



# ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01  
de dezembro 2023

## A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NA INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Marcela Marçal Alves Pinto Mick  
UTFPR

João Luiz Kovaleski  
UTFPR

Daiane Maria de Genaro Chirolí  
UTFPR

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a relação existente entre Indústria 4.0 e Transferência de Tecnologia. Essa pesquisa vem como auxílio para pesquisas e direcionamentos futuros relacionados a Transferência de Tecnologia no contexto 4.0 das Organizações. Para atingir o objetivo proposto, foi utilizada a metodologia Methodi Ordinatio, ferramenta essa que ordena artigos a partir de critérios como o fator de impacto dos periódicos, o ano de publicação e número de citações. Com essa busca, percebeu-se que existem 7 relações mais abordadas entre esses dois temas. Saber como essa relação ocorre é muito importante para o entendimento da presença da Transferência de Tecnologia na Indústria 4.0. Pesquisadores e organizações podem se beneficiar dessa categorização, pois mostra diferentes vertentes em que esses dois temas são influenciados um pelo outro.

**Palavras-chave:** Transferência de Tecnologia, Indústria 4.0, Revisão de Literatura.

## TECHNOLOGY TRANSFER IN INDUSTRY 4.0: A LITERATURE REVIEW

**Abstract:** The present paper aims to carry out a literature review on the relationship between Industry 4.0 and Technology Transfer. This research comes as an aid for future research and directions related to Technology Transfer in the 4.0 context of Organizations. To achieve the proposed objective, the Methodi Ordinatio methodology was used, a tool that orders articles based on criteria such as the impact factor of the journals, the year of publication and the number of citations. With this search, it was noticed that there are 7 most discussed relationships between these two themes. Knowing how this relationship occurs is very important for understanding the presence of Technology Transfer in Industry 4.0. Researchers and organizations can benefit from this categorization, as it shows different aspects in which these two themes are influenced by each other.

**Keywords:** Technology Transfer, Industry 4.0, Literature Review.

## **1. Introdução**

A competição entre empresas manufatureiras tornou-se cada vez mais acirrada e dessa maneira, muitos países e organizações propuseram novos paradigmas de produção para integrar o processo de fabricação (KHAN; TUROWSKI, 2016). A Indústria 4.0 (I4.0) é um dos conceitos mais populares em áreas de manufatura avançada e tem sido considerada como uma direção futura (WEIGAND; PRAUSE, 2016). A Indústria 4.0 é a quarta revolução industrial que aplica os princípios de sistemas ciber-físicos, internet, tecnologias orientadas para o futuro e sistemas inteligentes, com paradigmas de interação homem-máquina (FU et al., 2018).

De acordo com Stark (2004), o gerenciamento de um produto desde o início até o descarte tem valor estratégico para uma determinada empresa na economia em rede. Com fábricas e produtos inteligentes, mudanças ocorrerão na maneira como os produtos serão fabricados, impactando em vários setores do mercado.

Porém, para que o conceito de Indústria 4.0 seja aplicado nas organizações, surgem abordagens de processos, operações e atividades da área da Transferência de Tecnologia (TT) que devem ser analisadas.

A Transferência de Tecnologia é considerada um processo ativo em que a tecnologia é transferida entre duas entidades distintas, seja ela em forma de conhecimento, tecnologia ou produtos (BOZEMAN, 2000; CORMICAN; O'CONNOR, 2009, BOZEMAN et al., 2015).

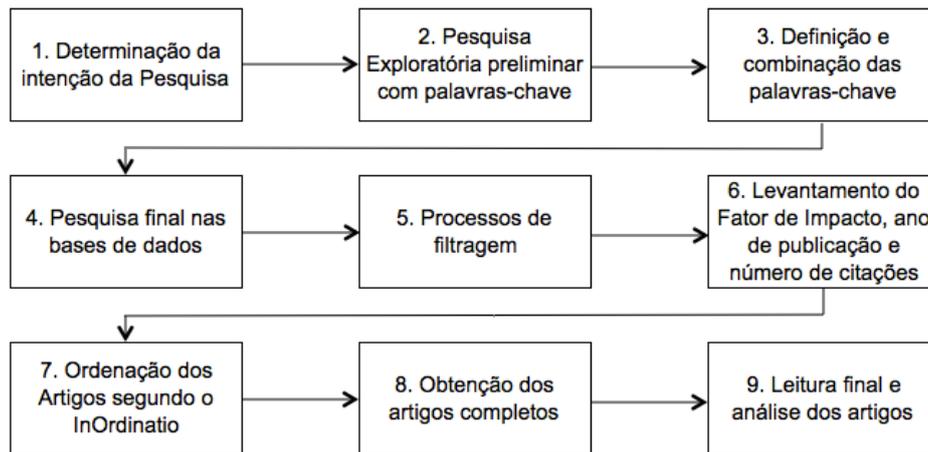
Segundo Zangiacomini et al. (2018), a adoção de abordagens para a TT tem um papel relevante como facilitador no processo de transformação digital e está diretamente ligada à importância de aumentar a base de conhecimento nas tecnologias da I4.0.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as relações existentes entre Transferência de Tecnologia e Indústria 4.0. Com isso, será possível realizar análises e identificar lacunas para futuros modelos, pesquisas e ferramentas.

