



## Competências técnicas e comportamentais fundamentais para a transformação digital nas organizações: explorando direcionadores de estudo

### Fundamental technical and behavioral competencies for the digital transformation in organizations: exploring study directions

(Gabriel Galvão de Lacerda - Universidade Federal de São Carlos – gabriel.galvao.de.lacerda@gmail.com)

(Paula De Camargo Fiorini - Universidade Estadual Paulista – paula.fiorini@unesp.br)

(Cristina Lourenço Ubeda - Universidade Federal de São Carlos – cristina-ubeda@ufscar.br)

#### Resumo

Com o decorrer do avanço tecnológico e das organizações, as demandas relacionadas às pessoas também evoluíram. Esse avanço resultou em organizações mais complexas, inteligentes e na Indústria 4.0. Assim, as competências necessárias para ser capaz de liderar e impactar a sociedade e economia de forma produtiva precisam ser mais bem compreendidas. Esta pesquisa teve como objetivo analisar o histórico de condutas sobre as competências fundamentais para os profissionais envolvidos no processo de transformação digital nas organizações. Para tanto, além de uma revisão sistemática de literatura, foram realizadas duas entrevistas com profissionais de empresas que possuem iniciativas relacionadas à indústria 4.0 e transformação digital. Como principais resultados, destaca-se a sistematização e classificação das competências encontradas por meio da revisão da literatura e a compreensão da opinião de profissionais envolvidos na transformação digital em empresas. Os achados demonstraram a importância das competências técnicas em inteligência artificial, aprendizado de máquina, big data, ciência de dados e simulações; enquanto, entre as competências comportamentais foram destacadas o aprendizado contínuo, proatividade e vontade de aprender, curiosidade, adaptabilidade, criatividade e atitude. Constatou-se que os aspectos humanos são fundamentais na transformação digital. Assim, apesar da relevância das competências técnicas para a implementação tecnológica, as competências comportamentais também influenciam no sucesso do processo de transformação digital, sendo para alguns o principal aspecto buscado em um profissional. Por fim, foi possível entender quais os benefícios e necessidades das organizações para o desenvolvimento de competências profissionais para a transformação digital.

**Palavras-chaves:** Transformação Digital; Indústria 4.0; Recursos Humanos; Competências.

#### Abstract

*With the advancement of technology and organizations, demands related to people have also evolved. This advance has resulted in more complex, intelligent organizations, and the Industry 4.0. Thus, the competencies needed to lead and impact society and the economy productively need to be better understood. This research aimed to analyze the history of conducts on fundamental competencies of professionals involved in the process of digital transformation in organizations. To this end, in addition to a systematic literature review, two interviews were conducted with professionals from companies that have initiatives related to Industry 4.0 and digital transformation. As the main results, the systematization and classification of the competencies found through the literature review and the understanding of the opinion of professionals involved in digital transformation in companies stand out. The findings demonstrated the importance of technical competencies in artificial intelligence, machine learning, big data, data science and simulations; while, among behavioral competencies, continuous learning, proactivity and willingness to learn, curiosity, adaptability, creativity and attitude were highlighted. It was found that human aspects are fundamental in digital transformation. Thus, despite the relevance of technical competencies for technological implementation, behavioral competencies also influence the success of the digital transformation process, being for some the main aspect sought in a professional. Finally, it was possible to understand the benefits and needs of organizations for the development of professional competencies for digital transformation.*

**Keywords:** Digital Transformation; Industry 4.0; Human Resources; Competencies; Competencies.

Recebido em 22/04/2022

Revisado em 15/05/2023

Aceito em 07/03/2024



## 1. Introdução

No mercado atual, as organizações necessitam de constante otimização de seus processos, de modo a se manterem competitivas. A transformação digital (TD) envolve o desenvolvimento tecnológico para a melhoria das empresas em todos os seus aspectos. Por isso, a introdução das novas tecnologias digitais advindas da Indústria 4.0 se tornou um tópico de crescente importância nos ambientes de negócios e acadêmico (Rannertshausner, et al., 2022; Rodrigues, et al., 2022).

A indústria 4.0 consiste em um modelo de produção pautado na evolução tecnológica (Frank, et al., 2019). Para sua implementação, a organização passa por um processo de transformação digital. A transformação digital é entendida como um conjunto de resultados, que partem de diversas inovações digitais, tais como internet das coisas, sistemas ciberfísicos, big data, entre outras, e que demandam novos atuantes, estruturas, práticas e crenças nas organizações (Krimpmann, 2015; Loebbecke & Picot, 2015; Mangematin, et al., 2014; Hinings, et al., 2018).

Os benefícios da adoção da indústria 4.0 incluem desde a automação e otimização de processos, diminuição de custos, até a melhoria nas tomadas de decisões (Dalenogare, et al., 2018). Contudo, para uma implementação bem-sucedida, é preciso reconhecer que a transformação digital vai além do desenvolvimento tecnológico, envolvendo também mudanças nos aspectos humanos e organizacionais (Veile, et al., 2019; Andrade & Gonçalves, 2022). Dessa forma, a fim de se estabelecer uma visão competitiva da TD, é fundamental destacar a importância estratégica dos recursos humanos (Benesova & Tupa, 2017).

Nesse contexto, Whysall et al. (2019) esclarecem que, embora a capacitação da força de trabalho seja chave para o sucesso das companhias (Benesova & Tupa, 2017), a transformação provocada pela indústria 4.0 tem gerado uma lacuna entre as competências atuais dos recursos humanos e os novos requisitos de suas funções no ambiente 4.0. Adicionalmente, a Confederação Nacional da Indústria no Brasil (CNI, 2016) ressalta que uma das principais preocupações de entrada na indústria 4.0 está relacionada à falta de trabalhadores capacitados.

Farias-Gaytan et al. (2023) complementam que as organizações devem fazer os ajustes necessários para a efetiva implementação da TD, incluindo o desenvolvimento de novas habilidades pela força de trabalho. No caso das pequenas e médias empresas (PME), Ghobakhloo et al. (2023) destacam que a falta de conhecimento e competências é um dos principais aspectos que impedem a transição das PME para a Indústria 4.0.

Logo, torna-se evidente a importância de se compreender as competências requeridas aos profissionais para a realização da transformação digital (Whysall, et al., 2019; Farias-Gaytan, et al., 2023). O objetivo desta pesquisa é analisar o histórico de estudo sobre as competências fundamentais para os profissionais envolvidos no processo de transformação digital nas organizações. Nesse sentido, este estudo traz contribuições ao esclarecer aos profissionais algumas das principais competências requeridas pelo mercado na era da transformação digital e ao fomentar iniciativas direcionadas à capacitação dos recursos humanos para o ambiente 4.0.



O restante deste trabalho está estruturado da seguinte forma. Na seção a seguir, apresenta-se a fundamentação teórica dos conceitos em estudo. Na sequência, os procedimentos metodológicos são expostos. Por fim, os resultados são analisados e as considerações finais são apresentadas.

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1. Transformação digital e indústria 4.0: definições

A transformação digital pode ser compreendida como uma revolução na forma em que as organizações lidam com os aspectos que as moldam e influenciam. Inserida na quarta revolução industrial, denominada como indústria 4.0 (I4.0), a transformação digital envolve o desenvolvimento tecnológico para a melhoria das empresas em todos os seus aspectos. Essa nova revolução baseada em tecnologias digitais tem se mostrado cada vez mais relevante para a competitividade das organizações.

Neste sentido, a conexão digital e o uso intensivo de dados são os atributos principais de uma produção inteligente, a chamada indústria 4.0 (Bauer, et al., 2015). A transformação digital é definida como um conjunto de resultados, que partem de diversas inovações digitais, e que demandam novos atuantes, estruturas, práticas e crenças. Tais resultados mudam, ameaçam, substituem ou complementam as regras que existem dentro das organizações, ecossistemas e setores industriais (Krimpmann, 2015; Loebbecke & Picot, 2015; Mangematin, et al., 2014; Hinings, 2018).

Entender a transformação digital como o processo de implementação da indústria 4.0 facilita a compreensão desta a partir de uma abordagem mais ampla, que vai além dos aspectos tecnológicos. A implementação da quarta revolução industrial tem como base não somente a tecnologia, ou técnicas usadas no meio de produção, mas também aspectos humanos e organizacionais. Isto é, a adoção da indústria 4.0 é moldada pelo ambiente ao seu redor, não se limitando a questões técnicas, assim, não basta as pessoas conhecerem a indústria 4.0, sendo necessário que elas se compreendam como parte dessa (Veile, et al., 2019).

A Indústria 4.0 envolvem a aplicação de tecnologias como sistemas ciberfísicos, computação em nuvem, manufatura aditiva, internet das coisas, big data, entre outras. Embora o desenvolvimento tecnológico seja a base principal da transformação digital, as dimensões humana e organizacional são igualmente importantes para o sucesso da organização em sua transição para a quarta revolução industrial.

