobre a distribuição de níveis de formação nas áreas de ciências biológicas ou saúde. Os dados mostram que a maioria dos indivíduos na amostra (86,6%) não possui nenhuma formação em Biológicas ou Saúde. Entre aqueles com formação, a maioria possui nível técnico (5,0%), seguido por nível superior (3,4%), especialização (3,9%) e mestrado (1,1%).

Tabela 5 (4) Formação Ciências Sociais ou Humanas

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Nenhuma	80	44,7	44,7	44,7
Técnico	11	6,1	6,1	50,8
Superior	40	22,3	22,3	73,2
Especialização	37	20,7	20,7	93,9
Mestrado	7	3,9	3,9	97,8
Doutorado	4	2,2	2,2	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fonte: O autor (2023)

A Tabela 5 apresenta a distribuição da maior formação dos participantes da pesquisa em Ciências Sociais ou Humanas Sociais. A tabela mostra que a maioria dos participantes (44,7%) não possui nenhuma formação na área, seguido de perto pelos que possuem formação superior (22,3%), especialização (20,7%), técnica (6,1%), mestrado (3,9%) e doutorado

(2,2%). A tabela também apresenta as frequências absolutas e relativas de cada categoria, bem como a porcentagem válida e acumulada.

Tabela 6 (4): Formação em outras áreas

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Nenhuma	136	76,0	76,0	76,0
Técnico	20	11,2	11,2	87,2
Superior	12	6,7	6,7	93,9
Especialização	10	5,6	5,6	99,4
Doutorado	1	,6	,6	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fonte: O autor (2023)

A Tabela 6 apresenta a distribuição da formação dos participantes da pesquisa em outras áreas, como artes visuais, música, literatura, filosofia, geologia etc. A tabela mostra que a maioria dos participantes (76,0%) não possui nenhuma formação em outras áreas, seguido por aqueles que possuem formação técnica (11,2%), superior (6,7%), especialização (5,6%) e doutorado (0,6%).

Tabela 7 (4): Tipo de cargo ocupado na empresa em que trabalha

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Suporte	2	1,1	1,1	1,1
Operacional	74	41,3	41,3	42,5
Administrativa	39	21,8	21,8	64,2
Supervisão ou Gerência	50	27,9	27,9	92,2
Diretoria	14	7,8	7,8	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fonte: O autor (2023)

A Tabela 7 apresenta a distribuição do tipo de cargo ocupado pelos participantes da pesquisa em suas respectivas empresas. A tabela mostra que a maioria dos participantes ocupa cargos operacionais (41,3%), seguido por cargos de supervisão ou gerência (27,9%), administrativos (21,8%), diretoria (7,8%) e suporte (1,1%). Desta forma, compreende-se que a representação significativa de 57,5% dos participantes da pesquisa ocupa posições que envolvem função administrativa e de gestão em seus respectivos níveis organizacionais. E os restantes, 42,5% de indivíduos que ocupam posições operacionais e de suporte. Ambas as distribuições são significativas para a realização do estudo e suas inferências.

4.2 COMPETÊNCIAS 4.0

Nesta sessão serão demonstrados os resultados de estatísticas que dão suporte aos construtos competências 4.0 e seus subgrupos denominados a partir dos resultados deste estudo como *Soft* e *Hard skills*.

Tabela 8 (4) - Análise fatorial do questionário de competências WEF

CONSTRUTO DO WORLD ECONOMIC FORUM

Variável	Fator 1	Fator 2
Inovação	0.34	0.73
Aprendizagem	0.46	0.66
Complexidade	0.59	0.58
Analítico	0.64	0.5
Criatividade	0.69	0.29
Liderança	0.67	0.44
Uso TI Controle	0.30	0.70
Projeto TI	0.14	0.82
Resiliência	0.73	0.19
Inteligência	0.68	0.51
Inteligência Emocional	0.77	0.07
Solução Cliente	0.76	0.24
Orientação Cliente	0.71	0.21
Análise de Software	0.12	0.83
Persuasão	0.71	0.32
Eigenvalue	8.057	1.469
Variância Explicada (Cada)	53.7%	9.8%
Variância Explicada (Acumulada)	53.7%	63.5%

Fonte: O autor (2023)

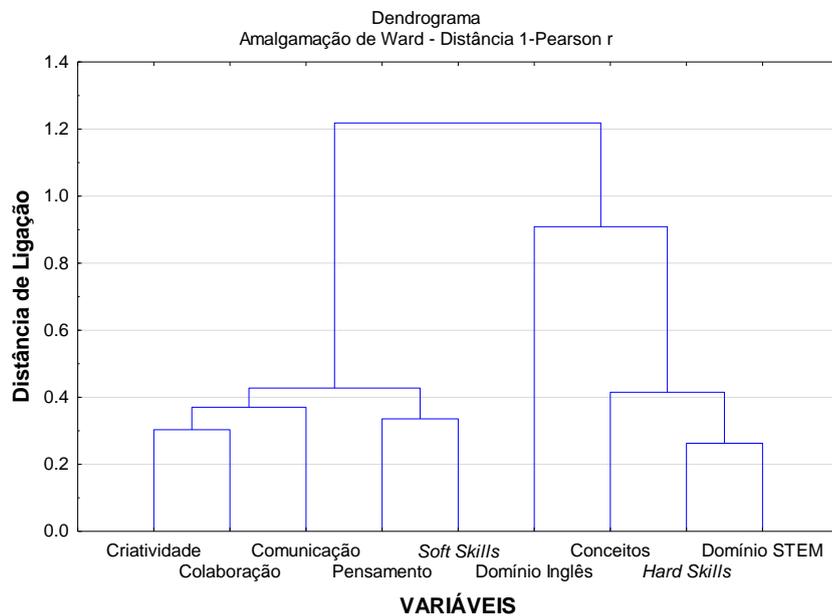
Os resultados da análise fatorial, também apresentados no dendrograma revelaram a presença de dois fatores que explicaram 63,5% da variância total. O fator 1 (*soft skills*) o qual teve um *eigenvalue* de 8.057 explicou 53,7% da variância total, enquanto o fator 2 (*hard skills*) teve um *eigenvalue* de 1.469 e explicou 9,8% da variância total.

As variáveis que tiveram cargas fatoriais mais altas no fator 1 foram resiliência (0,73), inteligência emocional (0,77), solução cliente (0,76), persuasão (0,71), liderança (0,67), inteligência (0,68), orientação cliente (0,71) e criatividade (0,69).

Essas variáveis podem ser interpretadas como fatores que estão relacionados a habilidades socioemocionais como lidar com atividades complexas e desafiadoras, bem como à capacidade de liderar e influenciar outras pessoas. As variáveis que tiveram cargas fatoriais mais altas no fator 2 foram análise de software (0,83), projeto TI (0,82), uso TI controle (0,70) e aprendizagem (0,66).

Essas variáveis podem ser interpretadas como fatores que estão relacionados às áreas do conhecimento denominadas *STEM* (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) habilidade técnica e ao domínio de ferramentas e tecnologias específicas.

Figura 8 (4) Dendrograma da sinergia entre *Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0



Fonte: O autor (2023)

Portanto, os resultados indicam que as habilidades e competências avaliadas podem ser agrupadas em dois fatores: um relacionado à habilidade de lidar com situações complexas e liderar pessoas denominada *soft skills* e outro relacionado a habilidades técnica e ao domínio de ferramentas e tecnologias específicas denominado *hard skills*.

Tabela 9: Análise de consistência interna de *Soft*, *Hard skills* e Competências 4.0

Indicador	Alfa de Cronbach
<i>Soft Skills</i>	0.92
<i>Hard Skills</i>	0.86
Competências 4.0	0.93

Fonte: O autor (2023)

Os resultados apresentados se referem aos valores resultantes dos testes de confiabilidade e consistência interna das escalas utilizadas na pesquisa. Para este fim foi calculado o Alfa de Cronbach para os construtos *Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0. O Alfa de Cronbach é uma medida de confiabilidade, que indica a consistência interna dos itens que compõem um determinado construto.

Os resultados obtidos dos três construtos apresentam alto grau de consistência interna. Apresentado valores muito próximos de 1, indicando alta consistência interna dos itens que compõem cada escala.

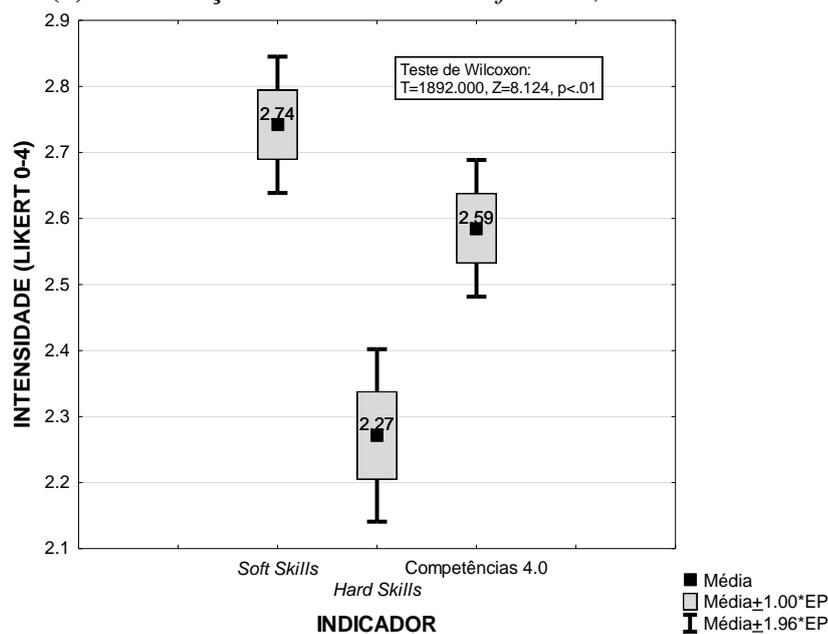
Dessa forma, os resultados sugerem que os indicadores de *Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0 possuem uma alta confiabilidade, ou seja, são medidas precisas e consistentes para avaliar as habilidades e competências dos indivíduos. Esta verificação é necessária para garantir a validade dos resultados obtidos a partir da aplicação desses instrumentos de avaliação.

Tabela 10 (4): Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação para Indicadores de *Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0

Indicador	Média	DP	CV
<i>Soft Skills</i>	2.74	0.705	25.7%
<i>Hard Skills</i>	2.27	0.892	39.2%
Competências 4.0	2.59	0.707	27.3%

Fonte: O autor (2023)

Figura 9(4): Distribuição das habilidades *Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0



Fonte: O autor (2023)

Esses dados apresentam as médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) do total de respondentes, considerando os indicadores *Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0. Para os dados apresentados em uma escala que variava de 0 a 4, a média encontrada para *Soft skills* foi de 2,74, para *Hard skills* foi de 2,27 e para *Competências 4.0* foi de 2,59.

Quanto ao desvio padrão, observar-se que a variação foi menor para *Soft skills* (DP = 0,705) em comparação com *Hard skills* (DP = 0,892) e *Competências 4.0* (DP = 0,707). O coeficiente de variação (CV) é uma medida que indica a variabilidade dos dados em relação à média, expressando a variação relativa em percentual. No caso dos dados apresentados, podemos observar que o CV foi menor para *Soft skills* (CV = 25,7%) em comparação com *Hard skills* (CV = 39,2%) e *Competências 4.0* (CV = 27,3%).

Esses dados podem ser usados para avaliar a consistência interna de cada indicador e para comparar a variabilidade entre eles. Por exemplo, observa-se que as *Soft skills* apresentaram menor variação e variabilidade relativa em relação aos outros indicadores, enquanto as *Hard skills* apresentaram maior variação e variabilidade relativa.

Tabela 11(4): Comparação de Habilidades entre Homens e Mulheres em relação às *Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0

Habilidades	Homens (N=104)		Mulheres (N=75)		Teste Mann-Whitney U (p)
	Média	DP	Média	DP	
<i>Soft Skills</i>	2.72	0.761	2.78	0.622	0.61
<i>Hard Skills</i>	2.36	0.963	2.15	0.770	0.08
Competências 4.0	2.60	0.771	2.57	0.612	0.64

Fonte: O autor (2023)

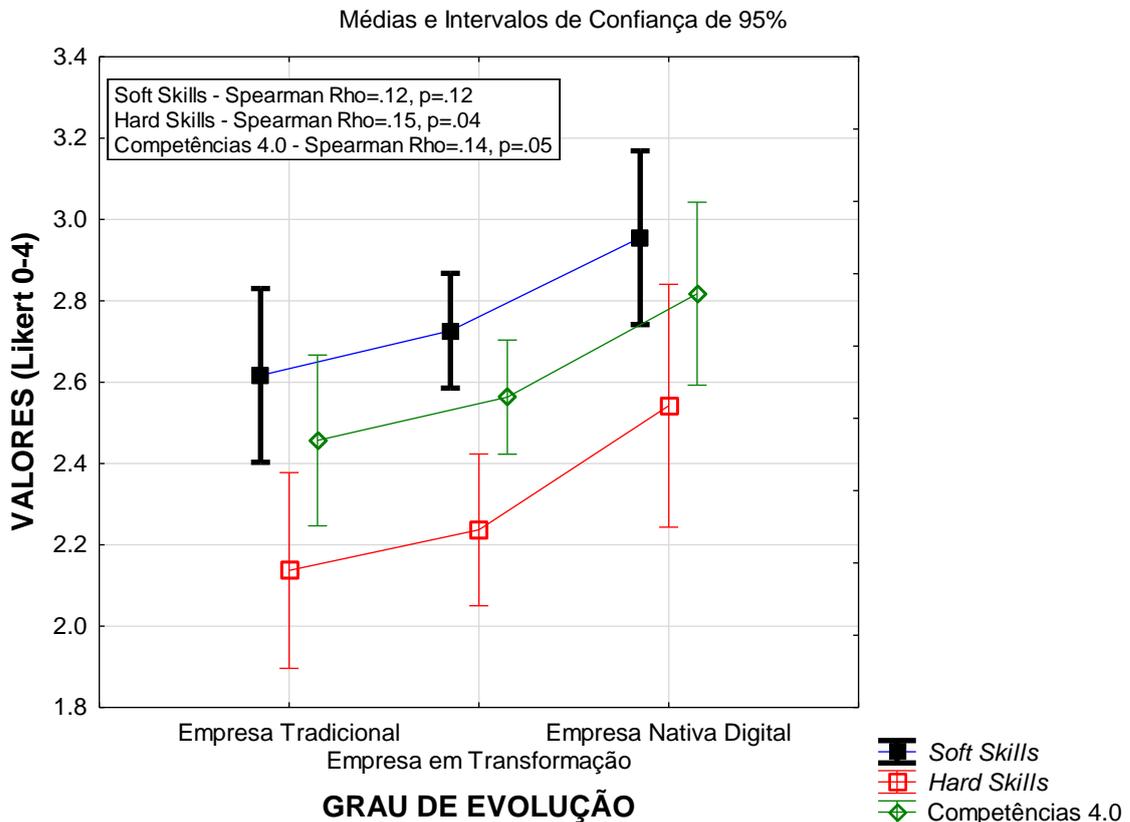
Essa tabela apresenta as médias, desvios-padrão e resultados do Teste Mann-Whitney U para as habilidades (*Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0) em duas amostras: homens (N=104) e mulheres (N=75). Observa-se que, em geral, as médias das habilidades são próximas entre homens e mulheres.