## **2. Metodologia**

A obtenção do portfólio bibliográfico para essa pesquisa baseou-se na busca através de uma revisão bibliográfica sistematizada (RBS), utilizando a metodologia *Methodi Ordinatio* de Pagani, Kovaleski e Resende (2015). Esta metodologia ordena artigos a partir de critérios como o fator de impacto dos periódicos aos quais os artigos foram publicados, o ano de publicação e número de citações. Para a aplicação desta metodologia, as etapas que devem ser seguidas estão representadas na Figura 1.

**Figura 1 - Etapas do Methodo Ordinatio**



Fonte: Adaptado de Pagani, Kovaleski e Resende (2015)

*Etapa 1 – Determinar a intenção da Pesquisa:* A utilização desta metodologia de revisão sistemática tem o objetivo de auxiliar na análise entre Transferência de Tecnologia e Indústria 4.0. Sendo assim, essa foi a intenção da pesquisa deste tópico contido dentro desta metodologia.

*Etapa 2 – Pesquisa exploratória preliminar com palavras-chave:* Na segunda etapa, foi realizada uma pesquisa preliminar com palavras-chave que se adequavam ao estudo em dois principais eixos: “industry 4.0” e “technology transfer” nas bases de dados Scopus, Science Direct e Web of Science. Essas três bases de dados foram selecionadas devido a retornarem um montante de artigos com fator de impacto relevante.

*Etapa 3 – Definição e combinação das palavras-chave:* Como o objetivo desse trabalho é analisar a relação entre TT e I4.0, foi percebido na Etapa 2 que para ter uma base de estudos consistente, é necessário dividir essa busca entre 3 grupos, de acordo com seus assuntos principais e palavras-chave. Além disso, os termos “Indústria 4.0” e “Transferência de Tecnologia”, possuem diversas variantes, que devem estar todas presentes nas buscas. A tabela 1 apresenta as variantes de cada termo. O Grupo 1 serão as combinações entre Variantes de I4.0 e Variantes de Revisão de Literatura; O Grupo 2 as Variantes de TT e as Variantes de Revisão de Literatura; O Grupo 3 as combinações de Variantes de TT e Variantes de I4.0.

**Tabela 1 – Resultado nas bases de dados**

Variantes de I4.0	Variantes de TT	Variantes Revisão de Literatura
Industry 4.0	Technology Transfer	Literature Review
Industrie 4.0	Knowledge Transfer	State-of-the-art
Factories of the Future	Knowledge and Technology Transfer	
Advanced Manufacturing		
Smart Factory		
Intelligent Manufacturing		
Industrial Internet		
Fourth Industrial Revolution		
Digital Manufacturing		

*Etapa 4 – Pesquisa final nas bases de dados:* A pesquisa final foi realizada através das combinações de palavras-chave descritas na etapa anterior nas bases de dados Web of Science, Science Direct e Scopus, para encontrar um número bruto de artigos. Foi utilizado

um recorte temporal de 23 anos: jan/2000 < abril/2023. De forma resumida, na Tabela 2 é apresentado o resultado inicial deste levantamento.

**Tabela 2 – Resultado nas bases de dados**

Grupo	Palavras-chave	Scopus	Science Direct	Web of Science	Total
Grupo 1	("Industry 4.0" OR "Industrie 4.0" OR "Factories of the Future" OR "Advanced Manufacturing" OR "Smart Manufacturing" OR "Smart Factory" OR "Intelligent Manufacturing" OR "Industrial Internet" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "Digital Manufacturing") AND ("Literature Review" OR "State-of-the-art")	1032	593	565	2190
Grupo 2	("Technology Transfer" OR "Knowledge Transfer" OR "Knowledge and Technology Transfer") AND ("Literature Review" OR "State-of-the-art")	719	167	386	1272
Grupo 3	("Industry 4.0" OR "Industrie 4.0" OR "Factories of the Future" OR "Advanced Manufacturing" OR "Smart Manufacturing" OR "Smart Factory" OR "Intelligent Manufacturing" OR "Industrial Internet" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "Digital Manufacturing") AND ("Technology Transfer" OR "Knowledge Transfer" OR "Knowledge and Technology Transfer")	192	21	40	253

Portanto, foi levantado um total bruto de 3715 artigos para realizar o estudo em questão. As informações desses artigos extraídas em formato BibTex foram então levadas ao software de gerenciamento de referências Mendeley Desktop®, onde o processo de filtragem foi iniciado.