Para tanto, as empresas devem buscar uma estrutura menos vertical, mais ágil e com a tomada de decisão descentralizada. Em relação às questões humanas e organizacionais, o processo de transformação digital requer uma mudança na cultura organizacional e exige diversas competências dos profissionais, as quais podem ser desenvolvidas por meio de treinamentos e programas educacionais (Veile, et al., 2019; Bauer, et al., 2015).

Ainda sobre as múltiplas dimensões da TD, mais recentemente, o conceito de Indústria 4.0 evoluiu para Indústria 5.0, que reconhece a centralidade do ser humano neste processo (Veile, et al., 2019). A Indústria 5.0 põe o foco no papel do ser humano aliado à tecnologia para juntos melhorarem a eficiência dos processos, considerando também a sustentabilidade e a resiliência (Ordieres-Meré, et al., 2023). Dessa forma, fica evidente que a nova revolução industrial, seja denominada como Indústria 4.0 ou 5.0, requer uma ampla e profunda



transformação organizacional considerando a relação humano-tecnologia, a partir da qual espera-se uma série de benefícios e aumento da competitividade das empresas.

## 2.2. Benefícios e desafios da transformação digital

A transformação digital busca proporcionar diversos benefícios para variados tipos de negócios. Ela permite, por exemplo, que soluções digitais mais eficientes sejam oferecidas aos clientes, isto é, possibilita a integração de serviços baseados na internet aos tradicionais produtos ofertados pelas empresas (Ayala, et al., 2017; Coreynen, et al., 2017; Dalenogare, et al., 2018). Além da perspectiva de agregação de valor ao produto para o consumidor, Brettel et al. (2014), Jeschke et al. (2017) e Dalenogare et al. (2018) esclarecem a utilidade da transformação digital a partir da perspectiva operacional. Os autores argumentam que a transformação digital gera redução do tempo dos processos e custos, e por consequência, proporciona um aumento de produtividade.

No quesito fabril, a melhoria das tomadas de decisões estratégicas e operacionais está entre os propósitos da quarta revolução industrial. Ao adotarem as tecnologias digitais, as empresas são capazes de gerar processos mais flexíveis de manufatura e analisar uma grande quantidade de dados em tempo real, possibilitando a melhoria nas tomadas de decisões (Kagermann, et al., 2013; Porter; Heppelmann, 2014; Schwab, 2017; Dalenogare, et al., 2018). Esses avanços permitem o desenvolvimento de sistemas conectados e a criação de fábricas inteligentes (Jazdi, 2014; Kagermann, et al., 2013; Brettel, et al., 2014; Dalenogare, et al., 2018). A flexibilidade, conectividade e o uso intensivo de dados delineiam a compreensão do que é uma manufatura inteligente, na qual ferramentas e máquinas interagem e se comunicam entre si, gerando uma quantidade massiva de dados, que posteriormente é utilizada na melhoria contínua dos processos de produção (Wang, et al., 2015, Wang, et al., 2016; Gilchrist, 2016; Dalenogare, et al., 2018).

Apesar dos benefícios previstos pela adoção da indústria 4.0, o processo de transformação digital é ainda muito recente e apresenta diversas demandas que abrangem os níveis tecnológico, humano e organizacional. Se essas exigências não forem adequadamente abordadas, podem se transformar em desafios e barreiras à implementação bem-sucedida.

No cenário industrial 4.0, os dados são fundamentais para habilitar a produção inteligente e assegurar a segurança deles é indispensável. O vazamento ou perda de informações pode desencadear problemas críticos dentro das organizações (Santos, et al., 2018). A partir da conectividade entre as máquinas e dispositivos, é importante que se desenvolvam e estabeleçam sistemas de segurança que minimizem a possibilidade de risco aos dados envolvidos nas conexões (Santos, et al., 2018). Ademais, dentro dos aspectos da produção, uma das barreiras relevantes é a padronização da comunicação entre máquinas e equipamentos, de forma a garantir a interoperabilidade dos sistemas e alcançar todo o seu potencial (Santos, et al., 2018).

Entendendo que as grandes empresas são as mais capazes de desenvolverem a quarta revolução industrial em seus processos produtivos, há uma preocupação com as pequenas e médias empresas (PME), devido aos desafios financeiros. De acordo com Santos et al. (2018), as PME enfrentam dificuldades na aquisição da tecnologia necessária, investimentos em desenvolvimento e na atração de pessoal especializado.



Além dos desafios técnicos e financeiros, há aqueles de natureza humana, sem o qual é impossível que as empresas funcionem. Segundo o levantamento da CNI (2016), uma das maiores barreiras das empresas brasileiras na adoção da indústria 4.0 é a falta de mão de obra altamente especializada. Nesse sentido, Santos et al. (2018) defendem a necessidade de se investir em programas de formação e desenvolvimento para a capacitação de operadores das novas máquinas, dispositivos, ferramentas e sistemas que a indústria 4.0 introduzirão dentro das empresas, e que estas empresas, se comprometidas em fazer parte desta revolução, devem estar dispostas a investir nesses programas.

### 2.3. Transformação digital e competências dos profissionais

A partir do uso intensivo das tecnologias digitais, passa-se a ter necessidade de desenvolver a forma na qual a mão de obra humana participa no ambiente organizacional e, principalmente, na área produtiva. Compreende-se o papel humano a partir dos seguintes aspectos: (i) a gestão do ambiente organizacional 4.0; (ii) a operação das tecnologias, máquinas e ferramentas utilizadas na produção; (iii) o desenvolvimento das tecnologias, máquinas e ferramentas.

De acordo com o estudo de Whysall et al. (2019), a transformação digital provocada pela indústria 4.0 gera uma lacuna entre as competências dos profissionais e os novos requisitos de trabalho no ambiente 4.0. Há uma demanda por pessoas capacitadas, contudo, tem-se uma escassez de talentos competentes para exercer os papéis que a indústria 4.0 propõe.

Algumas competências profissionais para a transformação digital são mencionadas na literatura, tais como: afinidade com tecnologias da informação e comunicação, entendimento de automação e análise de dados, noções de segurança da informação, conhecimento interdisciplinar, entendimento dos sistemas interconectados e tomada de decisão (Erol, et al., 2016; Schuh, et al., 2017; Veile, et al., 2019).

Ochôa e Pinto (2020) acrescentam que as competências digitais são a nova tendência dentro da indústria; argumentando que ser digitalmente competente significa ser capaz e disponível para acompanhar os novos desenvolvimentos e práticas tecnológicas. Em termos gerenciais, Whysall et al. (2019) mencionam que competências relacionadas à gestão de mudanças se tornam de suma importância na indústria 4.0.

Há, entretanto, uma vertente que se preocupa com uma possível diminuição na demanda por mão de obra devido à implementação de novas máquinas e tecnologias. A esse respeito, segundo Ochôa e Pinto (2020), os estudos sobre o tema indicam que a modificação das profissões é o mais provável, e não o fim de algumas delas. Ainda que haja indícios de risco de perda de postos de trabalho, há também índices que apresentam o surgimento de novos postos. Dessa forma, haverá adaptações significativas nos postos de trabalho e nas necessidades para capacitação profissional, de modo a integrar novas funções e desenvolver diferentes competências (Ochôa & Pinto, 2020).

Tais competências podem ser desenvolvidas e melhoradas através da aplicação de treinamentos e programas educacionais (Erol, et al., 2016; Veile, et al., 2019). Além do desenvolvimento interno nas companhias, é possível direcionar as novas demandas ao local de formação dos profissionais desejados. Veile et al. (2019) esclarecem a importância das empresas se aproximarem das escolas e universidades para que os futuros times possam ser providos com as competências requeridas pelos novos perfis de emprego.



Nesse ponto, Farias-Gaytan et al. (2023) relatam que não só as empresas devem se preocupar com o desenvolvimento de competências individuais para o novo ambiente de trabalho, mas que as instituições de ensino superior também devem se atentar às novas demandas para garantir que os estudantes formados tenham os conhecimentos e as habilidades necessárias para o mercado de trabalho.

Dessa forma, conhecer as competências para a realização da transformação digital é essencial para seu desenvolvimento bem-sucedido. A evolução da tecnologia não torna a participação e inteligência humanas menos importantes, o que ocorre é justamente o contrário, ela torna a pessoa imprescindível, aumentando a demanda por sua capacitação e conjunto de competências, que são fundamentais para que se continue a desenvolver tais tecnologias e que ocorra sua operação e alinhamento aos objetivos das organizações e instituições.