As mulheres apresentam média um pouco maior em *Soft skills* (2.78) do que os homens (2.72), mas a diferença não é estatisticamente significativa (p=0.61). Nas *Hard skills*, os homens apresentam média ligeiramente maior (2.36) e comparação com as mulheres (2.15), com uma diferença não significativa (p=0.08).

No construto competências 4.0, a diferença de média entre homens (2.60) e mulheres (2.57) é ainda menor e não é estatisticamente significativa (p=0.64). Portanto, infere-se que os

resultados do Teste Mann-Whitney U indicam que não há diferenças significativas entre os construtos avaliados em homens e mulheres.

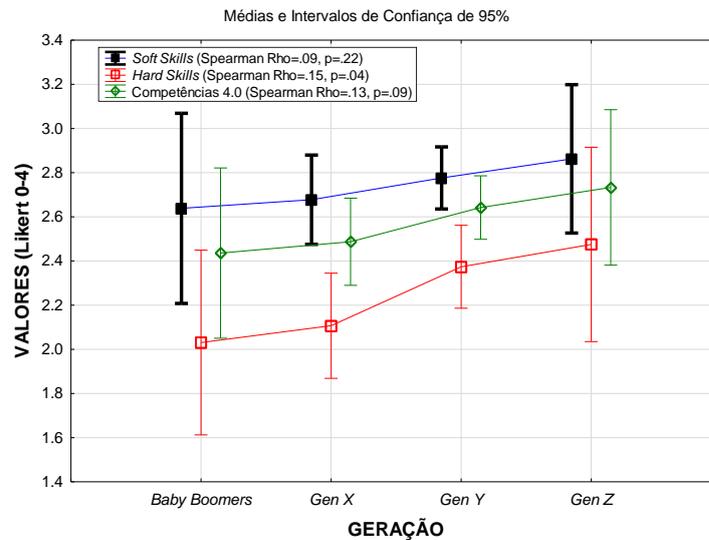
Figura 10 (4) *Soft skills, Hard skills e Competências 4.0* entre grau de evolução das Empresas



Fonte: O autor (2023)

A Tabela 7 apresenta a distribuição do tipo de cargo ocupado pelos participantes da pesquisa em suas respectivas empresas. A tabela mostra que a maioria dos participantes ocupa cargos operacionais (41,3%), seguido por cargos de supervisão ou gerência (27,9%), administrativos (21,8%), diretoria (7,8%) e suporte (1,1%).

Desta forma, compreende-se que a representação significativa de 57,5% dos participantes da pesquisa ocupa posições que envolvem função administrativa e de gestão em seus respectivos níveis organizacionais. E os restantes, 42,5% de indivíduos que ocupam posições operacionais e de suporte. Ambas as distribuições são significativas para a realização do estudo e suas inferências.

Figura 11 (4): Comparativo de *Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0 por geração

Fonte: O autor (2023)

Os resultados apresentados no gráfico X torna possível inferir que as gerações mais jovens possuem as habilidades *hard skills* mais desenvolvidas em comparação com as gerações anteriores. Enquanto não há diferenças significativas nas *soft skills* e competências à Indústria 4.0.

4.2.1 CONDICIONANTES DAS COMPETÊNCIAS 4.0

Tabela 12(4): Correlação entre Níveis de Escolaridade Indicadores de *Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0

Escolaridade	Soft Skills		Hard Skills		Competências 4.0	
	Rho	p	Rho	p	Rho	p
Exatas e Tecnologias	0.04	0.64	0.35	<.01	0.17	0.02
Biológicas e Saúde	0.07	0.37	0.07	0.36	0.09	0.25
Sociais e Humanas	0.17	0.02	-0.16	0.03	0.04	0.56
Outras Áreas	0.04	0.63	0.06	0.41	0.05	0.48
Geral	0.36	<.01	0.27	<.01	0.35	<.01

Fonte: O autor (2023)

Esta tabela apresenta as análises de correlação entre a escolaridade e as habilidades dos profissionais em relação às *soft skills*, *hard skills* e competências 4.0. Para isso, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson.

Os resultados indicaram que profissionais com formação em Exatas e Tecnologias apresentaram uma correlação positiva moderada com as *hard skills* ($r = 0.35$, $p < 0.01$) e competências 4.0 ($r = 0.17$, $p < 0.05$), mas não com as *soft skills* ($r = 0.04$, $p > 0.05$). Já

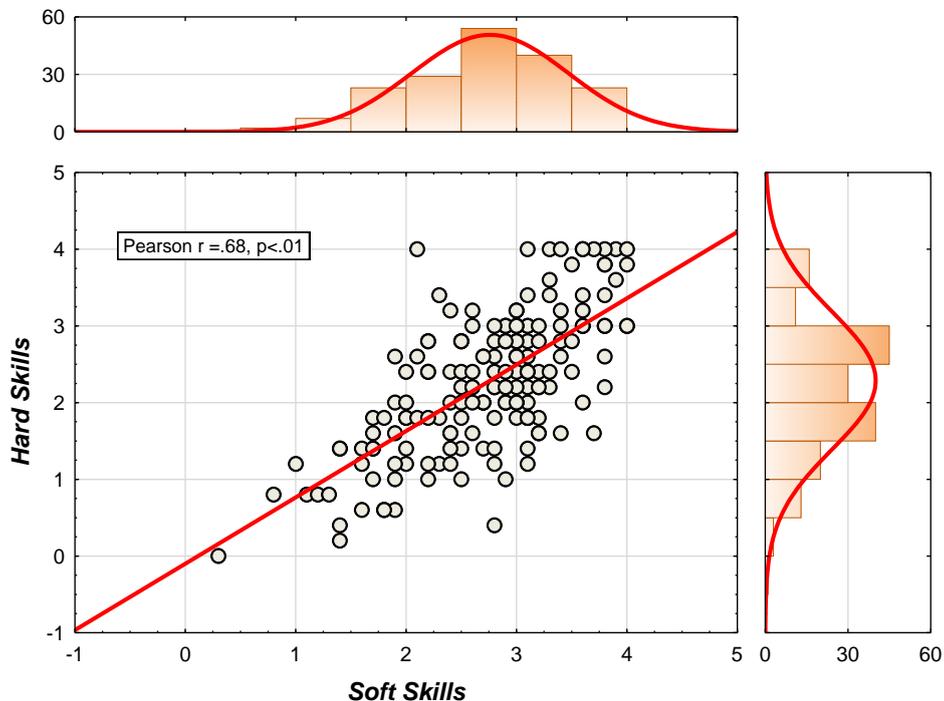
profissionais com formação em Sociais e Humanas apresentaram uma correlação positiva moderada com as *soft skills* ($r = 0.17$, $p < 0.05$), mas uma correlação negativa moderada com as *hard skills* ($r = -0.16$, $p < 0.05$) e uma correlação não significativa com as competências 4.0 ($r = 0.04$, $p > 0.05$).

Os profissionais com formação em outras áreas e em Biológicas e Saúde não apresentaram correlação significativa com as habilidades avaliadas. Por fim, o grupo geral (incluindo todas as áreas de formação) apresentou uma correlação positiva forte com as *soft skills* ($r = 0.36$, $p < 0.01$) e competências 4.0 ($r = 0.35$, $p < 0.01$) e uma correlação positiva moderada com as *hard skills* ($r = 0.27$, $p < 0.01$).

4.3 APRENDIZAGEM 4.0

Nesta sessão serão demonstradas as inferências que suportam o construto Aprendizagem 4.0 e os resultados dos testes das hipóteses formuladas.

Figura 12 (4): Análise de correlação de Pearson positiva entre *Hard skills* e *Soft skills*



Fonte: O autor (2023)

No gráfico 10, é apresentada a curva de normalidade das variáveis em estudo. Com base nessa distribuição normal, foi empregada a técnica de correlação de Pearson para verificar a relação mútua entre as variáveis *hard skills* e *soft skills*. A análise da distribuição

de frequências apresentada no gráfico e do grau de proximidade dos pontos em relação à linha de regressão indica uma forte correlação mútua entre *hard skills* e *soft skills*.

Tabela 13 (4) :Análise de correlação entre treinamento e desenvolvimento e *STEM*

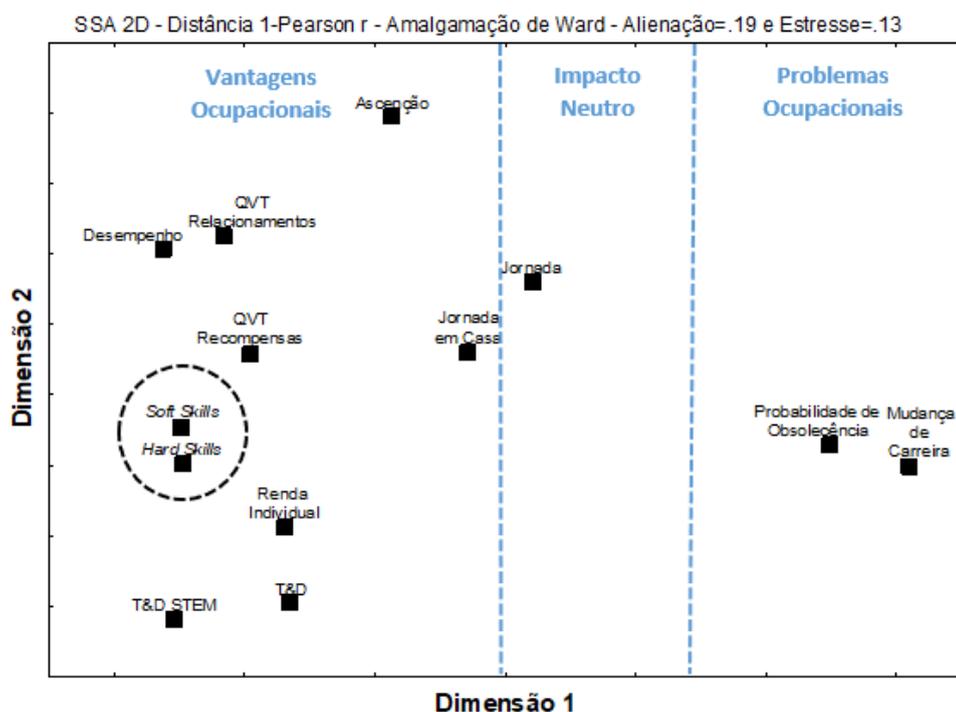
Habilidades	T&D		Conteúdos STEM	
	Rho	p	Rho	p
<i>Soft Skills</i>	0.33	<.01	0.23	<.01
<i>Hard Skills</i>	0.42	<.01	0.41	<.01
Competências 4.0	0.40	<.01	0.34	<.01

Fonte: O autor (2023)

Foi realizada o teste de Pearson para avaliar a relação entre as habilidades (*soft skills*, *hard skills* e competências 4.0) e duas variáveis: T&D (treinamento e desenvolvimento) e Conteúdos *STEM* (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

Os resultados indicam que a variável T&D apresenta correlação positiva significativa com as habilidades avaliadas: *Soft skills* (rho=0.33, p<0.01), *Hard skills* (rho=0.42, p<0.01) e Competências 4.0 (rho=0.40, p<0.01). Da mesma forma, a variável Conteúdos *STEM* também apresentou correlação positiva significativa com as habilidades avaliadas: *Soft skills* (rho=0.23, p<0.01), *Hard skills* (rho=0.41, p<0.01) e Competências 4.0 (rho=0.34, p<0.01).

Figura 13 (4): SSA do impacto das *Soft skills* e *Hard skills* na carreira



Fonte: O autor (2023)

Uma Análise de Componentes Principais Simples (SSA) é uma técnica estatística que visa identificar a estrutura interna dos dados, permitindo reduzir sua complexidade. Nesse caso, a SSA foi utilizada para analisar o impacto das *Soft skills* e *Hard skills* na carreira, considerando variáveis relacionadas a vantagens ocupacionais, jornada de trabalho e problemas ocupacionais. Os resultados da análise mostraram que as variáveis relacionadas a vantagens ocupacionais, como salário e promoções, estão positivamente correlacionadas com as *Soft skills* e *Hard skills*, indicando que essas habilidades podem trazer benefícios para a carreira profissional. Por outro lado, a jornada de trabalho não apresentou uma correlação significativa com as habilidades analisadas, sugerindo que a carga horária de trabalho não é um fator determinante para o desenvolvimento de *Soft skills* e *Hard skills*.

Por fim, os resultados mostraram que as variáveis relacionadas a problemas ocupacionais, como obsolescência do trabalho e mudança de carreira, apresentaram correlação negativa com as *Soft skills* e *Hard skills*, indicando que o desenvolvimento dessas habilidades pode ajudar a reduzir os efeitos desses problemas na carreira profissional. Em outras palavras, as *Soft skills* e *Hard skills* podem ser consideradas ferramentas importantes para enfrentar as transformações do mercado de trabalho e minimizar os impactos negativos na carreira.

Tabela 14(4): Correlações entre Habilidades e Indicadores de Desempenho e Qualidade de Vida no Trabalho

Habilidades	<i>Soft Skills</i>		<i>Hard Skills</i>		Competências 4.0	
	Rho	p	Rho	p	Rho	p
Desempenho	0.30	<.01	0.18	0.02	0.27	<.01
Mudança de Carreira	-0.25	<.01	-0.25	<.01	-0.26	<.01
Probabilidade de Obsolescência	-0.21	0.01	-0.20	0.01	-0.21	<.01
Nível do Cargo	0.36	<.01	0.26	<.01	0.36	<.01
Renda Individual	0.17	0.03	0.27	<.01	0.22	<.01
Ascensão	0.24	<.01	0.18	0.02	0.24	<.01
QVT Recompensas	0.29	<.01	0.24	<.01	0.29	<.01
QVT Relacionamentos	0.29	<.01	0.21	<.01	0.28	<.01
Jornada	0.03	0.66	-0.05	0.50	-0.01	0.90
Jornada em Casa	0.18	0.02	0.23	<.01	0.21	<.01

Fonte: O autor (2023)

*Ascensão = (Nível do Cargo * Renda Individual) / Tempo na Empresa

**QVT Recompensas = Média de satisfação c/ Geral, Salário, Tarefas, Avaliação Perspectivas

***QVT Relacionamentos = Média de satisfação c/ Chefia, Subordinados e Colegas

A tabela X apresenta os resultados de uma análise de correlação de Pearson entre os construtos *Soft skills*, *Hard skills* e Competências 4.0 e vários aspectos relacionados à carreira.