**Etapa 5 – Processos de filtragem:** O número bruto de artigos foi então filtrado seguindo os seguintes critérios: "Exclusão de duplicatas", "Exclusão de livros e capítulos de livros", "Exclusão pela leitura dos títulos" e "Exclusão pela leitura do resumo". Os artigos de conferência não foram excluídos devido ao assunto ser recente e estes tipos de artigos poderem possuir conteúdos relevantes para a pesquisa.

Na filtragem pelo critério de "Exclusão de duplicatas", através de uma ferramenta disponível no software Mendeley Desktop®, o número bruto de artigos foi reduzido para 1890 artigos. Estes artigos, agora sem duplicatas, foram filtrados pela "Exclusão de livros e capítulos de livros" e "Exclusão pela leitura dos títulos" levando ao número final do portfólio preliminar de 395 artigos.

Assim, esses artigos foram extraídos do gerenciador de referências e lavados ao software Excel® para que pudessem ser tabelados e analisados na etapa posterior.

**Etapa 6 – Identificação do ano de publicação, fator de impacto e número de citações:** Nesta etapa, foram extraídas as informações necessárias dos artigos para a realização da Etapa 7. O ano de publicação já estava contido nos arquivos quando extraídos em formato BibTex na Etapa 4. O fator de impacto foi consultado através da relação disponível no site da Clarivate Analytics e o número de citações de cada artigo foi adquirido através do Google Scholar.

**Etapa 7 – Ordenação dos artigos segundo o InOrdinatio:** Esta etapa de ordenação dos artigos proposta na metodologia, é realizada através do cálculo do índice InOrdinatio através da seguinte equação (1).

$$\text{InOrdinatio} = (\text{IF}/1000) + \alpha * [10 - (\text{Research Year} - \text{Publish Year})] + (\sum \text{Ci})$$

(Equação 01)

Onde, IF: Fator de impacto do periódico;  $\alpha$ : Coeficiente definido pelo pesquisador; Research Year: Ano em que a pesquisa foi realizada; Publish Year: Ano de publicação do artigo; Ci: Número de citações do artigo em outros trabalhos.

O Valor de  $\alpha$  é atribuído pelo pesquisador podendo variar entre 1 e 10. Quanto mais próximo de 1, menor será a importância que o pesquisador atribui ao ano de publicação dos artigos, e quanto mais próximo de 10 maior será o peso do ano de publicação no cálculo. Nesta pesquisa foi atribuído o valor 6, por ser um critério importante, porém não primordial.

Os artigos que obtiveram um InOrdinatio negativo foram excluídos do portfólio. Ficando assim com um total de 275 artigos.

*Etapa 8 – Obtenção dos artigos por completo:* Os 275 artigos foram adquiridos na íntegra para que pudessem ser analisados na Etapa 9.

*Etapa 9 – Leitura final e análise dos artigos:* Os artigos finais foram estudados primeiramente em uma análise bibliométrica. Esta análise foi realizada a partir dos dados encontrados nos artigos. Posteriormente foi realizada uma leitura desses artigos para extrair informações necessárias para a composição desse trabalho. Assim, foi realizada uma análise de conteúdo para atingir aos objetivos da pesquisa.