Contudo, Whysall et al. (2019) ressalta que há a necessidade de se explorar mais as implicações do novo contexto gerado pela transformação digital para as pessoas, buscando compreender na teoria e na prática as novas competências que devem ser desenvolvidas. Ao longo do tempo, o estudo conceito de competência data de 3.000 anos atrás, quando os chineses começaram a realizar testes seletivos para o serviço público (Wilcox & King, 2013), e dado o amplo escopo e a aceitação massiva por pesquisadores e profissionais, o conceito da competência se tornou popular (Salman, Ganie, & Saleem, 2020) para viabilizar entregas em contextos de trabalho complexos, não programáveis e imprevisíveis (Zarifian, 2001).

Ao longo do tempo, o conceito vem sendo aprimorado e estudado nos níveis organizacional (macro), coletivo (meso) e individual (micro), bem como destacando a importância da integração entre gestão e pessoas. Especificamente, o conceito de competência individual:

Refere-se a comportamentos específicos dos sujeitos em um determinado contexto de trabalho que gera resultados bem-sucedidos (desempenho superior), a partir da mobilização de diferentes e peculiares componentes cognitivos, funcionais, comportamentais, éticos e políticos (Paiva & Montezano, 2023, p. 49).

Assim, com o propósito de apresentar as competências individuais fundamentais envolvidas no processo de transformação digital, este estudo foca nas competências técnicas e comportamentais dos profissionais. As competências técnicas, também conhecidas como competências funcionais, estão atreladas à ocupação e aos processos de trabalho e referem-se à capacidade de desempenho para o trabalho (Walsh & Linton, 2002). Enquanto as competências comportamentais envolvem as ações humanas e relações interpessoais necessárias para aplicar conhecimentos e compartilhar experiências no local de trabalho (Albino, 2018; Gruden & Stare, 2018).

### 3. Percurso metodológico

A abordagem deste estudo é de natureza qualitativa e tem caráter exploratório pois busca uma maior familiaridade com o problema da pesquisa e aprimorar ideais (Gil, 2002). Oportunamente aqui, sobre a transformação digital e suas implicações para as pessoas nas organizações (Whysall, et al., 2019). Para manter a qualidade da pesquisa qualitativa no



entendimento de um fenômeno, podem ser utilizados mais de um método de pesquisa (Flick, 2009).

Nesta pesquisa, utiliza-se a triangulação de métodos ou métodos mistos. Para tanto, a pesquisa foi conduzida em 2 etapas. Na primeira etapa, foi utilizado o método de revisão sistemática da literatura (RSL) para aprofundar o conhecimento no tema a partir do levantamento histórico de estudos até 2020; e, na segunda etapa, utilizou-se a pesquisa de campo como método para aprofundar o entendimento das vivências de profissionais envolvidos nos cenários reais discutidos na pesquisa.

A revisão sistemática foi realizada na base de dados internacional *Scopus*. A base *Scopus* foi escolhida dada a sua ampla cobertura de documentos nas áreas de Engenharia e Negócios e ao alto impacto dos documentos por ela indexados (Martin-Martinm et al., 2018). Além disso, a *Scopus* tende a ter uma cobertura mais ampla que a base *Web of Science* (Vera-Bacetam, et al., 2019). Foram utilizados os parâmetros descritos no Quadro 1 para encontrar artigos relacionados ao tema da pesquisa.

**Quadro 1.** Parâmetros e resultados da busca na base de dados

	<b>Data: 15/09/2020</b>	<b>Resultados</b>
<b>Base de dados: Scopus</b>	<b>Campo de pesquisa</b>	<i>Article title, abstract, keywords</i>
	<b>Palavras-chave</b>	<i>"digital transformation" or "industry 4.0"</i>
	<b>E termos booleanos</b>	<i>And</i>
		<i>"human resource" or "abilit*" or "competenc*" or "skill" or "soft" or "human"</i>
	<b>Filtro 1</b>	<i>Language: english</i>
	<b>Filtro 2</b>	<i>Document type: journal</i>
	<b>Total final</b>	3467
<b>Consulta</b>		<b>Resultado final</b>
	Query: TITLE-ABS-KEY ("digital transformation" OR "industry 4.0" AND "human resource" OR "Abilit*" OR "competen*" OR "skill" OR "soft" OR "human") AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND LIMIT-TO (SRCTYP, "j"))	1224 documentos

**Fonte:** Elaboração própria (2023).

Em seguida, foi gerado um arquivo CSV com base no resultado do *Scopus*, que foi utilizado para as análises de rede por meio do software *VoSViewer*. O intuito da revisão foi de identificar nos artigos existentes as principais competências necessárias para a transformação digital, de modo a fundamentar as discussões do trabalho. Para a estratégia de busca, seleção e análise dos artigos, a partir dos 1224 documentos obtidos na busca do *Scopus* foram realizadas algumas etapas subsequentes: (i) análise das redes de citação gerando uma amostra de 15 artigos e 4 agrupamentos; (ii) análise das redes de co-citação gerando uma amostra de 10 artigos e 3 agrupamentos; e (iii) análise de competências técnicas e comportamentais para a transformação digital gerando uma amostra de 5 artigos específicos.

No que tange à pesquisa de campo, utilizou-se a entrevista como técnica de coleta de dados. Segundo Duarte (2004), as entrevistas são adequadas nos casos em que um determinado universo não está explícito o suficiente, sendo de extrema importância para que se possa



mapear práticas, crenças, valores e sistemas classificatórios de qualquer tipo. Dessa forma, essa estratégia se mostra adequada ao tema em estudo. Lakatos e Marconi (2017) esclarecem que a entrevista representa um encontro entre duas pessoas para uma conversa de caráter profissional, cujo objetivo é o de obter informações sobre um assunto, gerando dados para análise.

Dessa forma, conduziu-se a entrevista semiestruturada com questões baseadas na revisão de literatura, por ser semiestruturada o entrevistado tem liberdade para se posicionar favorável ou não sobre o tema, sem se prender à pergunta formulada (Minayo, 2011). Inicialmente, foram contatados 12 profissionais envolvidos na área de indústria 4.0 e transformação digital, por meio da rede social profissional LinkedIn e também por e-mail. Nos contatos realizados, eram enviados a carta de apresentação da pesquisa e o roteiro de entrevista para conhecimento prévio das questões. Após os contatos iniciais, apenas dois profissionais se encontram disponíveis para a realização das entrevistas, que atuam em empresas que estejam em processo de implementação da indústria 4.0.

Dessa forma, foram entrevistados dois profissionais de empresas distintas durante os meses de julho de 2021, para obter algumas perspectivas práticas das condutas sobre competências técnicas e comportamentais; a fim de complementar as discussões dos artigos na RSL. As entrevistas foram realizadas por meio da plataforma online Google Meet e duraram entre uma e duas horas. Com a autorização dos entrevistados, as entrevistas foram gravadas e, posteriormente, transcritas.

O entrevistado A é gerente das áreas de engenharia de processo e de qualidade. Ele trabalha há 9 anos na organização, que tem como segmento e principal produto a montagem de chassis. A empresa possui cerca de 500 colaboradores no Brasil e mais de 8000 ao redor do mundo. O produto em questão é exportado para clientes de diferentes continentes e países. O segundo entrevistado, denominado como entrevistado B, possui o cargo de Service Delivery Manager e Customer Support e atua na empresa há 26 anos. A empresa é do ramo de telecomunicações e tecnologia da informação e está presente em cerca de 140 países. Logo, cabe destacar que este estudo traz a perspectiva da demanda de competências de quem trabalha diretamente com os processos envolvidos na transformação digital.

Por fim, após a aplicação do roteiro de entrevista, os dados coletados foram analisados seguindo os padrões da pesquisa qualitativa e para tanto foi utilizado o software NVivo. Os resultados das entrevistas foram transcritos e sistematizados por meio de unidades de análise, permitindo uma análise contextual entre os resultados dos dois respondentes. Com o uso da versão de teste do NVivo, foi possível importar os arquivos com as transcrições das entrevistas e foram listadas classificações em unidades de análise macro e micro. Os trechos das entrevistas foram classificados conforme as unidades de análise abaixo e foram compilados em resumos extraídos do software (Quadro 2).



**Quadro 2.** Classificação dos trechos no NVivo

Classificações/Unidades de análise utilizadas	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Práticas de Transformação Digital</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Competências dos Profissionais para a TD</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Técnica:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Robotização</li> <li>○ Programação</li> <li>○ Novas Tecnologias</li> <li>○ Internet das Coisas</li> <li>○ Inteligência Artificial</li> <li>○ Digitalização</li> <li>○ Cibersegurança</li> <li>○ Análise de Dados</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Comportamentais:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Trabalho em Equipe</li> <li>○ Solução de Problemas</li> <li>○ Multidisciplinaridade</li> <li>○ Inovação</li> <li>○ Criatividade</li> <li>○ Comunicação</li> <li>○ Aprendizado Contínuo</li> <li>○ Adaptabilidade</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Benefícios, Estímulos e Desafios</li> </ul>	

Fonte: Elaboração própria (2023).