Foi verificado que as *Soft skills* e *Hard skills* têm uma correlação positiva e significativa com o desempenho ($r=0.30$ e $p<0.01$ para *Soft skills*, $r=0.18$ e $p=0.02$ para *Hard skills*, $r=0.27$ e $p<0.01$ para Competências 4.0) e o nível do cargo ($r=0.36$ e $p<0.01$ para os três construtos), além da qualidade de vida no trabalho em termos de recompensas ($r=0.29$ e $p<0.01$ para os três construtos) e relacionamentos ($r=0.29$ e $p<0.01$ para os três construtos).

Por outro lado, foi observada uma correlação negativa e significativa entre os construtos e a mudança de carreira ($r=-0.25$ e $p<0.01$ para *Soft skills*, $r=-0.25$ e $p<0.01$ para *Hard skills*, $r=-0.26$ e $p<0.01$ para Competências 4.0) e a probabilidade de obsolescência do trabalho ($r=-0.21$ e $p=0.01$ para *Soft skills*, $r=-0.20$ e $p=0.01$ para *Hard skills*, $r=-0.21$ e $p<0.01$ para Competências 4.0).

Em relação à jornada de trabalho, foi observado que ela tem um impacto neutro nas habilidades, com correlação não significativa ($r=0.03$ e $p=0.66$ para *Soft skills*, $r=-0.05$ e $p=0.50$ para *Hard skills*, $r=-0.01$ e $p=0.90$ para Competências 4.0), enquanto a jornada em casa apresentou uma correlação positiva e significativa com as habilidades ($r=0.18$ e $p=0.02$ para *Soft skills*, $r=0.23$ e $p<0.01$ para *Hard skills*, $r=0.21$ e $p<0.01$ para Competências 4.0).

A40 vs WEF

Tabela 15: Correlações entre competências 4.0 e Aprendizagem 4.0

		Competências 4.0	Aprendizagem 4.0
Competências 4.0	Correlação de Pearson	1	,746**
	Sig. (2 extremidades)		,000
	N	179	179
Aprendizagem 4.0	Correlação de Pearson	,746**	1
	Sig. (2 extremidades)	,000	
	N	179	179

Fonte: o autor (2023)

A tabela 15 apresenta as correlações entre os construtos Aprendizagem 4.0 e competências 4.0, usando o coeficiente de correlação de Spearman. O coeficiente de correlação de Spearman é uma medida não paramétrica de correlação que avalia a relação

entre duas variáveis ordinais ou intervalares. Ele varia de -1 a 1, onde -1 indica uma correlação negativa perfeita, 0 indica nenhuma correlação e 1 indica uma correlação positiva perfeita.

A correlação entre Aprendizagem 4.0 e competências 4.0 é significativa e positiva, com um coeficiente de correlação de 0,755** (duas estrelas significam um nível de significância de 0,01). Isso significa que, em geral, quando o score de Aprendizagem 4.0 aumentar o valor de competências 4.0 também tendem a aumentar. Além disso, foi verificado que o tamanho da amostra para ambas as variáveis é a correlação é significativa em ambos os sentidos.

A significância estatística indica que a relação observada entre as variáveis não é devida ao acaso, mas sim uma relação real e consistente. No entanto, ressalta-se que correlação em estudos observacionais, não podem ser tidas como causais. Sendo necessárias mais investigações são necessárias para entender a natureza dessa relação.

5 DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta uma análise aprofundada dos resultados obtidos na pesquisa, contextualizando-os com a base teórica relevante e fornecendo argumentos complementares apoiados por evidências científicas recentes, incluindo artigos e estudos relacionados aos achados deste trabalho. O objetivo é ampliar a compreensão dos resultados e estabelecer uma discussão mais abrangente e fundamentada.

No entanto, é necessário pontuar que devido à complexidade e multidisciplinariedade da temática, as análises realizadas não têm por objetivo esgotar o assunto. Mas demonstrar implicações práticas e teóricas dos achados orientados pelos objetivos traçados para a pesquisa.

5.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

Esta seção é dedicada à discussão das características sociodemográficas e laborais dos respondentes, para melhor compreensão das correlações estabelecidas nos testes estatísticos realizados. Os resultados encontrados apontam, que dos 179 respondentes, 75 (41,9%) são do gênero feminino e 104 (58,1%) do gênero masculino. Essa divisão de gênero está equilibrada, reduzindo possíveis vieses e permitindo uma melhor compreensão das diferenças e semelhanças entre os gêneros no contexto estudado (Creswell & Creswell, 2017; Flick, 2018). Não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos quanto às competências 4.0 e *soft skills*, embora tenha havido uma vantagem marginalmente significativa para os homens em relação às *hard skills*.

A consideração das diferenças de gênero também permite uma análise mais aprofundada de como certos fatores ou variáveis podem afetar cada gênero de maneira distinta, fornecendo insights valiosos para a pesquisa (Creswell & Creswell, 2017).

Quanto à idade, a amostra foi analisada por faixas etárias e gerações: baby boomers (nascidos entre 1946 e 1964), geração X (entre 1965 e 1980), Y (entre 1981 e 1996) e Z (entre 1997 e 2012) (Dimock, 2019). Considerando que essas gerações foram educadas e atuaram profissionalmente em contextos nos quais a tecnologia exercia papéis distintos na sociedade, justifica-se a distribuição e análises segmentadas por gerações. Os resultados das

comparações demonstram que a idade se associou positivamente mais as *hard skills*, mas não ao *soft skills*.

Quanto à formação acadêmica, em ciências exatas ou tecnologia, 63,7% dos participantes possuem algum nível de formação nessa área, principalmente em níveis técnico e superior. Sendo uma amostra com alto grau de representatividade, principalmente por indivíduos que detêm conhecimentos em áreas *STEM*.

Em formação em ciências biológicas ou saúde: apenas 13,4% dos participantes têm algum nível de formação nessa área, sendo a maioria em nível técnico. Esta composição de profissionais da área de saúde e biológicas é considerada pequena e por esta razão, as análises específicas dos indivíduos dessas áreas não apresentam grau elevado de confiabilidade, sendo está uma das limitações da pesquisa.

Nas áreas de ciências sociais ou humanas, 55,3% dos participantes possuem algum nível de formação nessa área, com a maior parte concentrada em nível superior e especialização.

Formação em outras áreas que não as anteriores representaram 24,0% dos participantes em algum nível de formação em áreas distintas das mencionadas acima, sendo a maioria em nível técnico. Essa distribuição é a amostra possui uma variedade de formações, com destaque para as áreas de ciências exatas ou tecnologia e ciências sociais ou humanas. A maior presença de formação em ciências exatas ou tecnologia sugere que os participantes podem ter maior familiaridade com as competências 4.0, uma vez que essas áreas costumam estar mais relacionadas com o desenvolvimento de habilidades técnicas e digitais.

Por outro lado, a formação em ciências sociais ou humanas também pode contribuir para o desenvolvimento das competências 4.0, especialmente no que diz respeito às habilidades interpessoais e de comunicação, que são elementos-chave das *soft skills*.

É importante destacar que os indivíduos que compõem a amostra podem ter formações em múltiplas áreas e em diferentes níveis de especialização, integrando a amostra em mais de uma área.

A maior escolaridade em geral associou-se à maiores *soft* e *hard skills*. Corroborando com o resultado apontado por Gurjanov et. al (2020). As áreas de exatas & tecnologia ligaram-se mais a *hard skills* (Firdaus & Rahayu,2019). E as sociais e humanas correlacionaram-se positivamente com os *soft skills* (Noah & Aziz,2020), mas negativamente com os *hard skills*, não havendo qualquer relação com biológicas e saúde ou outras áreas.

Quanto aos cargos ocupados pelos participantes, estão distribuídos em suporte 1,1%, operacional 41,3%, administrativo 21,8%, supervisão ou gerência 27,9% e diretoria 7,8%. A

distribuição mostra que a maioria dos participantes ocupa cargos operacionais e de gestão, com 57,5% em cargos administrativos, de supervisão ou gerência e diretoria.

Esses cargos geralmente envolvem responsabilidades que exigem habilidades de comunicação, liderança e tomada de decisão, que são componentes importantes das competências 4.0. Por outro lado, 42,5% dos participantes estão em cargos operacionais e de suporte, que também podem estar relacionados às competências 4.0, principalmente no que diz respeito às habilidades técnicas e digitais necessárias para desempenhar suas funções de forma eficiente.

Os resultados também demonstram que o engajamento de indivíduos com atividades de treinamento e desenvolvimento possui correlação com maior grau de domínio de *soft* e *hard skills*, com maior impacto de treinamentos em áreas *STEM* e nas *hard skills*.

Os respondentes foram divididos por características de suas empresas, considerando empresas tradicionais (que são pouco influenciadas por tecnologia), empresas em processos de transição tecnológica e empresas nativas digitais. Foi verificado que, quanto maior o grau de evolução da empresa, maior a tendência a dominar *hard skills*. Especificamente, quanto a empresas públicas e privadas, não foram encontradas diferenças significativas em termos de desenvolvimento de competências 4.0.

5.2 COMPETÊNCIAS 4.0

Competências 4.0 é em geral o termo associado as habilidades, competências e aptidões relacionadas ao trabalho no contexto da quarta revolução industrial (Poszytek, 2021). Neste trabalho após a realização de análises fatoriais, foi verificado que as 15 competências avaliadas, se agrupam em habilidades relacionadas com capacidades socioemocionais denominadas *soft skills* composta por 10 competências e as demais fundamentadas em tecnologia denominada *hard skills*, composta por 5 competências.

Portanto, o conceito de competência 4.0 neste estudo é definido como um conjunto de competências socioemocionais e tecnológicas que capacitam profissionais a atuarem com alta performance no contexto da quarta revolução industrial.

5.2.1 AS SOFT SKILLS

As *soft skills* são competências interpessoais, comportamentais e de comunicação que auxiliam os indivíduos na interação efetiva com os outros e a lidar com situações complexas e

desafiadoras no ambiente de trabalho (Qizi,2020).

Os resultados dos testes correlacionais apontaram com alto grau de significância que os indivíduos que possuem altos *scores* em *soft skills*, têm maior probabilidade de desenvolver as competências 4.0.

Para fins de melhor compreensão da natureza das *soft skills*, as 10 competências podem ser subdivididas em quatro grupos conceituais. Agrupados por característica e proximidade conceitual. O primeiro grupo está relacionado às habilidades de interação com clientes, envolvendo a capacidade de se comunicação eficaz e orientação para o serviço.

O segundo concentra-se nas habilidades humanas necessárias para analisar, estruturar e propor soluções para problemas complexos e não estruturados. Requerendo pensamento crítico, raciocínio lógico e a capacidade de trabalhar em equipe na busca por soluções eficazes e inovadoras.

O terceiro grupo aborda as aptidões humanas relacionadas à socialização e regulação emocional. Incluindo aspectos como resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade.

O quarto grupo engloba habilidades de liderança, negociação e persuasão, criatividade, originalidade e iniciativa.

Adicionalmente, a partir dos resultados das inferências estatísticas foram construídas hipóteses que podem nortear futuros estudos, especificamente sobre o papel das *soft skills* (aprendizagem) no desenvolvimento de competências baseadas em *soft skills*.

Quadro 5 (5): A influência das *soft skills* nas competências 4.0

Competências 4.0 (<i>Soft skills</i>)	Influência das <i>Soft skills</i> (aprendizagem)
Solução de problemas complexos	Comunicação, colaboração, criatividade e pensamento crítico auxiliam a solução de problemas complexos de forma eficiente e eficaz
Pensamento crítico e análise	<i>Soft skills</i> potencializam as competências de análise e pensamento crítico em atividades profissionais
Criatividade, originalidade e iniciativa	<i>Soft skills</i> podem promover a capacidade de gerar ideias únicas e tomar a iniciativa para implementá-las
Liderança e influência social	<i>Soft skills</i> como comunicação e empatia são fundamentais para liderar e motivar equipes

Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade	<i>Soft skills</i> podem auxiliar no enfrentamento de situações desafiadoras e na adaptação às mudanças
Raciocínio, resolução de problemas e ideação	<i>Soft skills</i> auxiliam no desenvolvimento do raciocínio lógico e na tomada de decisões
Inteligência emocional	<i>Soft skills</i> podem auxiliar na compreensão e gerenciamento das emoções, tanto pessoais quanto dos outros
Solução de problemas e experiência do usuário	<i>Soft skills</i> podem auxiliar no projeto de produtos e serviços centrados no usuário
Orientação de serviço	<i>Soft skills</i> como empatia e comunicação são importantes no atendimento das necessidades dos clientes
Persuasão e Negociação	<i>Soft skills</i> podem auxiliar no processo de soluções mutuamente benéficas

Fonte: O autor (2023)

5.2.2 AS HARD SKILLS

As *Hard skills* são habilidades técnicas e específicas adquiridas através de treinamento, educação e experiência prática, que são facilmente mensuráveis e diretamente aplicáveis a uma determinada função ou área de atuação (Hocking,2019). Elas envolvem o conhecimento e domínio de ferramentas, tecnologias, metodologias e conceitos específicos de uma área profissional. As *hard skills* estão relacionadas a inteligência sólida, que se refere à capacidade cognitiva de um indivíduo, como raciocínio lógico, habilidades matemáticas, memória e habilidades de aprendizagem (Litvinova et al,2020).

Neste estudo, foi verificado que as *hard skills* possuem correlação com *soft skills* e com as competências 4.0. No entanto, o efeito das *hard skills* é mais significativo em competências que exigem conhecimento em áreas *STEM*. Principalmente em áreas de análise de dados e utilização de softwares de monitoramento.

As *hard skills* estão diretamente relacionadas com as tecnologias que compõem a Indústria 4.0, como IoT, *Big Data*, inteligência artificial e as tecnológicas smart das indústrias e correlatas (Malgikar & Shitole,2022). E também desempenham um papel essencial no desenvolvimento das competências profissionais. Neste estudo foi identificado que das 15 competências avaliadas 5 apresentam maior correlação com as *hard skills*.

A aprendizagem ativa e as estratégias de aprendizagem são diretamente impactadas pelas *hard skills* (Jesionkowska, Wild & Deval,2020), mediadas pelo acúmulo de conhecimentos técnicos e especializados. Permitindo maior maturidade ao lidar com situações complexas e aplicação de competências em situações reais. Neste mesmo raciocínio, as competências de pensamento analítico e inovação são atribuídas a presença de *hard skills* bem desenvolvidas no indivíduo (Putra et. al,2020).

As competências de monitoramento e controle de tecnologia, programação, projetos e análise são todas relacionadas à tecnologia. E naturalmente os conhecimentos de áreas *STEM* que compõem as *hard skills* do estudo, agregam significativamente no desenvolvimento destas competências.

No desenvolvimento de competências profissionais no cenário da Indústria 4.0, as *hard skills*, adquiridas por meio de conhecimentos em áreas relacionadas à tecnologia, compõem uma base técnica para os profissionais.

Conforme apontado por Moura (2022), as *soft skills* também possuem um papel no desenvolvimento das competências técnicas e socioemocionais dos indivíduos. Neste estudo específico, foram identificadas correlações que reforçam a importância dessa interação entre *hard skills* e *soft skills*, demonstrando como ambas são fundamentais para a formação de profissionais capacitados e adaptados às demandas da Indústria 4.0.

A partir das inferências é possível construir hipóteses sobre a influência das *hard skills* (conhecimento) no desenvolvimento de competências 4.0 baseadas em *hard skills*.

Quadro 6 (5): A influência das *hard skills* na mediação das competências 4.0

Competências 4.0 (<i>Hard skills</i>)	Influência das <i>Hard skills</i> (conhecimento)
Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem	Estimulam a autoaprendizagem e adaptação a diferentes abordagens de ensino
Pensamento analítico e inovação	Facilitam a identificação de soluções criativas e eficientes para problemas complexos
Uso de tecnologia, monitoramento e controle	Permitem o acompanhamento e ajuste de processos, além da utilização eficaz de ferramentas
Projeto de tecnologia e programação	Favorecem a criação de soluções tecnológicas personalizadas e otimizadas
Análise e avaliação de sistemas	Auxiliam na identificação de oportunidades de melhoria e otimização de sistemas existentes

Fonte: O autor (2023)

5.2.3 CONDICIONANTES DAS COMPETÊNCIAS 4.0

Os aspectos condicionantes das competências 4.0 podem ser divididos em fatores individuais, fatores educacionais e fatores estruturais, que incluem organizações, acesso a tecnologias e aspectos socioeconômicos (Bongomin et al., 2020). No entanto, este trabalho é orientado em aspectos de aperfeiçoamento do indivíduo. Ao longo desta pesquisa, identificou-se, por meio dos testes de correlação, que os condicionantes da aprendizagem mais relevantes para o desenvolvimento de competências 4.0 são as *soft skills* de aprendizagem, representadas pelos 4Cs da educação (comunicação, colaboração, pensamento crítico e criatividade), e as *hard skills* de aprendizagem (conteúdos centrais), que englobam conceitos das tecnologias 4.0, *STEM* (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) e domínio da língua inglesa.

Esses fatores, quando combinados, auxiliam no processo de Aprendizagem 4.0 e contribuem para o desenvolvimento das competências necessárias para enfrentar os desafios do mercado de trabalho atual. Esta combinação possui influência mútua entre *soft* e *hard skills*.

É importante compreender que as competências 4.0 avaliadas são subdivididas entre *soft* e *hard skills*. No entanto, no contexto de aprendizagem, são analisadas *soft* e *hard skills* distintas, relacionadas ao processo de aprendizagem. Em suma, *soft* e *hard skills* estão presentes no processo de aprendizagem e, posteriormente, se apresentam de forma mais madura e elaborada, relacionada ao desempenho por meio da competência e performance profissional.

5.3 IMPACTO DAS COMPETÊNCIAS 4.0 NA CARREIRA

As análises estatísticas realizadas permitiram concluir que os indivíduos que possuem maior *score* em competências 4.0 tem maior propensão ao sucesso profissional, em termos de desempenho, remuneração, cargo e qualidade de vida no trabalho. Além de proporcionar menor vulnerabilidade a obsolescência de suas profissões e maior adaptabilidade em casos de mudança de carreira.

5.3.1 SUCESSO PROFISSIONAL, SATISFAÇÃO E QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO

O sucesso profissional, a satisfação e a qualidade de vida no trabalho são conceitos inter-relacionados e muito relevantes no contexto atual (Setyaningrum & Ekhsan, 2021) O

sucesso profissional pode ser definido como a conquista de metas e objetivos na carreira, incluindo a ascensão a posições de maior responsabilidade e prestígio, bem como aumento da remuneração.

A satisfação no trabalho refere-se ao contentamento e realização que o indivíduo sente em relação às suas atividades profissionais e ao ambiente de trabalho. Já a qualidade de vida no trabalho engloba aspectos como bem-estar físico e emocional, equilíbrio entre vida pessoal e profissional e oportunidades de crescimento e desenvolvimento na carreira.

O domínio das competências 4.0 pode influenciar positivamente cada uma dessas dimensões. Indivíduos com alto desempenho em competências 4.0 estão mais preparados para enfrentar os desafios do mercado de trabalho, permitindo-lhes alcançar posições de destaque e maior remuneração. Além disso, a capacidade de resolver problemas complexos, adaptar-se a diferentes contextos e trabalhar de forma colaborativa contribui para um melhor desempenho profissional, aumentando as chances de promoções e reconhecimento.

A satisfação no trabalho também pode ser impactada pelo domínio das competências 4.0. Profissionais com essas habilidades tendem a encarar seu trabalho como um processo de aprendizado contínuo e desafiador, o que pode aumentar a motivação e o engajamento. Além disso, a habilidade de se comunicar efetivamente e estabelecer relações interpessoais positivas pode contribuir para a construção de um ambiente de trabalho mais harmonioso e gratificante.

Acerca da qualidade de vida no trabalho, o domínio das competências 4.0 também apresenta vantagens. O desenvolvimento de habilidades como socioemocionais permite ao indivíduo lidar melhor com situações de estresse e conflitos, promovendo um maior equilíbrio emocional. Além disso, profissionais que possuem essas competências tendem a ser mais resilientes e adaptáveis às mudanças, permitindo-lhes enfrentar com mais serenidade os desafios inerentes ao mundo do trabalho.

Assim, é possível observar que sucesso profissional, satisfação e qualidade de vida no trabalho podem coexistir e serem influenciados positivamente pelo domínio das competências 4.0. Portanto, investir no desenvolvimento de competências 4.0 é fundamental para o trabalho e para promoção de carreiras mais gratificantes e equilibradas

5.3.2 MENOR VULNERABILIDADE A OBSOLESCÊNCIA NO TRABALHO E MUDANÇA DE CARREIRA

A importância das competências 4.0 no mercado de trabalho atual está relacionada a diversos fatores. Primeiramente, o avanço tecnológico provoca mudanças aceleradas na

estrutura das organizações, na natureza das profissões e por consequência nas competências demandadas pelo mercado. Nesse cenário, indivíduos com que possuem habilidades socioemocionais alinhados a conhecimentos técnicos aprofundados. Naturalmente, tendem a possuir maior aptidão a mudanças e se manterem relevantes no mercado, reduzindo sua vulnerabilidade a alterações nas demandas por habilidades específicas.

Ademais, ressalta-se que em um contexto de automação e inteligência artificial, muitas tarefas e atividades antes realizadas por seres humanos estão sendo substituídas por máquinas (Maisiri, Darwish, & van Dyk, 2019). Nesse sentido, competências 4.0, por englobar competências em uso e gestão de tecnologias e competências socioemocionais que envolvem habilidades sociais. Afirma-se com base nos próprios conceitos e análises estatísticas estudados durante a realização desta pesquisa, que as competências 4.0 são fatores preditivos ou potencializadores do sucesso e profissional e por consequência das próprias organizações que realizarem os investimentos e implementações corretos em termos de treinamento e desenvolvimento.

Os resultados das análises estatísticas apresentadas nesta tese corroboram a importância das competências 4.0 na redução da vulnerabilidade dos indivíduos diante das mudanças no mercado de trabalho e nas profissões. Esses achados reforçam a necessidade de investimento na formação e desenvolvimento dessas competências, tanto por parte dos indivíduos quanto das instituições de ensino e empresas, como forma de garantir maior resiliência e adaptabilidade aos desafios do mercado de trabalho do século XXI.

5.4 APRENDIZAGEM 4.0

Para atender às demandas do mercado de trabalho em constante evolução, a Aprendizagem 4.0 busca desenvolver habilidades e competências que ultrapassam as habilidades técnicas tradicionais. A abordagem enfatiza o desenvolvimento de *soft skills*, como criatividade, comunicação, colaboração, pensamento crítico e resolução de problemas, além de *hard skills*, como conhecimentos em áreas *STEM*, tecnologia e conceitos relacionados à Indústria 4.0.

As metodologias e abordagens educacionais contemporâneas são fundamentais para o desenvolvimento da Aprendizagem 4.0. A aprendizagem baseada em projetos, por exemplo, incentiva a criação de projetos voltados à solução de problemas reais, levando os alunos a desenvolver habilidades como resolução de problemas e trabalho em equipe (dos Santos, 2021). A aprendizagem colaborativa promove comunicação, troca de experiências e

construção de conhecimento em grupo, desenvolvendo habilidades como colaboração, empatia e comunicação interpessoal (Carneiro, Garcia & Barbosa,2020). O uso de tecnologias educacionais possibilita acesso mais amplo e flexível aos recursos educacionais, além de fomentar a autonomia e independência dos alunos na busca pelo conhecimento (Cassiano, Góes & Neves,2019)

Em resumo, a Aprendizagem 4.0 concentra-se no desenvolvimento de habilidades e competências além das habilidades técnicas tradicionais, e a educação 4.0 é o contexto mais amplo. As metodologias e abordagens da educação 4.0 encorajam o trabalho em equipe, comunicação, criatividade, inovação e resolução de problemas, fundamentais para o sucesso na carreira profissional e adaptação às mudanças constantes no mercado de trabalho.

5.4.1 A APRENDIZAGEM 4.0 NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS E SUAS IMPLICAÇÕES

A Aprendizagem 4.0 emerge como resposta à necessidade de adaptação dos indivíduos e dos ambientes de ensino às mudanças causadas pela transformação digital e Indústria 4.0 (Klopp & Abke,2018). No entanto, este termo muitas vezes é adotado de forma genérica, não havendo consenso sobre sua definição. Porém, em geral são abordados aspectos como tecnologias na educação, aprendizagem personalizada e ensino a distância (Klopp & Abke,2018).

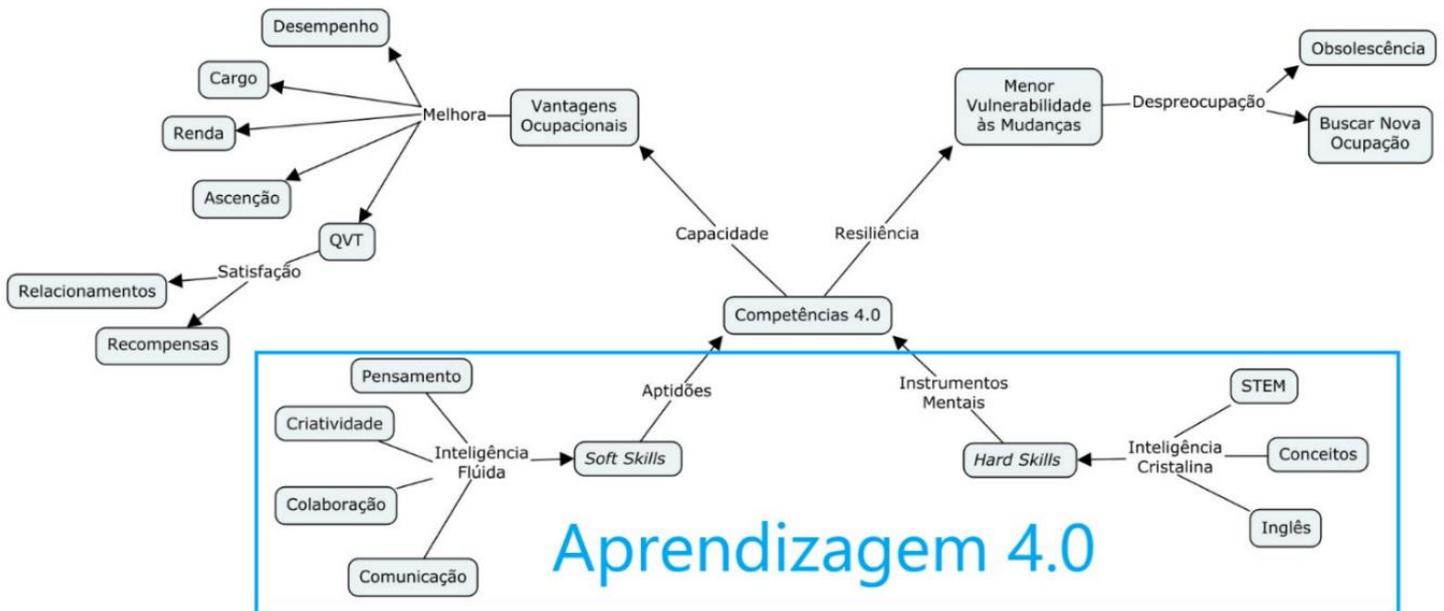
Contudo, com o resultado das análises realizadas nesta pesquisa. Define-se a Aprendizagem 4.0 como abordagem que une habilidades como criatividade, pensamento crítico, colaboração, comunicação, conhecimentos em áreas *STEM*, domínio do inglês e familiaridade com tecnologias e conceitos da Indústria 4.0, visando desenvolver competências profissionais exigidas no contexto da Indústria 4.0.

O desenvolvimento individual da Aprendizagem 4.0 traz implicações significativas para empresas, profissionais e o mercado de trabalho. Sob a ótica individual, os profissionais que buscarem aprimorar suas competências 4.0 tornam-se mais competitivos e adaptáveis às mudanças da quarta revolução industrial.

O mercado de trabalho se beneficia de uma força de trabalho mais qualificada e preparada para desafios futuros. Para fomentar a Aprendizagem 4.0 e o desenvolvimento de competências 4.0, é necessário adotar estratégias que incentivem a aprendizagem ao longo da vida, tanto individualmente quanto organizacionalmente. Isso envolve buscar conhecimento e habilidades por meio de cursos, treinamentos e mentorias.

Em suma, a mediação da Aprendizagem 4.0 no desenvolvimento de competências profissionais é uma oportunidade para se preparar para os desafios da quarta revolução industrial. A educação 4.0, com suas abordagens e metodologias inovadoras, é uma maneira de desenvolver habilidades e competências relevantes e atualizadas para o mercado de trabalho atual.