## 4. Análise e discussões dos resultados

### 4.1. Revisão sistemática da literatura

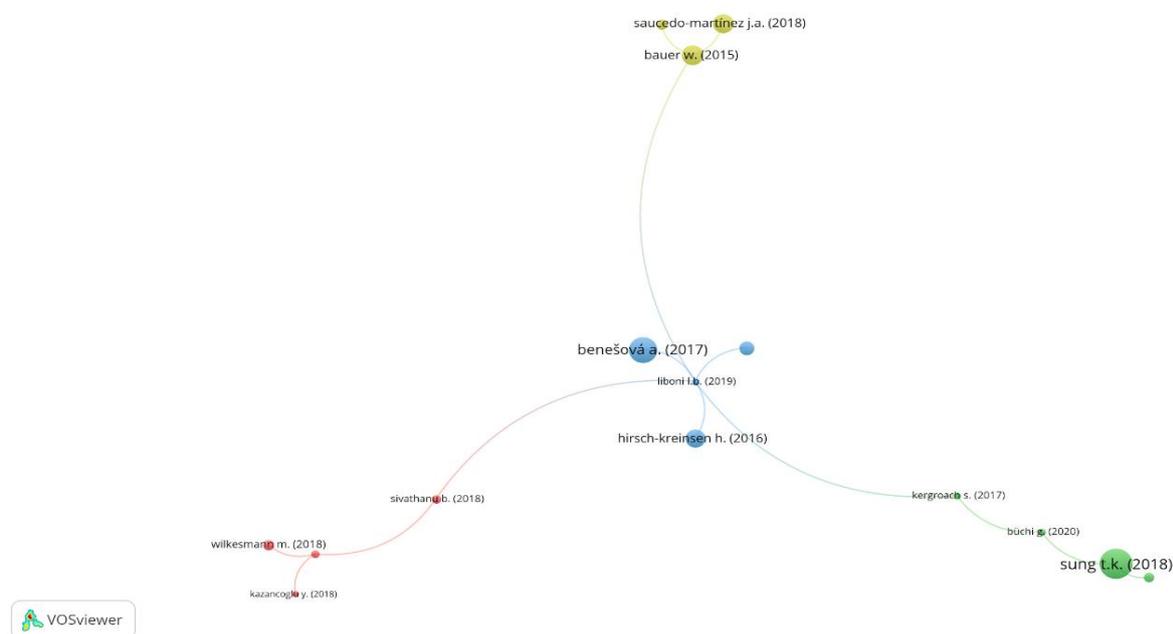
Nesta seção serão apresentados os resultados da revisão sistemática da literatura. Inicialmente, com os 1224 documentos foi conduzida a análise de rede de citação e cocitação, no intuito de identificar os artigos/pesquisas referências no estudo do tema. Em seguida, os artigos foram lidos na íntegra para identificação e sistematização das principais competências para a transformação digital.

#### 4.1.1. Rede de citação

A rede de citação apresenta os 15 artigos da amostra analisada com mais citações feitas entre eles, os agrupando e criando conexões. Dessa forma, é possível entender o tema em comum dos artigos e identificar os trabalhos mais citados na amostra. Nota-se na Figura 1 a existência de quatro agrupamentos (amarelo, azul, vermelho e verde). Todos os agrupamentos possuem ao menos uma conexão ao artigo “*Smart industry and the pathways to HRM 4.0: implications for SCM*”, que pertence ao cluster azul.



**Figura 1.** Rede de citação



**Fonte:** Elaborada no VosViewer (2023).

Os trabalhos do cluster amarelo abordam a Indústria 4.0 no geral, apresentando as mudanças desencadeadas dela e seus porquês. Além disso, demonstram alguns exemplos práticos e ferramentas, assim como modelos de negócio. Por fim, apresentam também os desafios tecnológicos e de encontrar talentos para a TD. O cluster azul aborda as competências de acordo com os cargos e empregos dentro de empresas no contexto da indústria 4.0, direcionando para o impacto da Indústria 4.0 sobre os recursos humanos, tais como: qualificações demandadas dos profissionais, empregabilidade, impactos de tecnologias digitais no trabalho industrial para a preparação de profissionais do futuro.

O agrupamento vermelho apresenta os desafios da implementação Gestão de Recursos Humanos 4.0 e seus benefícios, a importância das tecnologias emergentes e a convivência entre diferentes gerações de profissionais. Assim, no artigo “*Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL*” é apresentado um modelo de competência estrutural e é observado os critérios de seleção pessoal por meio do Fuzzy Dematel. Há também um estudo de comparação dos países mais e menos inovadores da Europa central levantando questões como parcerias internacionais para a educação dos profissionais. Além do mais, um artigo desenvolve um framework que analisa as diferentes aplicações da I4.0 na organização e rotina de trabalho.

Por fim, o cluster verde contém artigos que abordam a categorização de estudos sobre a I4.0, a apresentação dos desafios de sua implementação na Coreia do Sul, assim como os desafios no contexto geral e as oportunidades geradas para o cenário atual e futuro da I4.0. É apresentado também conjuntos de tecnologias, definições e oportunidades.

Para detalhamento na análise, os artigos presentes na rede de citações foram sistematizados no Quadro 3.



**Quadro 3.** Análise dos artigos da rede de citação

Cluster	Autores	Título do artigo	Contribuições do estudo	Nº de Citações no Scopus*
Amarelo	Bauer et al. (2015)	<i>Transforming to a hyper-connected society and economy – towards an industry 4.0</i>	Trata sobre a necessidade da agilidade na manufatura, KPIs, mudanças tecnológicas e comportamentais que desencadearam em inovação e na <i>smart manufacturing</i> , trata sobre a autonomia no trabalho e necessidade de profissionais com melhores qualificações em mídias e competências sociais de acordo com os princípios da I4.0. Aborda também sobre a criação de times com gêneros, idade e atitudes diferentes, desencadeando num aumento de produtividade criativo e demandando a capacidade de lidar com a diversidade e que essa seria a capacidade chave de liderança no futuro.	86
	Saucedo-Martínez et al. (2018)	<i>Industry 4.0 framework for management and operations a review</i>	Analisa os avanços que permitem revelar tendências e oportunidades na I4.0, para cobrir lacunas organizacionais na cadeia de valor. Aborda as ferramentas dentro da I4.0: <i>Big Data and Analytics, Autonomous robots, Simulation, Horizontal and Vertical System Integration, Industrial IoT, Cyber-security, Augmented reality, Additive Manufacturing e Cloud</i> . Comenta sobre o desafio de encontrar talentos com a capacidade de desenvolver algoritmos analíticos que desenvolvem <i>self-learning intelligence</i> .	87
	Schneider (2018)	<i>Managerial challenges of industry 4.0 an empirically backed research agenda for a nascent field</i>	Estabelece a I4.0 como um desafio para a pesquisa de gestão, e busca ajudar intelectuais a se engajarem no tópico de estudo direcionando o futuro da pesquisa sobre I4.0 com base em 18 desafios gerenciais. Aborda a I4.0 no geral, tratando de frameworks de desafios tecnológicos, diferença entre I4.0 e digitalização e termos semelhantes.	74
Azul	Liboni et al. (2018)	<i>Smart industry and the pathways to HRM 4.0 implications for SCM</i>	Apresenta o impacto potencial da I4.0 sobre a gestão dos recursos humanos demonstrando os impactos no foco do empregado, perfil do emprego, qualificação e competências demandadas na força de trabalho.	40
	Hirsch-Kreinsen (2016)	<i>Digitization of industrial work development paths and prospects</i>	Pesquisa sobre o uso progressivo de tecnologias digitais no trabalho industrial e suas consequências. Algumas das consequências são sobre a empregabilidade e as qualificações demandadas dos funcionários.	83
	Motyl et al. (2017)	<i>How will Change the Future Engineers Competencies in the Industry 4.0 Framework A Questionnaire Survey</i>	Investigação das competências necessárias para preparar jovens engenheiros para a indústria 4.0. Apresenta os dispositivos utilizados por esses jovens, e o nível de conhecimento em tópicos específicos.	70
	Benešová e Jiří Tupa (2017)	<i>Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0</i>	Identifica as funções dos cargos e empregos dentro das empresas segundo o contexto da I4., apresentando as competências dentro de cada função.	136
Verde	Maresova (2018)	<i>Consequences of Industry 4.0 in Business and Economics</i>	Categoriza determinada quantidade de estudos em relação a I4.0 de acordo com os assuntos abordados neles, o objetivo, tipo de estudo, resultados principais e limitações. Abordando, inclusive, artigos relacionados ao desenvolvimento de competências e apresentando algumas dessas competências.	40
	Sung (2018)	<i>Industry 4.0 A Korea perspective</i>	Apresenta os desafios para a implementação da I4.0 na Coreia do Sul, abordando as políticas necessárias para tornar-se um ambiente compatível com o desenvolvimento dessa revolução industrial.	135