Figura 14 (5): Framework Aprendizagem 4.0



Fonte: O autor (2023)

Com o avanço das tecnologias e da Indústria 4.0, surgiram novas competências profissionais, tornando-se essenciais para o desempenho e sucesso no mercado de trabalho. A Aprendizagem 4.0 é uma abordagem para desenvolver essas habilidades, abrangendo tanto as chamadas *soft skills* quanto as *hard skills*.

As *soft skills* envolvem habilidades socioemocionais, criatividade e pensamento crítico, permitindo melhor interação social, tomadas de decisão mais assertivas e inovação. As *hard skills* referem-se a conhecimentos sólidos em áreas *STEM* (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática), domínio do inglês e familiaridade com tecnologias e conceitos relacionados à Indústria 4.0. Essas habilidades vitais para o mercado de trabalho atual, pois estão ligadas à transformação digital e às mudanças nas relações de trabalho.

O estudo da Aprendizagem 4.0 demonstra que essas habilidades têm correlação mútua, ou seja, o desenvolvimento de uma aumenta a probabilidade de desenvolver a outra. Além disso, foram identificadas 15 competências profissionais importantes para o mercado de trabalho, divididas em *soft skills* e *hard skills*, essenciais para o desempenho e obtenção de

resultados no trabalho.

No entanto, é crucial destacar que as competências 4.0 estudadas atualmente são um recorte das habilidades em alta no mundo, e a tendência é que sejam atualizadas e substituídas frequentemente (Bughin.2018).

Portanto, é fundamental desenvolver bem as habilidades da Aprendizagem 4.0 e manter o hábito de aprender ao longo da vida, para se adaptar às mudanças no mercado de trabalho. Indivíduos com competências 4.0 bem desenvolvidas tendem a ter vantagens ocupacionais, como melhor qualidade de vida no trabalho, satisfação profissional, relacionamentos mais sólidos e recompensas maiores.

Além disso, têm maior probabilidade de ascensão profissional, cargos mais elevados, desempenho superior e menor vulnerabilidade às mudanças e obsolescência de suas profissões, apresentando um fator de empregabilidade maior.

Assim, a Aprendizagem 4.0 é um conjunto de soft e hard skills que possibilita com que indivíduos desenvolvam as competências essenciais para o atual e futuros mercados de trabalho.

O estudo destaca a importância do aprimoramento e atualização contínuos das habilidades necessárias para a carreira profissional, garantindo melhor desempenho, satisfação e sucesso no trabalho.

Finalmente, apresenta-se um quadro resumo, com os argumentos e inferências do autor acerca da mediação da Aprendizagem 4.0 no desempenho das competências 4.0.

Quadro 7 (5): A Aprendizagem 4.0 e a mediação das competências 4.0

Competências 4.0	Mediação da Aprendizagem 4.0
1. Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizado	Combinar habilidades técnicas e de comunicação para aprendizagem contínua
2. Pensamento analítico e inovação	Integrar técnica, análise, criatividade e empatia para soluções inovadoras
3. Criatividade, originalidade e iniciativa	Unir técnica e criatividade para ideias originais e iniciativas valiosas
4. Liderança	Liderar equipes especializadas com técnica, empatia e comunicação
5. Inteligência Emocional	Usar habilidades técnicas e emocionais para aprimorar atitudes
6. Pensamento crítico	Integrar técnica, análise e pensamento crítico para decisões informadas
7. Resolução de problemas complexos	Abordar problemas complexos com técnica e trabalho em equipe eficaz
8. Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade	Enfrentar adversidades com habilidades técnicas e emocionais
9. Programação	Desenvolver soluções tecnológicas com habilidades de programação e colaboração
10. Orientação aos serviços para o cliente	Entender e atender clientes com técnica e habilidades interpessoais
11. Raciocínio lógico	Solucionar problemas e tomar decisões com raciocínio lógico e técnica
12. Experiência do usuário	Projetar produtos centrados no usuário com técnica e empatia
13. Uso, monitoramento e controle de tecnologias	Garantir uso responsável da tecnologia com técnica e comunicação
14. Análise e avaliação de sistemas	Avaliar e melhorar sistemas com habilidades técnicas e analíticas
15. Persuasão e negociação	Encontrar soluções benéficas e manter relações com habilidades interpessoais e conhecimento técnico

Fonte: o autor (2023)

6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar as plausibilidades do construto Aprendizagem 4.0 e suas correlações com as competências profissionais do contexto da quarta revolução industrial. Após a realização do estudo, o construto foi validado estatisticamente e confirmada a hipótese principal sobre correlação entre Aprendizagem 4.0 e competências 4.0.

Os resultados obtidos fundamentam e validam o construto Aprendizagem 4.0. No entanto, destaca-se que inicialmente esperava-se que o construto fosse composto apenas pelas habilidades de comunicação, colaboração, criatividade e pensamento crítico. Porém, verificou-se que essas variáveis poderiam ser agrupadas como *soft skills* e aliadas ao conjunto de *hard skills*, composto por habilidades de comunicação em inglês, compreensão de conceitos avançados das tecnologias da Indústria 4.0 e domínios de conhecimentos nas áreas *STEM* (ciência, tecnologia, engenharia e matemática).

Em suma, a Aprendizagem 4.0 é um construto mais complexo do que se pensou a priori, constituindo-se da interação de habilidades cognitivas e comportamentais e conhecimentos prévios em áreas *STEM*. E este é o principal achado dessa pesquisa e fator a ser explorado em pesquisas futuras.

Após a validação do construto Aprendizagem 4.0, foram realizadas análises de correlação para verificar se indivíduos que possuem scores mais altos em Aprendizagem 4.0 teriam maior probabilidade de ter maior domínio das competências 4.0. Essas correlações foram verificadas com alto grau de significância e probabilidade. Observou-se que o conjunto de variáveis denominadas *soft skills* apresentou maior correlação com o desenvolvimento de competências socioemocionais e as *hard skills* com competências técnicas e de inovação.

Essas descobertas são relevantes para o desenvolvimento de programas de treinamento e capacitação em ambientes corporativos, uma vez que a Aprendizagem 4.0 pode ser aplicada de forma prática em empresas que buscam maior competitividade e longevidade no mercado.

Ao investir em programas de capacitação, os gestores podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades de seus funcionários e, por consequência, melhorar o desempenho da empresa como um todo.

No âmbito das políticas públicas, é possível elaborar planos educacionais que busquem a adaptação às mudanças trazidas pela quarta revolução industrial. Além disso, as universidades e demais instituições de ensino estão inseridas no cenário irrevogável da

necessidade de adaptação de seus currículos, estratégias de ensino e treinamento de docentes, visando a construção de um ambiente de Aprendizagem 4.0, no qual os alunos sejam postos em contato com ferramentas e direcionamentos para o desenvolvimento pleno de seus conhecimentos e habilidades alinhados com o paradigma da educação 4.0.

Embora a Aprendizagem 4.0 possa, à primeira vista, parecer intrinsecamente ligada ao contexto institucional, é importante sublinhar a sua relevância fundamental para o aprimoramento individualizado. O profissional que compreende e tem plena consciência dos seus níveis de domínio tanto nas habilidades técnicas (hard skills) quanto nas habilidades socioemocionais (soft skills) está, sem dúvida, em uma posição mais favorável para orquestrar de forma mais precisa e efetiva o seu próprio plano de desenvolvimento pessoal e profissional.

Ademais, a importância dos esforços em dominar a Aprendizagem 4.0 e as competências 4.0 se estende além dos limites das instituições, sendo crucial também ao nível individual. Esta capacidade de adaptação, desenvolvida através do domínio dessas habilidades, proporciona uma maior resiliência frente às mudanças incessantes que caracterizam as organizações contemporâneas e o futuro do trabalho, fenômenos estes potencializados pela quarta revolução industrial.

No que concerne às contribuições científicas dos achados da pesquisa, este estudo contribui a priori com áreas como educação, psicologia, administração e tecnologia da informação. Em termos educacionais, as descobertas podem contribuir para o desenvolvimento de currículos e estratégias de ensino que incorporem as habilidades necessárias para a Aprendizagem 4.0, e utilização dos instrumentos validados para avaliação prévia e pós-intervenções educacionais dos discentes.

No campo da psicologia, pode haver impacto no estudo do desenvolvimento de competências socioemocionais e sua relação com o sucesso profissional e a satisfação no trabalho. Na administração, as descobertas podem servir de embasamento para atividades da área de gestão de pessoas, principalmente em treinamento e desenvolvimento e recrutamento e seleção. E na tecnologia da informação e áreas correlatas, as descobertas podem ser aplicadas na construção de soluções tecnológicas que promovam a Aprendizagem 4.0 e a adoção das competências 4.0 pelas organizações, fatores importantes na longevidade das empresas inseridas no contexto 4.0.

Na perspectiva conceitual, é necessário posicionar o conceito de Aprendizagem 4.0 como segmento importante do *lifelong learning*, processo contínuo de aquisição de conhecimentos e habilidades ao longo de toda a vida de um indivíduo.

Em virtude das evidências empíricas acumuladas e do rigor analítico presente neste estudo, postula-se que a Aprendizagem 4.0 emerge como elemento essencial no processo de aquisição e refinamento de competências profissionais, em meio ao cenário dinâmico da quarta revolução industrial. Os dados obtidos ao longo desta pesquisa não apenas fundamentam a importância do construto, como também evidenciam os fatores que norteiam sua influência na aprendizagem profissional.

Por fim, reforça-se a urgência de assimilação deste construto em práticas de formação e desenvolvimento profissional, antecipando as necessidades emergentes de um futuro de trabalho em constante transformação.

6.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A presente pesquisa apresentou limitações no tamanho e composição parcial da amostra, na coleta e análise dos dados. No entanto, nenhuma dessas limitações impediu a realização satisfatória do estudo.

O tamanho da amostra de 179 respondentes foi uma limitação da pesquisa. Esperava-se aproximadamente 380, alcançando-se uma amostra com grau de confiança de 95% e margem de erro de 5%. No entanto, a amostra obtida ainda é considerada probabilística, com grau de confiança de 95% e margem de erro de 7,4%. Embora tenha havido uma diferença significativa no tamanho da amostra, os dados obtidos foram suficientes para a realização de todas as análises de estatística inferencial empregadas.

Ressalta-se que a quantidade de respondentes das áreas de saúde e biológicas foi baixa (13,4%), mas não comprometeu a realização do estudo como um todo. Contudo, é possível que os resultados específicos desta área possam ter sido afetados pela baixa representatividade na amostra, considerando-se uma limitação da pesquisa não significativa.

A coleta de dados enfrentou dificuldades de acesso a indústrias, empresas de tecnologia e profissionais de uma maneira geral. A atenção atualmente é um ativo, configurando-se como a principal causa das dificuldades enfrentadas durante a coleta de dados. O percentual de retorno dos contatos realizados por redes sociais, e-mail e contatos telefônicos foi consideravelmente baixo. E na fase de coletas presenciais, muitas empresas não permitiam que seus funcionários respondessem aos questionários, por motivos desconhecidos. Uma dificuldade adicional enfrentada no processo de coleta de dados foi o tempo médio de resposta ao questionário completo, que variava entre 8 e 12 minutos.

Quanto à construção da fundamentação teórica e dos instrumentos de pesquisa,

verificou-se que a literatura que aborda a temática é atualizada com considerável constância e, em muitos casos, com alterações significativas em modelos e teorias.

Por essa razão, foram realizados recortes teóricos e metodológicos para compor a tese, verificando-se as devidas evidências, fundamentações e impacto na comunidade acadêmica como fatores de seleção. Além disso, houveram limitações quanto às formas de avaliação das competências. Considerando que cada competência é passível de diferentes formas de avaliação, não seria possível integrar as distintas formas na realização da pesquisa, havendo ainda a possibilidade de incompatibilidade teórica e metodológica destas.

Desta forma, para tornar a pesquisa factível em termos de tempo e operacionalização, adotou-se o princípio da autoeficácia na construção das escalas psicométricas, pelo qual o próprio indivíduo atesta sua percepção de domínio de cada competência, neste caso por meio de escalas do tipo Likert. Apesar das limitações apresentadas, os resultados obtidos em termos de construto e instrumentos validados foram satisfatórios.

6.2 Sugestão de trabalhos futuros

Esta pesquisa foi pautada na análise de trabalhadores de maneira geral, dividindo-os por grau de evolução das empresas, variáveis sociodemográficas e laborais. No entanto, trabalhos futuros podem ser conduzidos considerando setores específicos, como agricultura, alimentos e bebidas, automotivo, consumo, comunicações digitais e tecnologia da informação, educação, energia, governo e setor público, saúde, óleo e gás, serviços profissionais e logística. Utilizando-se de designs de pesquisa semelhantes aos adotados neste estudo, incluindo a utilização dos construtos validados e seus respectivos instrumentos de avaliação.

Estudos futuros com recorte longitudinal podem ser realizados com o intuito de examinar evidências de relações causais dos construtos Aprendizagem 4.0, *soft skills*, *hard skills* e competências 4.0.

Além disso, podem ser conduzidas pesquisas experimentais com intervenções de treinamento e desenvolvimento para investigar fatores adicionais como formas de desenvolvimento das competências e fatores estruturais que compõem o ambiente de Aprendizagem 4.0, incluindo competências docentes e de gestão educacional.

Recomenda-se ainda a investigação das formas que organizações têm lidado com as mudanças no mercado e a adoção de inovações tecnológicas e estratégicas em seus negócios.