	Kergroach (2017)	<i>Industry 4.0 New Challenges and Opportunities for the Labour Market</i>	Apresenta os desafios e oportunidades gerais da I4.0 no mercado de trabalho, apresentando o contexto atual e o futuro e demonstrando a necessidade de determinadas competências.	33
	Büchi et al. (2020)	<i>Smart factory performance and Industry 4.0</i>	Analisa a relação entre um grau de abertura e a performance baseado em manufaturas locais. Apresenta um conjunto de tecnologias, definições e oportunidades da tecnologia 4.0	68
Vermelho	Kazancoglu e Ozkan-Ozen (2018)	<i>Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL</i>	Apresenta um modelo de competência estrutural e observar novos critérios de seleção de pessoal e apresentam uma ordem de importância e uma relação causal entre os critérios de seleção de pessoal por usando uma das técnicas de decisão multicritério, Fuzzy DEMATEL, em uma empresa turca de alta tecnologia que começou a modificar seus processos de acordo com a Indústria 4.0 e introduzir um novo departamento que é responsável por esta transformação	35
	Stachová et al. (2019)	<i>External Partnerships in Employee Education and Development as the Key to Facing Industry 4.0 Challenges</i>	Foca em comparar países mais e menos inovadores da Europa central, ao perceber as diferenças de atitude em relação à educação do funcionário e às formas individuais de funcionário da educação. Aborda a questão de parcerias internacionais para desenvolver a educação dos empregados.	41
	Wilkesmann (2018)	<i>Industry 4.0 – organizing routines or innovations?</i>	Desenvolve um framework para analisar as diferentes aplicações da I4.0 na organização contínua e rotina de trabalho. Abordando sobre o nível de profissionalização, distribuição do conhecimento, autoridade e formalização da organização e seus processos. Apresentando cases que abordam o uso de tecnologias.	54
	Sivathanu e Pillai (2018)	<i>Smart HR 4.0 – how industry 4.0 is disrupting HR</i>	Criação de um Canvas para a transformação digital com a funções de RH (recrutamento, <i>onboarding</i> , aprendizagem, compartilhamento, <i>crowd-sourced</i> feedback). Apresenta os principais desafios para implementar o SHR 4.0 e os principais benefícios. Apresenta a importância das tecnologias emergentes e novas gerações de profissionais para transformar os processos de <i>talent onboarding</i> , <i>talent development</i> , e <i>talent off-boarding</i> dentro de HR.	49

**Fonte:** Elaboração própria (2023).

\*Nota: As citações foram extraídas no dia 28/03/2021 na base de dados Scopus.

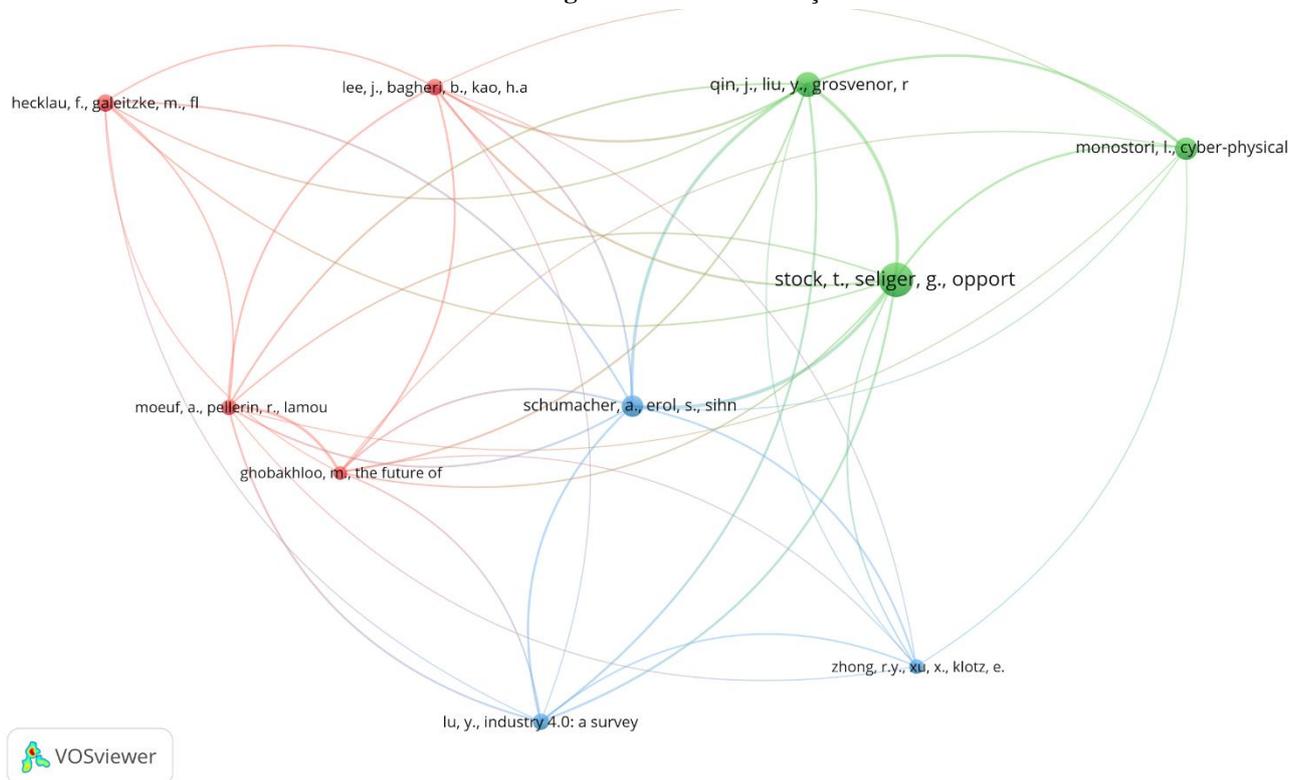
A partir da análise do Quadro 3 e da Figura 1, os artigos do cluster azul incluem Hirsch-Kreinsen (2016), Benešová e Jiří Tupa (2017), Motyl et al. (2017) e Liboni et al. (2018) que representam os principais trabalhos a abordar o lado humano da Indústria 4.0, focando nas implicações para a gestão de recursos humanos e para o desenvolvimento de competências desde a formação dos profissionais.

#### 4.1.2. Rede de cocitação

A rede de cocitação (Figura 2) apresenta os artigos co-citados na lista de referência dos trabalhos da amostra e suas conexões. Dessa forma, auxilia na identificação dos pilares teóricos da área. A rede foi gerada com artigos que possuíam no mínimo 15 citações, resultando em uma rede com 3 clusters (vermelho, azul e verde) e 10 artigos.



**Figura 2.** Rede de cocitação



Fonte: Elaborada no VosViewer (2023).

No geral, os 10 artigos possuem enfoque nas tecnologias da indústria 4.0. O cluster azul apresenta artigos de revisão literária do tema I4.0, assim como as tecnologias em questão. O verde, composto por três artigos, apresenta a convergência entre tópicos como ciência da computação e tecnologia da informação em relação à manufatura, conceitos fundamentais e sistemas de manufatura. Por último, o cluster vermelho, que é formado por quatro artigos, aborda questões como revisão literária geral, I4.0 com foco em médias e pequenas empresas, tendências tecnológicas, modelo de competência e uma arquitetura para a implementação de tecnologias da I4.0. O Quadro 4 apresenta as principais contribuições dos estudos da rede de cocitação.

**Quadro 4.** Análise dos artigos da rede de cocitação

Cluster	Autores	Título do artigo	Objetivo do estudo	Nº de Citações no Scopus*
Azul	Schumacher et al. (2016)	<i>A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises</i>	Propõe estender o foco da tecnologia dominante de modelos desenvolvidos recentemente abordando também os aspectos organizacionais.	378
	Lu (2017)	<i>Industry 4.0 A survey on technologies, applications and open research</i>	Revisão e visão geral da I4.0 por meio da literatura disponível, também apresenta as divergências entre as manufaturas da indústria 4.0 e propõe um framework de	872



			interoperabilidade. Também apresenta desafios e tendências para pesquisas futuras.	
	Zhong et al. (2017)	<i>Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0 A Review</i>	Revisão de tópicos como manufatura inteligente, internet das coisas e nuvem. Também revisa tecnologias como <i>cyber-physical systems</i> , <i>big data analysis</i> e tecnologias da informação e comunicação em meio a manufatura inteligente. Também descreve os movimentos globais para habilitar a manufatura inteligente.	700
Verde	Qin et al. (2016)	<i>A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond</i>	Aborda a concepção fundamental da indústria 4.0 e no estado dos atuais sistemas de manufatura. Também identifica as lacunas entre o sistema atual e os requerimentos da indústria 4.0. Apresenta uma estrutura de implementação da I4.0 que consiste em várias camadas descritivas e mostra como pode ajudar pessoas a entender e alcançar os requisitos da I4.0.	336
	Monostori (2014)	<i>Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&amp;D challenges</i>	Aborda a convergência da ciência da computação e das tecnologias da informação e tecnologia na manufatura.	607
	Stock e Seliger (2016)	<i>Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0</i>	Revisão da Indústria 4.0 por meio da literatura existente, apresenta uma visão geral das oportunidades para a fabricação sustentável. Apresenta também um estudo de caso de retrofit de equipamentos de manufatura como uma oportunidade específica para a indústria 4.0.	618
Vermelho	Lee et al. (2015)	<i>A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems</i>	Apresenta uma arquitetura unificada de 5 níveis como uma diretriz para a implementação dos <i>Cyber-Physical Systems</i> .	1940
	Hecklau et al. (2016)	<i>Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0</i>	Apresenta o desenvolvimento de um modelo de competência e mostra como as empresas podem desenvolver abordagens para enfrentar os desafios que surgem na indústria 4.0	191
	Ghobakhloo (2018)	<i>The future of manufacturing industry a strategic roadmap toward Industry 4.0</i>	Revisão das pesquisas sobre indústria 4.0, destacados os princípios chave e tendências tecnológicas. Apresenta um guia para a transição para a I4.0.	230
	Moeuf et al. (2018)	<i>The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0</i>	Revisão de literatura que aborda a Indústria 4.0 em relação às Médias e Pequenas Empresas. Classificando os artigos de forma a identificar os objetivos de desempenho almejados, as capacidades gerenciais necessárias e o grupo de tecnologia de cada caso.	253

**Fonte:** Elaboração própria (2023).

\*Nota: As citações foram extraídas no dia 28/03/2021 na base de dados Scopus segundo os 1224 documentos encontrados.

Os artigos apresentados no Quadro 4 compõem os pilares teóricos na definição dos conceitos da I4.0 e da transformação digital. É possível notar que os trabalhos de Lee et al. (2015) e Lu (2017) foram pioneiros nas definições dos conceitos e tecnologias relacionadas à Indústria 4.0 e, assim, apresentam os números mais elevados de citação da amostra.



### 4.1.3. Sistematização das competências profissionais

Ao realizar a análise e leitura dos artigos encontrados na revisão sistemática, foram levantadas as competências mencionadas como importantes para os profissionais envolvidos na transformação digital e indústria 4.0. A partir do cruzamento das competências citadas em mais de um artigo, elaborou-se o Quadro 5, classificando-as em dois grupos: a) Técnicas e b) Comportamentais.

**Quadro 5.** Sistematização e classificação das competências encontradas na literatura

Classificação	Competências	Artigos				
		Marnewick e Marnewick (2019)	Sousa e Rocha (2019)	Götz (2019)	Vrchota et al. (2019)	Maisiri, Darwish e Van Dyk (2019)
Técnicas	Análise de Dados				X	X
	Cyber Segurança				X	X
	Programação				X	X
	Digitalização		X			X
	Inteligência Artificial		X			X
	Internet das Coisas		X			X
	Novas Tecnologias				X	X
	Robotização		X			X
Comportamentais	Adaptabilidade	X		X	X	X
	Aprendizado Contínuo			X	X	X
	Solução de Problemas	X		X		X
	Comunicação	X		X	X	X
	Colaboração	X		X		X
	Criatividade	X		X		X
	Inovação	X		X		X
	Multidisciplinar	X		X		X
Trabalho em Equipe	X			X	X	

**Fonte:** Elaboração própria (2023).

A diferença entre os dois grupos de competências expostas no Quadro 5 pode ser compreendida pelo seu próprio nome, a primeira diz respeito aos conhecimentos lógicos, ou seja, cuja natureza está ligada ao raciocínio e ao estudo. A segunda classificação se refere às competências comportamentais, que se manifestam pela natureza de desenvolvimento humano do indivíduo em conjunto com a sociedade.



## 4.2. Entrevistas com profissionais

### 4.2.1. A transformação digital (TD) nas organizações

A partir dos resultados encontrados, entende-se que a transformação digital como parte de um processo de aprendizado e adequação no qual os profissionais precisam ser instruídos e capacitados, de forma a desenvolver um alinhamento com a organização e seus planos para a implantação e uso das novas tecnologias. Conforme destacado pelo entrevistado A no seguinte relato:

[A transformação digital] tem demandado a mudança de *mindset* das pessoas. A pessoa precisa querer conhecer os processos digitais e saber se quer se aprofundar mais. Ser o protagonista e não só o usuário.

O entrevistado A também aponta que a organização tem se preparado para a transformação digital há alguns anos e que isso demanda a aquisição de novos conhecimentos:

A [organização] vem passando por essa transformação através de conhecimento da indústria 4.0 e utilizando tecnologias habilitadoras desde dezembro de 2016 e tem tido muitos ganhos.

Logo, fica evidente que, assim como apontado na literatura por Veile et al. (2019), Whysall et al. (2019) e Ochôa e Pinto (2020), a transformação digital vai além dos aspectos tecnológicos. Esse processo impacta as organizações não somente em forma de ativos tecnológicos e conhecimento técnico, mas também em competências sociais e outras competências relacionadas ao perfil de seus profissionais. Todos esses fatores, em conjunto com a cultura e estrutura organizacional são os pilares para desenvolver um processo que irá impactar de forma relevante a empresa e o seu potencial de crescimento. O trecho abaixo relatado pelo entrevistado A corrobora a visão apresentada, abordando além dos aspectos humanos, as mudanças organizacionais:

É preciso criar uma nova estrutura organizacional para absorver esse processo digital. Por exemplo, criar novos cargos. A mudança precisa ser de cima para baixo, o presidente precisa querer isso e realizar o desmembramento da política digital para os outros níveis da companhia.

De modo geral, os achados apresentados condizem com a literatura, demonstrando que, embora a tecnologia seja a habilitadora da transformação digital, o processo de transformação requer mudanças na estrutura organizacional, que estejam alinhadas às metas da transformação digital (Veile et al., 2019), e que também necessita que os empregados mudem seus valores e desenvolvam suas competências de acordo com a nova realidade 4.0 (Bauer et al., 2015). Por meio da criação de uma nuvem de palavras no software NVivo (Figura 3), que foi desenvolvida



com as principais palavras citadas nas entrevistas realizadas, pode-se verificar os principais pontos relacionados à TD. Como é visto na Figura 3, os termos “pessoas”, “digital”, “mudança”, “atitude”, “habilidade” e “conhecimento” receberam destaques nas entrevistas. Assim, entende-se que as pessoas por meio de suas competências profissionais sejam agentes de grande impacto nesse processo da transformação digital.

Figura 3. Nuvem de Palavras



Fonte: Desenvolvida no NVivo (2023).

#### 4.2.2. As competências dos profissionais envolvidos na TD

Quanto às competências, os entrevistados apresentaram uma importante compreensão de que as pessoas são um ponto chave dentro das organizações e o motor que faz com que o processo de geração de valor ocorra. Verificou-se a citação de diversas competências técnicas e comportamentais durante a realização das entrevistas. Através dos trechos abaixo, pode-se compreender a relevância do conhecimento técnico e da implantação de determinadas tecnologias para o modelo de negócios das empresas entrevistadas:

Então, hoje, você vê as tecnologias de inteligência artificial, *machine learning*, *big data*, ciência de dados. Isso aí são competências muito apreciadas e necessárias.” (Entrevistado B)

E nesse sentido, nós viemos buscando tecnologias para implantação para aprendermos sobre, por exemplo, *machine learning*, robotização, *big data* ... IOT, cibersegurança, impressoras 3D ... realidade aumentada ... simulação de processo ou produto. (Entrevistado B)

Em relação às competências comportamentais, foi percebido um destaque para quatro competências, sendo elas: aprendizado contínuo (proatividade e vontade de aprender); curiosidade; adaptabilidade e criatividade. Ademais, comenta-se sobre a diferença entre os dois tipos de competências:



Então, as competências técnicas eu coloco como o conhecimento ... e a não técnica é a atitude que multiplica tudo isso ... Então eu acredito que quando eu vou entrevistar alguém ou quando vou buscar alguém para trabalhar no time comigo, a primeira coisa que eu busco é atitude.