Além disso, é importante investigar as formas de capacitação de seus funcionários. Seguindo os princípios averiguados neste estudo é necessário que os profissionais tenham

habilidades no uso de tecnologias e possuam competências socioemocionais bem desenvolvidas, para que atue de forma eficaz no uso das tecnologias e ao mesmo tempo saiba lidar com os desafios das novas configurações do trabalho no contexto da Indústria 4.0

Por último, mas não de forma exaustiva, recomenda-se a verificação aprofundada da visão dos líderes, gestores e demais profissionais envolvidos no contexto, para compreender como estão percebendo e lidando com a adoção de inovações tecnológicas no ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

- Akther, J. (2020). Influence of UNESCO in the Development of Lifelong Learning. *OpenJournal of Social Sciences*, 8(3), 103-112.
- Alguliyev, R., Imamverdiyev, Y., & Sukhostat, L. (2018). Cyber-physical systems and their security issues. *Computers in Industry*, 100, 212-223.
- Alliance for Excellent Education. (n.d.). Future Ready Skills. <https://futureready.org/about-the-effort/skills/>
- Azadi, M., Moghaddas, Z., Cheng, T. C. E., & Farzipoor Saen, R. (2021). Assessing the sustainability of cloud computing service providers for Industry 4.0: A state-of-the-art analytical approach. *International Journal of Production Research*, 1-18.
- Balázs, F. (2019). Aspects of improving 21st century skills in tertiary education: cognitive flexibility and complex problem solving. Bocz Zsuzsanna és Besznyák Rita (szerk.), *Porta Língua*, 19-27.
- Banco Mundial. (2023). Indicadores de Desenvolvimento Mundial. <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=world-development-indicators>
- Bartelmebs, R. C. (2012). Resenhando as estruturas das revoluções científicas de Thomas Kuhn.
- Bartodziej, C. J. (2017). The concept industry 4.0. In *The concept industry 4.0* (pp. 27-50). Springer Gabler, Wiesbaden.
- Battelle for Kids. (n.d.). Partnership for 21st Century Learning (P21). Retrieved April 10, 2023, from <https://www.battelleforkids.org/networks/p21>
- Benavides, L. M. C., Tamayo Arias, J. A., Arango Serna, M. D., Branch Bedoya, J. W., Burgos, D. (2020). Digital transformation in higher education institutions: A systematic literature review. *Sensors*, 20(11), 3291.
- Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2020). Industry 4.0 innovation ecosystems: An

- evolutionary perspective on value cocreation. *International Journal of Production Economics*, 228, 107735.
- Benitez, G. B., Ferreira-Lima, M., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2021). Industry 4.0 technology provision: the moderating role of supply chain partners to support technology providers. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Bergera, C., Heesa, A., Braunreuthera, S., & Reinharta, G. (2016). Characterization of cyber-physical sensor systems. *Manufacturing System*, 41, 638–64
- Bhaskar, R. (2008). *A Realist Theory of Science*. London: Routledge.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 17-66). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
- Bogomin, O., Gilibrays Ocen, G., Oyondi Nganyi, E., Musinguzi, A., & Omara, T. (2020). Exponential disruptive technologies and the required skills of industry 4.0. *Journal of Engineering*, 2020, 1-17.
- Bonilla, S. H., Silva, H. R., Terra da Silva, M., Franco Gonçalves, R., & Sacomano, J. B. (2018). Industry 4.0 and sustainability implications: A scenario-based analysis of the impacts and challenges. *Sustainability*, 10(10), 3740.
- Brasil, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; Ministério da Economia (2019). *Plano de Ação da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 do Brasil 2019-2022*. Brasília, Set 2019.
- Breviário, Á. G. (2021). *Os Três Pilares da Metodologia da Pesquisa Científica: O Estado da Arte*. Editora Appris.
- Buck Institute for Education. (n.d.). What is PBL? <https://www.pblworks.org/what-is-pbl>
- Bueno, A., Godinho Filho, M., & Frank, A. G. (2020). Smart production planning and

- controlling the industry 4.0 context: A *systematic* literature review. *Computers & industrial engineering*, 149, 106774.
- Bughin, J., Hazan, E., Lund, S., Dahlström, P., Wiesinger, A., & Subramaniam, A. (2018). *Skill shift: Automation and the future of the workforce*. McKinsey Global Institute, 1, 3-84.
- Carneiro, Garcia & Barbosa (2020). Uma revisão sobre aprendizagem colaborativa mediada por tecnologias. *Desafios-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 7(2), 52-62.
- Cassiano, G., Góes, C. B., & Neves, B. C. (2019). As tecnologias digitais no contexto educacional para a autonomia dos sujeitos. *Revista Fontes Documentais*, 2(3), 43-58.
- Chasanah, A. N. (2019). Cognitive Growth Learning Model to Improve the Students' Critical Thinking Skills. *JRAMath Edu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 4(2), 112-123.
- Confederação Nacional da Indústria. (2020). *A difusão das tecnologias da indústria 4.0 em empresas brasileiras*. Brasília: CNI.
- Corley, K. G., & Gioia, D. A. (2011). Building theory about theory building: what constitutes a theoretical contribution? *Academy of management review*, 36(1), 12-32.
- Cremer, F., Sheehan, B., Fortmann, M., Kia, A. N., Mullins, M., Murphy, F., & Materne, S. (2022). Cyber risk and cybersecurity: A *systematic* review of data availability. *The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*, 47(3), 698-736.
- Creswell, J. W. (2015). Revisiting mixed methods and advancing scientific practices. In *The Oxford handbook of multimethod and mixed methods research inquiry*.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approach* (5th ed.). SAGE Publications.
- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G., & Sartor, M. (2020). Behind the definition of Industry

- 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*, 226, 107617.
- Da Silva, L. B. P., Soltovski, R., Pontes, J., Treinta, F. T., Leitão, P., Mosconi, E., ... & Yoshino, R. T. (2022). Human resources management 4.0: Literature review and trends. *Computers & Industrial Engineering*, 108111.
- Dantas, T. E., De-Souza, E. D., Destro, I. R., Hammes, G., Rodriguez, C. M. T., & Soares, S. R. (2021). How the combination of Circular Economy and Industry 4.0 can contribute towards achieving the Sustainable Development Goals. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 213-227.
- de Andrade Carneiro, L., Garcia, L. G., & Barbosa, G. V. (2020). Uma revisão sobre aprendizagem colaborativa mediada por tecnologias. *Desafios-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 7(2), 52-62.
- Deloitte, A. G. (2015). Industry 4.0 challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. McKinsey Global Institute, 13, 1-16.
- Dewey, J. (2012). *The Public and its Problems*. Athens, OH: Ohio University Press.
- Dimock, M. (2019). Defining generations: Where Millennials end, and Generation Z begins. Pew Research Center. Retrieved from <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/01/17/where-millennials-end-and-generation-z-begins/>.
- Ding, Y., Jin, M., Li, S., & Feng, D. (2021). Smart logistics based on the internet of Things technology: an overview. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(4), 323-345.
- dos Santos, A. C. M. Z. (2021). Contribuições da Aprendizagem baseada em Projetos: análise da utilização do método em disciplina do Curso de Administração. *Percursos de inovação pedagógica: ensaios investigativos da prática docente*.
- Filgueiras, V. A., & Pedreira, S. C. (2019). Trabalho descartável: as mudanças nas formas de

- contratação introduzidas pelas reformas trabalhistas no mundo. *Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades*, (248), 578-607.
- Firdaus, A. R., & Rahayu, G. D. S. (2019, August). Effect of *STEM*-Based Learning on the Cognitive Skills Improvement. In Elementary School Forum (Mimbar Sekolah Dasar) (Vol. 6, No. 2, pp. 198-207). Indonesia University of Education. Jl. Mayor Abdurachman No. 211, Sumedang, Jawa Barat, 45322, Indonesia. Web site: <https://ejournal.upi.edu/index.php/mimbar/index>.
- Flick, U. (2018). An introduction to qualitative research (6th ed.). SAGE Publications.
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.
- Frank, A. G., Mendes, G. H., Ayala, N. F., & Ghezzi, A. (2019). Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 141, 341-351
- Frederico, G. F., Garza-Reyes, J. A., Anosike, A., & Kumar, V. (2019). Supply Chain 4.0: concepts, maturity and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*
- Fullan, M., & Langworthy, M. (2014). *A Rich Seam: How New Pedagogies Find Deep Learning*. Pearson.
- Furstenau, L. B., Sott, M. K., Kipper, L. M., Machado, E. L., Lopez-Robles, J. R., Dohan, M. S., ... & Imran, M. A. (2020). Link between sustainability and industry 4.0: trends, challenges and new perspectives. *Ieee Access*, 8, 140079-140096.
- Gajdzik, B., Grabowska, S., & Saniuk, S. (2021). A theoretical framework for industry 4.0 and its implementation with selected practical schedules. *Energies*, 14(4), 940.
- Gardner, D., Larsen, Y. W., Baker, W. O., Campbell, A, Crosby, E. A, Foster, C. A., et al.

- (1983). A nation at risk: The imperative for educational reform. An open letter to the American people. A report to the nation and the secretary of education. Washington, DC: Government Printing Office. Retrieved from
- Ghadge, A., Kara, M. E., Moradlou, H., & Goswami, M. (2020). The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Ghobakhloo, M., Fathi, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Morales, M. E. (2021). Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and *systematic* review of concept
- González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: *systematic* review. *Sustainability*, 14(3), 1493.
- Guffey, M. E., & Loewy, D. (2022). *Essentials of business communication*. Cengage Learning.
- Gurjanov, A. V., Zakoldaev, D. A., Shukalov, A. V., & Zharinov, I. O. (2020, November). The high industrial Education 4.0 *soft skills* and *hard skills*. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1691, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.
- Hahn, G. J. (2020). Industry 4.0: a supply chain innovation perspective. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1425-1441...
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2009). *Multivariate data analysis* (7rdEd.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Hanelt, A., Bohnsack, R., Marz, D., & Antunes Marante, C. (2021). A *systematic* review of the literature on digital transformation: Insights and implications for strategy and organizational change. *Journal of Management Studies*, 58(5), 1159-1197.
- Haris, M., & Khan, R. Z. (2018). A *systematic* review on cloud computing. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 6(11), 632-639.
- Henning, P. A. (2018). Learning 4.0. In *Knowledge Management in Digital Change* (pp. 277-290). Springer, Cham.

- Hepakatan, C. E., & Şimşek, D. (2022). Industry 4.0 and the Future of the Labor Market. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 80-88.
- Hernandez-de-Menendez, M., Morales-Menendez, R., Escobar, C. A., & McGovern, M. (2020). Competencies for industry 4.0. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 14, 1511-1524.
- Hilt, L. T., Riese, H., & Søreide, G. E. (2019). Narrow identity resources for future students: the 21st century skills movement encounters the Norwegian education policy context. *Journal of Curriculum Studies*, 51(3), 384-402.
- Himmetoglu, B., Ayduğ, D., & Bayrak, C. (2020). Education 4.0: Defining the teacher, the student, and the school manager aspects of the revolution. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 21(Special Issue-IODL), 12-28.
- Hirschi, A. (2018). The fourth industrial revolution: Issues and implications for career Research and practice. *The career development quarterly*, 66(3), 192-204.
- Howard, P., O'Brien, C., Kay, B., & O'Rourke, K. (2019). Leading educational change in the 21st century: Creating living schools through shared vision and transformative governance. *Sustainability*, 11(15), 4109.
<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED226006.pdf>
- Huifeng, W., Kadry, S. N., & Raj, E. D. (2020). Continuous health monitoring of sportsperson using IoT devices based wearable technology. *Computer Communications*, 160, 588-595.
- Huk, T. (2021). From education 1.0 to education 4.0-challenges for the contemporary school. *The New Educational Review*, 66, 36-46.
- Hume, D. (2007). *An Enquiry Concerning Human Understanding*. Oxford: Oxford University Press.

- Hussain, A., & Naeem, M. A. (2021). Industry 4.0 and its impact on skills and employment: A systematic literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 166, 120644. doi: 10.1016/j.techfore.2020.120644
- Hussin, A. A. (2018). Education 4.0 made simple: Ideas for teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3), 92-98.
- Intel IOT Report. (2016). Developing solutions for the internet of things. <http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/developing-solutions-for-IoT.pdf>. Disponível em Abril 28, 2022.
- Ivezic, N., Frechette, S., Ivezic, N., Jones, A., Kulvatunyou, B., Lee, J., ... & Lu, Y. (2016). *OAGi/NIST workshop on open cloud architecture for smart manufacturing*. Us Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology.
- Jamaludin, J., & Rohani, J. M. (2018, November). Cyber-physical system (cps): State of the art. In 2018 International Conference on Computing, Electronic and Electrical Engineering (ICE Cube) (pp. 1-5). IEEE.
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). Significant applications of *Big Data* in Industry 4.0. *Journal of Industrial Integration and Management*, 6(04), 429-447.
- Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active learning augmented reality for STEAM education—A case study. *Education Sciences*, 10(8), 198.
- Kaasinen, E., Schmalfuß, F., Öztürk, C., Aromaa, S., Boubekur, M., Heilala, J., ... & Walter, T. (2020). Empowering and engaging industrial workers with Operator 4.0 solutions. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 105678.
- Kagermann, H. (2015). Change through digitization—Value creation in the age of Industry 4.0. In *Management of permanent change* (pp. 23-45). Springer Gabler, Wiesbaden.
- Kagermann, H., Lukas, W. D., & Wahlster, W. (2011). *Industrie 4.0: Mit dem Internet der*

- Dinge auf dem Weg zur four. industriellen Revolution. *VDI nachrichten*, 13(1), 2-3.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Umsetzungsempfehlungen für das zukunftsprojekt industrie 4.0. *Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie*, 4(5), 1-9.
- Kaliraj, P., & Devi, T. (Eds.). (2022). *Industry 4.0 Technologies for Education: Transformative Technologies and Applications*. CRC Press.
- Kereluik, K., Mishra, P., Fahnoe, C., & Terry, L. (2013). What knowledge is of most worth: Teacher knowledge for 21st century learning. *Journal of digital learning in teacher*
- Kipper, L. M., Iepsen, S., Dal Forno, A. J., Frozza, R., Furstenau, L., Agnes, J., & Cossul, D. (2021). Scientific mapping to identify competencies required by industry 4.0. *Technology in Society*, 64, 101454.
- Klopp, M., & Abke, J. (2018, December). 'Learning 4.0': A Conceptual Discussion. In 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) (pp. 871-876). IEEE.
- Kluger, A. N., & Itzchakov, G. (2022). The power of listening at work. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 9, 121-146.
- Knechtel M. D. R. (2014). Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico prática dialogada. *Curitiba: Intersaberes*. Lalande, A. (1999). Vocabulário Técnico e Crítico de Filosofia. São Paulo: Martins Fontes. *education*, 29(4), 127-140.
- Kuhn, T. S. (2012). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Kumari, M. (2022). An Overview of Future IoT Systems: Applications, Challenges, and Future Trends. *Electronic Devices and Circuit Design: Challenges and Applications on the Internet of Things*, 1-17.
- Kure, H. I., Islam, S., & Razzaque, M. A. (2018). An integrated cyber security risk

- management approach for a cyber-physical system. *Applied Sciences*, 8(6), 898.
- Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 508-517.
- Kyle, W. C. (2020). Expanding our views of science education to address sustainable development, empowerment, and social transformation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(1), 1-9.
- Laghari, A. A., Wu, K., Laghari, R. A., Ali, M., & Khan, A. A. (2021). A review and state of art of Internet of Things (IoT). *Archives of Computational Methods in Engineering*, 1-19.
- Lammie, D. (2021). Cloud Computing in the Business World. Available at SSRN 3830144.
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the Standard for Project Based Learning*. ASCD.
- Lase, D. (2019). Education and industrial revolution 4.0. *Jurnal Handayani Pgsd Fip Unimed*, 10(1), 48-62.
- Lauder, H., & Mayhew, K. (2020). Higher education and the labour market: an introduction. *Oxford Review of Education*, 46(1), 1-9.
- Lawrence, J., Dimashkie, B., Centea, D., & Singh, I. (2021). The Learning Factory: Self-directed Project-Based Education. In *Visions and Concepts for Education 4.0: Proceedings of the 9th International Conference on Interactive Collaborative and Blended Learning (ICBL2020)* (pp. 114-122). Springer International Publishing.
- Lee, J., Davari, H., Singh, J., & Pandhare, V. (2018). Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 18, 20-23.
- Lerch, C., Jager, A., & Maloca, S. (2017). *Mitteilungen aus der ISI-Erhebung*. Fraunhofer Institute ISI.
- Limna, P., Siripipatthanakul, S., & Siripipattanakul, S. (2021). A Conceptual Review on the

- Mediating Role of Student Satisfaction Between Twenty-First Century Learning Style and Student Performance-Effectiveness. *Journal of Management in Business, Healthcare, and Education*, 1(1), 1-16.
- Litvinova, O., Fedorenko, S., Butko, L., & Nesen, M. (2020, September). Empirical Study of *Soft skills* Development in Higher Education Graduates Qualification Electrician. In 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP) (pp. 1-4). IEEE.
- Lohr, S. L. (2009). *Sampling: design and analysis*: Nelson Education.
- Lu, Y. (2017). Cyber physical system (CPS)-based industry 4.0: A survey. *Journal of Industrial Integration and Management*, 2(03), 1750014.
- Mahmoud, A. B., Fuxman, L., Mohr, I., Reisel, W. D., & Grigoriou, N. (2021). “We aren't your reincarnation!” workplace motivation across X, Y and Z generations. *International Journal of Manpower*, 42(1), 193-209.
- Mainert, J., Niepel, C., Murphy, K. R., & Greiff, S. (2019). The incremental contribution of complex problem-solving skills to the prediction of job level, job complexity, and salary. *Journal of Business and Psychology*, 34, 825-845.
- Maisiri, W., Darwish, H., & van Dyk, L. (2019). An investigation of industry 4.0 skills requirements. *South African Journal of Industrial Engineering*, 30(3), 90-105.
- Malgikar, S., & Shitole, L. (2022). Industry 4.0: Skills & Up Skilling for the Future Employment in Manufacturing Industries. *IBMRD's Journal of Management & Research*, 11(2), 211-221.
- ManpowerGroup (Firm). (2018). Robots need not apply human solutions for the skills revolution.
- Maria, I. J., Devi, T., & Kaliraj, P. (2023). Industry 4.0 and Jobs 2030. In *Industry 4.0 Technologies for Education* (pp. 211-222). Auerbach Publications.

- Marôco, J. (2010). Análise de equações estruturais: Fundamentos teóricos, software & aplicações. ReportNumber, Lda.
- Martinelli, A., Mina, A., & Moggi, M. (2021). The enabling technologies of industry 4.0: examining the seeds of the fourth industrial revolution. *Industrial and Corporate Change*, 30(1), 161-188.
- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*. Constructing Modern Knowledge Press.
- Matta, P., & Pant, B. (2019). Internet of things: Genesis, challenges and applications. *Journal of Engineering Science and Technology*, 14(3), 1717-1750.
- Mazali, T. (2018). From industry 4.0 to society 4.0, there and back. *Ai & Society*, 33(3), 405-411.
- McGuire, S. J., Reilly, P., Zhang, Y., Mahdavian, B., & Prabhu, V. (2020). Teaching Win-Win Negotiation Skills to MBAs: A Quasi-Experimental Examination of a Social-Exchange Based Pedagogical Approach. *Journal of Organizational Behavior Education*, 13, 21-15. McKinsey & Company (2017), "The seven decisions that matter in a digital transformation: A CEO's guide to reinvention". Available at: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/the-seven-decisions-that-matter-in-a-digital-transformation>
- Mehta, R., Creely, E., & Henriksen, D. (2020). A Profitable Education: Countering Neoliberalism in 21st Century Skills Discourses. In *Handbook of Research on Literacy and Digital Technology Integration in Teacher Education* (pp. 359-381). IGI Global.
- Meindl, B., Ayala, N. F., Mendonça, J., & Frank, A. G. (2021). The four smarts of Industry 4.0: Evolution of ten years of research and future perspectives. *Technological Forecasting and Social Change*, 168, 120784.

- Mhlanga, D. (2022). Digital Transformation in Education: Relevant Paradigms and Theories of Teaching and Learning in the Industry 4.0. In *Intelligent Systems in Digital Transformation: Theory and Applications* (pp. 453-470). Cham: Springer International Publishing.
- Milichovský, F., & Kuba, K. (2023). Expected Impact of Industry 4.0 on Employment in Selected Professions in the Czech Republic and Germany. *Processes*, 11(2), 516.
- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Navarro-Tuch, S. A., ... & Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278.
- Monios, J., & Bergqvist, R. (2019). The transport geography of electric and autonomous vehicles in road freight networks. *Journal of Transport Geography*, 80, 102500.
- Moraes, E. B., Kipper, L. M., Hackenhaar Kellermann, A. C., Austria, L., Leivas, P., Moraes, J. A. R., & Witczak, M. (2022). Integration of Industry 4.0 technologies with Education 4.0: Advantages for improvements in learning. *Interactive Technology and Smart Education*.
- Morales, F. (2023). Being Multicultural in the Workplace.
- Moura, R. A., Richetto, M. R. S., Luche, D. E. D., Tozi, L. A., Silva, M. B., Cukurova, M., ... & Uhomoibhi, J. (2022, January). New Professional Competencies and Skills Learning towards Industry 4.0. In *CSEDU* (2) (pp. 622-630).
- Munck, L., & Borges, M. (2020). Aprendizagem, desenvolvimento de competências e reflexões sobre o aprender: relato de experiência utilizando aprendizado mais profundo e metodologias ativas. *Revista Alcance*, 27(1), 4-17.
- N. M. C. (2020). Education 4.0: Robotics Projects to Encourage 21st Century Skills. *RENOTE*, 18(2), 450-459.

- Noah, J. B., & Aziz, A. A. (2020). A Systematic review on *soft skills* development among university graduates. *EDUCATUM Journal of Social Sciences*, 6(1), 53-68.
- Nord, J. H., Koochang, A., & Paliszkievicz, J. (2019). The Internet of Things: Review and theoretical framework. *Expert Systems with Applications*, 133, 97-108.
- Obloberdiyevna, D. S., & Tuychiyevna, R. L. (2022). Distance Learning in the System of Higher Education. *Web of Scholars: Multidimensional Research Journal*, 1(4), 53-59.
- Ortiz, J. H. (2020). *Industry 4.0: Current status and future trends*.
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127-182
- Paletta, F. C. (2019). Gestão da informação e conhecimento na Era Digital: Competência informacional e mapas conceituais. *Prisma. com*, (38), 126-140.
- Pech, M., & Vrchota, J. (2022). The Product Customization Process in Relation to Industry 4.0 and Digitalization. *Processes*, 10(3), 539.
- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214.
- Peres, R. S., Jia, X., Lee, J., Sun, K., Colombo, A. W., & Barata, J. (2020). Industrial artificial intelligence in industry 4.0-systematic review, challenges and outlook. *IEEE*.
- Pinto, J. V., Boscaroli, C., & Cappelli, C. (2018). Letramento digital: uma revisão sistemática sobre o conceito para aplicação na área da educação. *Revista Tecnologias na Educação. Ano, 10*
- Pivoto, D. G., de Almeida, L. F., da Rosa Righi, R., Rodrigues, J. J., Lugli, A. B., & Alberti, A.M. (2021). Cyber-physical systems architectures for industrial internet of Things applications in Industry 4.0: A literature review. *Journal of manufacturing systems*, 58, 176-192.

- Polanco-Levicán, K., & Salvo-Garrido, S. (2022). Understanding social media literacy: A systematic review of the concept and its competences. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8807.
- Popper, K. R. (2004). *A lógica da pesquisa científica*. Editora Cultrix.
- Poszytek, P. (2021). The landscape of scientific discussions on the competencies 4.0 concept in the context of the fourth industrial revolution—a bibliometric review. *Sustainability*, 13(12), 6709.
- Pozdnyakova, U. A., Golikov, V. V., Peters, I. A., & Morozova, I. A. (2019). Genesis of the revolutionary transition to industry 4.0 in the 21st century and overview of previous industrial revolutions. In *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century* (pp. 11-19). Springer, Cham.
- Pozzi, R., Rossi, T., & Secchi, R. (2023). Industry 4.0 technologies: Critical success factors for implementation and improvements in manufacturing companies. *Production Planning & Control*, 34(2), 139-158.
- Putra, A. S., Novitasari, D., Asbari, M., Purwanto, A., Iskandar, J., Hutagalung, D., & Cahyono, Y. (2020). Examine relationship of *soft skills*, *hard skills*, innovation and performance: The mediation effect of organizational learning. *International Journal of Science and Management Studies (IJSMS)*, 3(3), 27-43.
- Qizi, K. N. U. (2020). *Soft skills* development in higher education. *Universal journal of educational research*, 8(5), 1916-1925.
- Qureshi, M. I., Khan, N., Raza, H., Imran, A., & Ismail, F. (2021). Digital Technologies in Education 4.0. Does it Enhance the Effectiveness of Learning?
- Radovanović, D., Holst, C., Belur, S. B., Srivastava, R., Hounghonon, G. V., Le Quentrec, E., ... & Noll, J. (2020). Digital literacy key performance indicators for sustainable development. *Social Inclusion*, 8(2), 151-167.

- Rahaman, A., Islam, M. M., Islam, M. R., Sadi, M. S., & Nooruddin, S. (2019). Developing IoT Based Smart Health Monitoring Systems: A Review. *Rev. d'Intelligence Artif.*, 33(6), 435-440.
- Rahi, S. (2017). Research design and methods: A systematic review of research paradigms, sampling issues and instruments development. *International Journal of Economics & Management Sciences*, 6(2), 1-5.
- Rahman, MM (2019). 21st Century Skill “Problem Solving”: Defining the Concept. *Asian Journal of Interdisciplinary Research*, 2(1), 64-74.
- Rana, A. K., & Sharma, S. (2021). Industry 4.0 manufacturing based on IoT, cloud computing, and *Big Data*: manufacturing purpose scenario. In *Advances in Communication and Computational Technology* (pp. 1109-1119). Springer, Singapore.
- Rosenbaum, P. R., Rosenbaum, P., & Briskman. (2010). Design of observational studies (Vol. 10). New York: Springer.
- Ross, S. (2010). A first course in probability. Pearson.
- Rupp, M., Schneckenburger, M., Merkel, M., Börret, R., & Harrison, D. K. (2021). Industry 4.0: A technological-oriented definition based on bibliometric analysis and literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 68.
- Safitri, D., Setiawan, A., Suhandi, A., Malik, A., & Lisdiani, S. A. S. (2019, April). The effects of higher order thinking (hot) laboratory design in hooke law on student's creative thinking skills. In *journal of physics: Conference series* (Vol. 1204, No. 1, p.012037). IOP Publishing.
- Sallati, C., de Andrade Bertazzi, J., & Schützer, K. (2019). Professional skills in the Product Development Process: The contribution of learning environments to professional skills in the industry 4.0 scenario. *Procedia Cirp*, 84, 203-208.

- Salmon, G. (2019). May the fourth be with you: Creating education 4.0. *Journal of Learning for Development*, 6(2), 95-115.
- Sancar, R., Atal, D., & Deryakulu, D. (2021). A new framework for teachers' professional development. *Teaching and Teacher Education*, 101, 103305.
- Sanchez, M., Exposito, E., & Aguilar, J. (2020). Industry 4.0: survey from a system integration perspective. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(10-11),1017-1041.
- Santos, C. M., & Junior, P. D. C. (2018). Interdisciplinaridade e educação: desafios e possibilidades frente à produção do conhecimento. *Revista Triângulo*, 11(2), 26-44.
- Santos, R. C., & Martinho, J. L. (2019). An Industry 4.0 maturity model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Sari, Z. E. (2020). Developing autonomous learning and Industry 4.0 skills for non-native learners through a self-access learning center. *Teacher Education and Professional Development in Industry 4.0*, 388-394.
- Schefer-Wenzl & Miladinovic,2019
- Schefer-Wenzl, S., & Miladinovic, I. (2019). Developing Complex Problem-Solving Skills: An Engineering Perspective. *International Journal of Advanced Corporate Learning*, 12(3).
- Schwab, K., & Davis, N. (2019). *Aplicando a quarta revolução industrial*. Edipro.
- Segura, Á., Diez, H. V., Barandiaran, I., Arbelaiz, A., Álvarez, H., Simões, B., ... & Ugarte, R. (2020). Visual computing technologies to support the Operator 4.0. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 105550.
- Sethi, R., Bhushan, B., Sharma, N., Kumar, R., & Kaushik, I. (2021). Applicability of industrial IoT in diversified sectors: Evolution, applications and challenges. *In Multimedia Technologies in the Internet of Things Environment* (pp. 45-67).

Springer, Singapore.