É possível verificar que o fator técnico é mais variável do que o fator comportamental, dado que as demandas de implantação tecnológica alteram de acordo com a organização e a tecnologia que ela irá utilizar. Por outro lado, independente da tecnologia, as competências comportamentais são requisitadas e levadas em consideração em ambos os casos de forma preferível que já sejam intrínsecos ao profissional. Nesse ponto, é reforçada a importância das competências pessoais e sociais mencionadas por Marnewick e Marnewick (2019) e Gotz (2019).

No caso de desenvolvimento de competências, notou-se que ambas as organizações dos entrevistados partiram inicialmente de uma perspectiva de capacitação e desenvolvimento interno, no qual os próprios profissionais buscavam se desenvolver, adquirir conhecimento e compartilhar com suas equipes. Nesse aspecto foi mencionado que:

Desde 2016 nós viemos entendendo qual era a habilidade de cada pessoa. Principalmente do meu grupo de engenheiros e técnicos, 24 pessoas, para entender se essas pessoas estavam dispostas a procurar esse perfil digital, já que a empresa não iria preparar essas pessoas ... E fomos dando projetos e pedindo para as pessoas buscarem os conhecimentos. Nem todos terão a habilidade necessária para buscar o conhecimento e trilhar o caminho digital. Das 24 pessoas, 5 fazem projetos digitais. (Entrevistado A)

Em 2018, a fim de entender as competências digitais do meu time e dos outros departamentos, fizemos uma matriz com o nome de todas as pessoas com as tecnologias habilitadoras e separando cada pessoa como usuário, professor e desenvolvedor. Quem será ... na tecnologia de cibersegurança? Um usuário, professor ou desenvolvedor? (Entrevistado A)

#### 4.2.3. Os benefícios e desafios da TD

A implementação da transformação digital implica em diferentes resultados, estímulos e desafios de acordo com a organização na qual ela ocorre. Quanto aos benefícios, destaca-se que alguns foram percebidos em função da pandemia de Covid 19, que ocorreu durante os anos de 2020 e 2021 no Brasil. Conforme é citado pelo entrevistado B:

[...] 100% dos funcionários estão trabalhando de casa sem impacto nenhum na operação.

Esse resultado, apesar de ter ocorrido em função da pandemia de Covid-19, demonstra que a organização desenvolveu uma estrutura organizacional capaz de trabalhar de forma

remota e digital. Além do mais, o entrevistado A apresentou um resultado voltado a redução de custos com a aplicação de tecnologia:

[...] através do RPA, conseguimos automatizar as funções da pessoa que seria contratada.

Na seção anterior foi abordada a questão das competências, por conseguinte, esse também acaba se tornando um assunto com desafios a serem superados. Um desafio relevante é a dificuldade enfrentada na seleção de profissionais com as competências adequadas para a nova realidade, conforme enfatiza o entrevistado A:

Quando o RH vai buscar um profissional, eles buscam um tradicional para área de pesquisa e inovação, que tem as mesmas competências da década de 80. Há a necessidade de se atualizar as competências relevantes para a organização e um alinhamento entre as áreas para trazer novas pessoas para a empresa.

Nesse ponto, o entrevistado A complementa com a seguinte menção:

Quando vou ao departamento pessoal e digo que preciso de um engenheiro de processos, existe uma trava que delimita a contratação pela formação do profissional. Um matemático pode dar mais resultados do que um engenheiro se a habilidade a ser levada em consideração for análise de dados.

A fim de superar esse obstáculo, as organizações vêm pensando em formas de capacitar seus profissionais e tornar o seu ambiente mais propício ao processo de transformação digital. Para isso, são desenvolvidos programas de networking, aprendizagem e aplicação de conhecimentos. Uma das formas utilizadas para promover a TD, segundo o relato do entrevistado B, foi através de um programa de aprendizagem:

... existe um programa chamado *degreed*, que tem tudo que você imagina... o que você quiser aprender, você aprende ...

## 5. Considerações Finais

Este trabalho teve por objetivo analisar as competências técnicas e comportamentais fundamentais para os profissionais envolvidos no processo de transformação digital nas organizações. Para isso, a realização de uma revisão da literatura sobre o tema permitiu identificar diversas competências profissionais. Na sequência, a condução de entrevistas com profissionais da indústria possibilitou levantar, a partir de dados empíricos, as demandas esperadas das pessoas envolvidas com a transformação digital.

Como resultados principais, destaca-se a sistematização e classificação das competências encontradas a partir da revisão da literatura e a compreensão da opinião de profissionais e gestores atuantes diretos no processo de transformação digital. Verificou-se que, conforme a literatura, as competências podem ser classificadas em técnicas e comportamentais.



As competências técnicas estão relacionadas à ocupação e aos processos de trabalho bem como às tecnologias e suas aplicações, enquanto as competências comportamentais envolvem aspectos de características pessoais e aspectos sociais do trabalho.

A partir das entrevistas realizadas, constatou-se que, de fato, os aspectos humanos são fundamentais no processo de TD. Além disso, apesar da relevância das competências técnicas para a implantação de determinadas tecnologias, as competências comportamentais também são muito importantes e, inclusive, para um dos entrevistados, é o primeiro aspecto buscado em um profissional. Na categoria técnica, foram destacadas as competências em inteligência artificial, *machine learning*, *big data*, ciência de dados e simulações. Ao passo que na categoria comportamental, foram mencionadas o aprendizado contínuo, proatividade, vontade de aprender, curiosidade, adaptabilidade, criatividade e atitude.

### 5.1. Implicações teóricas e práticas

Este estudo contribui com o desenvolvimento científico da área de transformação digital, agregando achados à literatura existente, ao destacar, principalmente, a importância das competências comportamentais para o sucesso da TD nas organizações. Nesse sentido, o estudo apoia a importância da evolução da Indústria 4.0 para o conceito de Indústria 5.0, ao ressaltar o papel central da dimensão humana para uma efetiva transição das empresas.

Por revelar a importância das competências comportamentais de aprendizado contínuo, proatividade, vontade de aprender, curiosidade, adaptabilidade, criatividade e atitude, bem como das técnicas relacionadas às tecnologias de inteligência artificial, *machine learning*, *big data*, ciência de dados e simulações, este estudo ajuda a esclarecer aos novos profissionais algumas das principais competências requeridas pelo mercado na era da transformação digital. Além disso, os achados podem fomentar iniciativas que direcionam a capacitação dos recursos humanos no ambiente 4.0 dentro e fora das organizações, indicando também a importância da atualização das competências a serem desenvolvidas durante a formação acadêmica dos profissionais.

### 5.2. Limitações e direções para estudos futuros

É importante mencionar que este estudo possui certas limitações. Por exemplo, foram realizadas apenas duas entrevistas com profissionais do mercado. Além disso, devido ao contexto de pandemia de Covid-19, essas entrevistas foram conduzidas no formato online. Sugere-se que outros estudos conduzam um número maior de entrevistas e que abordem as principais competências a partir de perspectivas diferentes, bem como, busquem outras fontes de pesquisa, como relatórios de empresas e estudos de caso.

Ademais, aqui, foram discutidas as visões de engenheiros e gestores envolvidos diretamente com a TD, porém, seria interessante também verificar a perspectiva de profissionais da área de gestão de pessoas, que realizam o primeiro contato direto com os novos profissionais a serem recrutados e, que muitas vezes, são promotores das ações de capacitação e do desenvolvimento de competências; no intuito de apontar políticas e práticas adotadas pelas empresas, tais como: a definição de perfil de seus profissionais para a TD e o alinhamento entre estrutura e cultura organizacionais para guiar os processos de trabalho.

Destaca-se ainda a importância de novas pesquisas sobre o tema com contribuições e vivências após o cenário pós-pandêmico para a transformação digital e competências.



Recomenda-se, ainda, que estudos futuros desenvolvam um modelo de diagnóstico que permita aos gestores identificarem o nível atual de prontidão digital da empresa e de competências relacionadas à Indústria 4.0 de seus trabalhadores.