- Setyaningrum, R. P., & Ekhsan, M. (2021). The Role of Job Satisfaction in Mediating the Influence of Quality Of Work Life On Employee Performance. *Management Research Studies Journal*, 2(1), 44-54.
- Shim, J. P., Avital, M., Dennis, A. R., Rossi, M., Sørensen, C., & French, A. (2019). The transformative effect of the internet of things on business and society. *Communications of the Association for Information Systems*, 44(1), 5.
- Silva, D. E. D. S., de Oliveira Sousa, A., Oliveira, M. R., Sobrinho, M. C., Todt, E., & Valentim, N. M. C. (2020). Education 4.0: Robotics Projects to Encourage 21st Century Skills. *RENOTE*, 18(2), 450-459.
- Silva, D. E. D. S., de Oliveira Sousa, A., Oliveira, M. R., Sobrinho, M. C., Todt, E., & Valentim, N. M. C.
- Silva, L. F., Russo, R. D. F. S. M., & de Oliveira, P. S. G. (2018). Quantitativa ou qualitativa? um alinhamento entre pesquisa, pesquisador e achados em pesquisas sociais. *Revista Pretexto*, 30-45.
- Silva, M. P. D. (2020). Atuação do Senai na formação profissional para a Indústria 4.0 no Brasil.
- Sneider, C. (2015). *The Go-To Guide for Engineering Curricula, PreK-5: Choosing and Using the Best Instructional Materials for Your Students*. Corwin Press.
- Soumitra, D., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (Eds.). (2020). *Global innovation index 2020: who will finance innovation?* WIPO.
- Souza, A. C. D., Alexandre, N. M. C., & Guirardello, E. D. B. (2017). Psychometric properties in instruments evaluation of reliability and validity. *Epidemiologia e serviços de saúde*, 26, 649-659.
- Stentoft, J., Aadsbøll Wickstrøm, K., Philipsen, K., & Haug, A. (2021). Drivers and barriers

- for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers. *Production Planning & Control*, 32(10), 811-828.
- Supena, I., Darmuki, A., & Hariyadi, A. (2021). The Influence of 4C (Constructive, Critical, Creativity, Collaborative) Learning Model on Students' Learning Outcomes. *International Journal of Instruction*, 14(3), 873-892.
- Susilo, A., Djatmika, E. T., Mintarti, S. U., & Wahyono, H. (2019). The entrepreneurial learning of generation z students in industrial revolution era 4.0 (a case study in Tertiary Education of Yogyakarta and Surakarta, Indonesia). *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(9), 96-113.
- sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 925-953.
- sustainability value drivers, and success determinants. *Journal of Cleaner Production*, 302, 127052.
- Taguma, M., Feron, E., & Lim, M. H. (2018). Future of education and skills 2030: Conceptual learning framework.
- Tawalbeh, L. A., Muheidat, F., Tawalbeh, M., & Quwaider, M. (2020). IoT Privacy and security: Challenges and solutions. *Applied Sciences*, 10(12), 4102.
- The Institute (IEEE). (2017). What Skills Do Engineers Need to Meet Industry 4.0 Demands? [Blog post]. <https://spectrum.ieee.org/the-institute/ieee-news/what-skills-do-engineers-need-to-meet-industry-40-demands>
- Thuan, L. C. (2020). Motivating follower creativity by offering intellectual stimulation. *International Journal of Organizational Analysis*, 28(4), 817-829.
- Torres, V., Jones, S. R., & Renn, K. (2019). Student affairs as a low-consensus field and the evolution of student development theory as foundational knowledge. *Journal of College Student Development*, 60(6), 645-658

- Tosuntaş, Ş. B., Çubukçu, Z., & Tuğba, İ. N. C. İ. (2019). A holistic view to barriers to technology integration in education. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 10(4), 439-461.
- Vander da Silva, L., Luiz Kovalski, J., & Negri Pagani, R. (2020). Influências do conceito e das tecnologias da Indústria 4.0 no ambiente industrial. *Exacta*, 18(2).
- Veile, J. W., Kiel, D., Müller, J. M., & Voigt, K. I. (2020). Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 977-997.
- Wan, J., Chen, B., Imran, M., Tao, F., Li, D., Liu, C., & Ahmad, S. (2018). Toward dynamic resources management for IoT-based manufacturing. *IEEE Communications Magazine*, 56(2), 52-59.
- Watters, A. (2023). *Teaching machines: The history of personalized learning*. MIT Press.
- Weise, M. R., & Christensen, C. M. (2014). *Hire Education: Mastery, Modularization, and the Workforce Revolution*. Clayton Christensen Institute for Disruptive Innovation.
- Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circulareconomy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 825-833.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum, Geneva, Switzerland. Martin, F. (2020). 21st CENTURY CLASSROOM. Educational Practices in China, Korea, and the United States: Reflections from a Study Abroad Experience, 175.
- Xu, L. D., & Duan, L. (2019). *Big Data for cyber physical systems in industry 4.0: a survey*. *Enterprise Information Systems*, 13(2), 148-169.
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International journal of production research*, 56(8), 2941-2962.

- Yilmaz, N. K., & Hazar, H. B. (2019) The rise of internet of things (IoT) and its applications in finance and accounting. *Press Academia Procedia*, 10(1), 32-35.
- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production *systems* from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 848-861.
- Zhang, W., Sun, S. L., Jiang, Y., & Zhang, W. (2019). Openness to experience and team creativity: Effects of knowledge sharing and transformational leadership. *Creativity Research Journal*, 31(1), 62-73.
- Zheng, X., Zhang, Y., Yang, L., & Wei, Y. (2019). Industry 4.0: A review of literature. *International Journal of Information Management*, 39, 63-80.

APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E LABORAL

Solicitação de respostas aos participantes

Gostaria de saber qual o grau de preparo que você possui como profissional para o futuro do trabalho? Você está envolvido em atividades que, direta ou indiretamente, utilizam tecnologias da informação e comunicação, inteligência artificial, novas formas de trabalho e produção, trabalho híbrido ou à distância, Indústria 4.0 e tecnologias relacionadas? Esta pesquisa está sendo desenvolvida na Universidade Federal de Pernambuco, no departamento de pós-graduação em Administração, e tem por objetivo identificar os fatores-chave que contribuem para o desenvolvimento de competências e habilidades do futuro nos indivíduos. Peço gentilmente que contribua respondendo este questionário, que tem duração média de 10 minutos para respostas. Ao término da pesquisa, será elaborado e divulgado pelo LinkedIn e Facebook um resumo dos achados e como estes podem contribuir para o desenvolvimento profissional para um futuro próximo.

Empresa *	Nascimento *
<input type="text" value="Sua resposta"/>	Data
	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>
Departamento/Setor *	Maior Nível de Instrução completo obtido: *
<input type="text" value="Sua resposta"/>	<input type="radio"/> Sem instrução
	<input type="radio"/> Até a 4ª Série (Fundamental Menor)
	<input type="radio"/> Da 5ª à 9ª Série (Fundamental Maior)
	<input type="radio"/> Da 1ª à 3ª Série do Ensino Médio
Sexo *	<input type="radio"/> Curso Técnico
<input type="radio"/> Feminino	<input type="radio"/> Curso Superior
<input type="radio"/> Masculino	<input type="radio"/> Especialização
	<input type="radio"/> Mestrado
	<input type="radio"/> Doutorado

Maior formação em *

	(0) Nenhuma	(1) Técnico	(2) Superior	(3) Especialização	(4) Mestrado	(5) Doutorado
A) Ciências Exatas ou Tecnologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Biológicas ou Saúde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Sociais ou Humanas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Outras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Estado civil *

- Solteiro
- Casado
- Separado/Divorciado
- Viúvo
- União Informal

Quantos filhos você tem? *

Sua resposta

Fora você mesmo, quantas pessoas da sua família moram na sua casa? (Incluir *
cônjuge, se houver)

Sua resposta

Qual a sua faixa de renda individual? *

- Até R\$ 1.000,00
- De R\$ 1.000,01 a R\$ 2.000,00
- De R\$ 2.000,01 a R\$ 3.000,00
- De R\$ 3.000,01 a R\$ 4.000,00
- De R\$ 4.000,01 a R\$ 5.000,00
- De R\$ 5.000,01 a R\$ 7.000,00
- De R\$ 7.000,01 a R\$ 9.000,00
- De R\$ 9.000,01 a R\$ 11.000,00
- De R\$ 11.000,01 a R\$ 13.000,00
- De R\$ 13.000,01 a R\$ 15.000,00
- De R\$ 15.000,01 a R\$ 19.000,00
- De R\$ 19.000,01 a R\$ 23.000,00
- De R\$ 23.000,01 a R\$ 27.000,00
- De R\$ 27.000,01 a R\$ 31.000,00
- De R\$ 31.000,01 a R\$ 35.000,00
- Acima de R\$ 35.000,00.

Qual a sua faixa de renda familiar? *

- Até R\$ 1.000,00
- De R\$ 1.000,01 a R\$ 2.000,00
- De R\$ 2.000,01 a R\$ 3.000,00
- De R\$ 3.000,01 a R\$ 4.000,00
- De R\$ 4.000,01 a R\$ 6.000,00
- De R\$ 6.000,01 a R\$ 8.000,00
- De R\$ 8.000,01 a R\$ 10.000,00
- De R\$ 10.000,01 a R\$ 12.000,00
- De R\$ 12.000,01 a R\$ 16.000,00
- De R\$ 16.000,01 a R\$ 20.000,00
- De R\$ 20.000,01 a R\$ 24.000,00
- De R\$ 24.000,01 a R\$ 30.000,00
- De R\$ 30.000,01 a R\$ 36.000,00
- De R\$ 36.000,01 a R\$ 40.000,00
- De R\$ 40.000,01 a R\$ 44.000,00
- Acima de R\$ 44.000,00

— Qual o tipo de cargo ocupa na empresa em que você trabalha?

- Suporte (Limpeza/Segurança/Motorista/Transporte)
- Operacional
(Operário/Técnico/Consultor/Vendedor/Professor/Contador/Advogado/Etc.)
- Administrativa (Agente Administrativo/Secretário/Assistente/Auxiliar/Atendente)
- Supervisão ou Gerência (Chefia de Setor ou Divisão/Direção de Departamento)
- Diretoria (Presidência/Direção Geral/Superintendência)

Há quanto tempo você trabalha na atual organização? **ANOS** (Coloque "0" se trabalha há menos de um mês)

Sua resposta _____

Tipicamente, quantas horas por semana você de fato dedica ao seu trabalho, seja dentro da empresa, em casa ou em qualquer outro lugar?

Sua resposta _____

De todo o tempo que você dedica ao trabalho, quantas horas por semana você costuma trabalhar especificamente em casa?

Sua resposta _____

Em relação ao que é exigido ou esperado de você no trabalho (metas, objetivos, cotas e afins), ultimamente você tem ficado:

- Muito abaixo das expectativas.
- Um pouco abaixo das expectativas.
- Mais ou menos dentro das expectativas.
- Um pouco acima das expectativas.
- Muito acima das expectativas.

Usando a escala abaixo, como você avalia o seu atual trabalho/ocupação em termos de satisfação *

	(0) Muito Insatisfeito	(1) Insatisfeito	(2) Neutro	(3) Satisfeito	(4) Muito Satisfeito
A) Satisfação Geral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Salário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Atividades e Tarefas Realizadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Relacionamento com a Chefia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E) Relacionamento com Subordinados (caso não tenha marque "2")	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F) Relacionamento com os Colegas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
G) Forma de Promoção e da Avaliação de Desempenho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
H) Satisfação com as Perspectivas Futuras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nos últimos dois anos (ou menos, caso esteja na empresa há menos tempo), *
você se engajou em:

Cursos, treinamentos e/ou capacitações ligados ao trabalho

	(0) Não	(1) Até 30 horas	(2) Mais de 30 horas
Oferecidos pela empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realizados por conta própria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nos últimos dois anos (ou menos, caso esteja na empresa há menos tempo),
você se engajou em:

Leituras de matérias, artigos, livros e/ou material didático ligados ao trabalho

	(0) Não	(1) Até 100 páginas	(2) Mais de 100 páginas
Disponibilizado pela empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procurados por conta própria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nos últimos dois anos (ou menos, caso esteja na empresa há menos tempo), *
você se engajou em:

Feiras, seminários, conferências e/ou eventos ligados ao trabalho

	(0) Não	(1) Até um(a)	(2) Mais de um(a)
Disponibilizado pela empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realizados por conta própria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nos últimos dois anos (ou menos, caso esteja na empresa há menos tempo), você se engajou em:

Aprendizagem, aperfeiçoamento ou atualização do seu domínio de:

	(0) Não	(1) Sim
i) Saber ou Procedimentos Científicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ii) Matemática, Estatística, Cálculos ou Análise de Dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
iii) Informática e Ferramentas Digitais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
iv) Normas, Padrões, Regras ou Legislação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Com que frequência tem pensado em mudar de carreira? *

- Nunca
- Raramente
- Ocasionalmente
- Frequentemente
- Sempre

Quanto a probabilidade do trabalho que você ocupa hoje se tornar obsoleto no futuro próximo?

Percentual

Sua resposta

APÊNDICE 2 - QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO E MAESTRIAS

Avaliação de conhecimentos em áreas *STEM*

Qual o seu nível de domínio ou conhecimento sobre *

(0) Nenhum (1) Mínimo (2) Razoável (3) Bom (4) Avançado

A) Informática e Tecnologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Análise de Dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Ciência e Pesquisa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Língua Inglesa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Conhecimentos de conceitos da Indústria 4.0

Qual o seu nível de domínio ou conhecimento sobre *

(0) Não (1) Ouvi Falar (2) Sim

A) Indústria 4.0	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Internet das Coisas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Big Data	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Inteligência Artificial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E) Computação em Nuvem (Cloud Computing)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F) Cidades Inteligentes (Smart Cities)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
G) Manufatura Inteligente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
H) Fábricas Inteligentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I) Fábricas de Ideias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

APÊNDICE 3 - AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS 4.0

	(0) Nenhum	(1) Mínimo	(2) Razoável	(3) Bom	(4) Excepcional
A) Realizar e/ou promover inovação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Buscar com sucesso a aprendizagem (aprendizagem ativa)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Lidar com problemas estratégicos complexos e desafiadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Capacidade de análise e pensamento crítico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E) Criatividade, originalidade e iniciativa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F) Liderança e influência sobre os outros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
G) Uso de tecnologias de monitoramento e controle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
H) Gerenciamento de projeto envolvendo tecnologia e programação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I) Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
J) Raciocínio e resolução de problemas em geral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

L) Regulação das próprias emoções (inteligência emocional)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M) Solução de problemas do cliente e melhora experiência do mesmo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
N) Orientação ao cliente e ao serviço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O) Análise e avaliação de software e sistemas digitais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P) Persuasão e negociação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

APÊNDICE 4 - ESCALA DE AVALIAÇÃO DOS 4CS DA EDUCAÇÃO

Pensamento crítico

	(0) Nenhum	(1) Mínimo	(2) Razoável	(3) Bom	(4) Excepcional
A) Informação e descoberta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Interpretação e análise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Compreensão racional dos problemas e situações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Construção de argumentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E) Visão organizada do todo (pensamento sistêmico)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Comunicação

	(0) Nenhum	(1) Mínimo	(2) Razoável	(3) Bom	(4) Excepcional
F) Saber escutar os outros (escuta eficaz)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
G) Apresentações orais presenciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
H) Comunicação usando mídias digitais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I) Engajamento em discussões e conversas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
J) Comunicação em diversos ambientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Colaboração

	(0) Nenhum	(1) Mínimo	(2) Razoável	(3) Bom	(4) Excepcional
K) Liderança e iniciativa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L) Cooperação e trabalho em equipe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M) Flexibilidade nas formas, ambientes e horários de trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
N) Responsabilidade e produtividade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O) Colaboração usando mídias digitais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P) Responsividade e feedback construtivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Criatividade

	(0) Nenhum	(1) Mínimo	(2) Razoável	(3) Bom	(4) Excepcional
Q) Geração de ideias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
R) Desenvolvimento e refinamento de ideias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
S) Abertura e coragem de explorar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
T) Formas criativas de trabalho com outros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
U) Originalidade e inovação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>