## Referências

- Albino, G. (2018). Technical and behavioral competencies on performance evaluation: Petrek leaders' perspectives. *Sage Open*, 8(2), 2158244018780972.
- Andrade, C. R. D'O., & Gonçalo, C. R. (2022). Plataformas e ecossistemas: fatores antecedentes ou propulsores para promover estratégia de transformação digital. *Revista de Administração, Sociedade e Inovação*, 8(2).
- Ayala, N. F., Paslauski, C. A., Ghezzi, A., & Frank, A. G. (2017). Knowledge sharing dynamics in service suppliers' involvement for servitization of manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 193, 538-553.
- Bauer, W., Hämmerle, M., Schlund, S., & Vocke, C. (2015). Transforming to a hyper-connected society and economy—towards an “Industry 4.0”. *Procedia Manufacturing*, 3, 417-424.
- Benešová, A., & Tupa, J. (2017). Requirements for education and qualification of people in Industry 4.0. *Procedia manufacturing*, 11, 2195-2202.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Information and Communication Engineering*, 8(1), 37-44.
- Büchi, G., Cugno, M., & Castagnoli, R. (2020). Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119790.
- CNI (Confederação Nacional da Indústria no Brasil). (2016). Industry 4.0: a new challenge for Brazilian industry. *CNI Indicators*, 17(2), 1-13.
- Coreynen, W., Matthyssens, P., & Van Bockhaven, W. (2017). Boosting servitization through digitization: Pathways and dynamic resource configurations for manufacturers. *Industrial marketing management*, 60, 42-53.
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of production economics*, 204, 383-394.
- Duarte, R. (2004). Entrevistas em pesquisas qualitativas. *Educar em revista*, (24), 213-225.
- Erol, S., Jäger, A., Hold, P., Ott, K., & Sihm, W. (2016). Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. *Procedia CiRp*, 54, 13-18.
- Farias-Gaytan, S., Aguaded, I., & Ramirez-Montoya, M. S. (2023). Digital transformation and digital literacy in the context of complexity within higher education institutions: a systematic literature review. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 1-11.



- Flick, U. (2009). *Qualidade na pesquisa qualitativa: coleção pesquisa qualitativa*. Bookman editora.
- 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.
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of manufacturing technology management*, 29(6), 910-936.
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Vilkas, M., Grybauskas, A., & Amran, A. (2022). Drivers and barriers of Industry 4.0 technology adoption among manufacturing SMEs: a systematic review and transformation roadmap. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(6), 1029-1058.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: the industrial internet of things*. Apress.
- Götz, M. (2019). The industry 4.0 induced agility and new skills in clusters. *Фopcaïм*, 13(2 eng), 72-83.
- Gruden, N., & Stare, A. (2018). The influence of behavioral competencies on project performance. *Project Management Journal*, 49(3), 98-109.
- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia Cirp*, 54, 1-6.
- Hinings, B., Gegenhuber, T., & Greenwood, R. (2018). Digital innovation and transformation: An institutional perspective. *Information and Organization*, 28(1), 52-61.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2016). Digitization of industrial work: development paths and prospects. *Journal for Labour Market Research*, 49(1), 1-14.
- Jazdi, N. (2014). Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In: *International conference on automation, quality and testing, robotics*.
- Jeschke, S., Brecher, C., Meisen, T., Özdemir, D., & Eschert, T. (2017). *Industrial internet of things and cyber manufacturing systems*. Springer International Publishing.
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0: Securing the future of German manufacturing industry*. Forschungsunion.
- Kazancoglu, Y., & Ozkan-Ozen, Y. D. (2018). Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy Dematel. *Journal of enterprise information management*, 31(6), 891-907.
- Kergroach, S. (2017). Industry 4.0: New challenges and opportunities for the labour market. *Фopcaïм*, 11(4 eng), 6-8.
- Krimpmann, D. (2015). IT/IS organisation design in the digital age—a literature review. *International journal of computer and information engineering*, 9(4), 1208-1218.



- Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2017). *Fundamentos de metodologia científica*. 8. ed., São Paulo: Atlas.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3, 18-23.
- Liboni, L. B., Cezarino, L. O., Jabbour, C. J. C., Oliveira, B. G., & Stefanelli, N. O. (2019). Smart industry and the pathways to HRM 4.0: implications for SCM. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 124-146.
- Loebbecke, C., & Picot, A. (2015). Reflections on societal and business model transformation arising from digitization and big data analytics: A research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 24(3), 149-157.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of industrial information integration*, 6, 1-10.
- 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.
- Mangematin, V., Sapsed, J., & Schüßler, E. (2014). Disassembly and reassembly: An introduction to the Special Issue on digital technology and creative industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 83, 1-9.
- Maresova, P., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A., & Krejcar, O. (2018). Consequences of industry 4.0 in business and economics. *Economies*, 6(3), 46.
- Marnewick, C., & Marnewick, A. L. (2019). The demands of industry 4.0 on project teams. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(3), 941-949.
- Martín-Martín, A., Orduna-Malea, E., Thelwall, M., & López-Cózar, E. D. (2018). Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories. *Journal of informetrics*, 12(4), 1160-1177.
- Minayo, M. C. S., Deslandes, S. F., & Gomes, R. (2011). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Editora Vozes Limitada.
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International journal of production research*, 56(3), 1118-1136.
- Monostori, L. (2014). Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges. *Procedia Cirp*, 17, 9-13.
- Motyl, B., Baronio, G., Uberti, S., Speranza, D., & Filippi, S. (2017). How will change the future engineers' skills in the Industry 4.0 framework? A questionnaire survey. *Procedia manufacturing*, 11, 1501-1509.
- Ochôa, P., & Pinto, L. G. (2017). Transformação digital e competências digitais: estratégias de gestão e literacia. *Literacia, Media e Cidadania-Livro de Atas*, 4, 386-398.



Ordieres-Meré, J., Gutierrez, M., & Villalba-Díez, J. (2023). Toward the industry 5.0 paradigm: Increasing value creation through the robust integration of humans and machines. *Computers in Industry*, 150, 103947.

Paiva, K. C. M., & Montezano, L. (2023) Competências: níveis de análise e conceitos. In: Helal, Diogo Henrique; Oltramari, Andrea Poletto; Moscon, Daniela Campos Bahia; Paiva, Kely César Martins. (Org.). *Dicionário de Gestão de Pessoas e Relações de Trabalho no Brasil*. 1 ed. Bauru, SP: Gradus Editora, 1, 45-51.

Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard business review*, 92(11), 64-88.

Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia cirp*, 52, 173-178.

Rannertshausen, P., Kessler, M., & Arlinghaus, J. C. (2022). Human-centricity in the design of production planning and control systems: A first approach towards Industry 5.0. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 2641-2646.

Rodrigues, N. V. F., Fiorini, P. D. C., & Piato, É. L. (2022). Logistics 4.0 and corporate sustainability: an organizational theory perspective. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, 17(4), 108.

Salman, M., Ganie, S. A., & Saleem, I. (2020). The concept of competence: a thematic review and discussion. *European Journal of Training and Development*, 44(6/7), 717-742.

Santos, B. P., Alberto, A., Lima, T. D. F. M., & Charrua-Santos, F. M. B. (2018). Indústria 4.0: desafios e oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, 4(1), 111-124.

Marmolejo-Saucedo, J. A. (2018). Industry 4.0 framework for management and operations: a review. *OPENAIRE*.

Schneider, P. (2018). Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. *Review of Managerial Science*, 12(3), 803-848.

Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., Ten Hompel, M., & Wahlster, W. (Eds.). (2017). *Industrie 4.0 maturity index: die digitale transformation von unternehmen gestalten*. Herbert Utz Verlag.

Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 52, 161-166.

Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Currency.

Sivathanu, B., & Pillai, R. (2018). Smart HR 4.0—how industry 4.0 is disrupting HR. *Human Resource Management International Digest*, 26(4), 7-11.

Sousa, M. J., & Rocha, Á. (2019). Digital learning: Developing skills for digital transformation of organizations. *Future Generation Computer Systems*, 91, 327-334.

Stachová, K., Papula, J., Stacho, Z., & Kohnová, L. (2019). External partnerships in employee education and development as the key to facing industry 4.0 challenges. *Sustainability*, 11(2), 345.



- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40, 536-541.
- Sung, T. K. (2018). Industry 4.0: a Korea perspective. *Technological forecasting and social change*, 132, 40-45.
- 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.
- Vera-Baceta, M. A., Thelwall, M., & Kousha, K. (2019). Web of Science and Scopus language coverage. *Scientometrics*, 121(3), 1803-1813.
- Jaroslav, V. (2019). *Human resources readiness for industry 4.0*.
- Walsh, S., & Linton, J. D. (2002). The measurement of technical competencies. *The Journal of High technology management research*, 13(1), 63-86.
- Wang, L., Törngren, M., & Onori, M. (2015). Current status and advancement of cyber-physical systems in manufacturing. *Journal of manufacturing systems*, 37, 517-527.
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International journal of distributed sensor networks*, 12(1), 3159805.
- Whysall, Z., Owtram, M., & Brittain, S. (2019). The new talent management challenges of Industry 4.0. *Journal of management development*, 38(2), 118-129.
- Wilcox, Y., & King, J. A. (2014). A professional grounding and history of the development and formal use of evaluator competencies. *Canadian Journal of Program Evaluation*, 28(3), 1-28.
- Wilkesmann, M., & Wilkesmann, U. (2018). Industry 4.0—organizing routines or innovations?. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 48(2), 238-254.
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. *Engineering*, 3(5), 616-630.