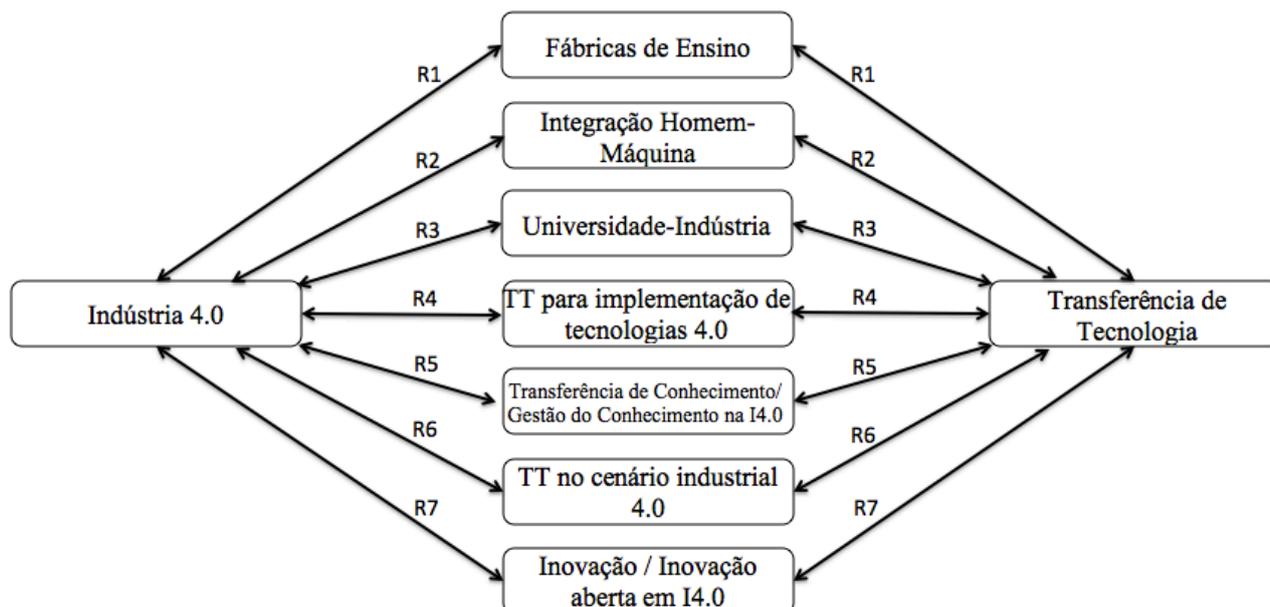
### **3. Análise dos Resultados: Relações existentes entre TT e I4.0**

A Transferência de Tecnologia pode ocorrer de diversas maneiras. Uma distinção importante na literatura sobre TT está entre transferência de tecnologia vertical e horizontal. Ambos são considerados importantes para o desenvolvimento econômico, e podem estar presentes juntos em uma organização. Em transferência de tecnologia horizontal, o conhecimento se difunde para os concorrentes, enquanto na transferência de tecnologia vertical, difunde conhecimento aos potenciais fornecedores de insumos (OCKWELL et al., 2008).

A Indústria 4.0 é um tema novo e importante para as organizações. Muitas empresas estão implementando essas novas tecnologias pertencentes a essa nova revolução industrial. Uma maneira de facilitar esse processo de implementação da Indústria 4.0 nas organizações, é utilizar atividades e mecanismos de Transferência de Tecnologia (DA SILVA et al., 2019). Essa relação pode ser de diversas maneiras, e é fundamental entender como ela pode acontecer.

Portanto, baseando-se na revisão de literatura realizada, foram classificadas as diferentes maneiras em que a relação entre Indústria 4.0 e Transferência de Tecnologia pode ocorrer. Foram encontradas sete diferentes relações (R1-R7), apresentadas na Figura 2.

Figura 2 - Relações entre Indústria 4.0 e Transferência de Tecnologia



Fonte: Autoria própria (2021)

### 3.1 Fábricas de ensino

Essas transformações que estão ocorrendo na sociedade moderna geram um desafio adicional para a educação. Os futuros funcionários precisarão de várias habilidades para lidar com essa nova realidade da indústria e da sociedade (MAIA et al., 2017). A Indústria 4.0 propaga a ideia de trabalhadores que cada vez mais se concentrarão em atividades criativas, inovadoras e comunicativas. Além disso, trabalho com soluções complexas de problemas, pensamento sistêmico e habilidades sociais. Nas habilidades sociais está sob consideração a persuasão, a inteligência emocional, as habilidades de ensino e a aprendizagem ativa (LANZA et al., 2015).

O desenvolvimento de Fábricas de Ensino (Learning Factories) é um conceito crítico na reindustrialização da Europa. Segundo Bedolla et al. (2017), os países mais industrializados estão financiando programas nacionais e internacionais para promover a integração das tecnologias capacitantes da Industry 4.0 nos ambientes de produção.

As Fábricas de Ensino oferecem um ambiente realista de sistemas de produção pelo uso de seus equipamentos técnicos. Além disso, as melhorias e modificações do processo podem ser testadas com segurança durante os processos de produção. Portanto, as fábricas de aprendizagem oferecem uma grande oportunidade para treinamentos e preparação de estudantes para o uso da Indústria 4.0 (KRÜCKHANS et al., 2016) e devem estar intimamente ligados aos sistemas de produção ciberfísicos (ABELE et al., 2015).

### 3.2 Interação Homem-Máquina

Além dos desenvolvimentos da indústria em direção à digitalização da manufatura, o impulso tecnológico da Indústria 4.0 força as organizações a adotarem um comportamento adaptativo, levando-as a novos processos de gerenciamento promovidos por evoluções no aprendizado. O setor 4.0 afetará a maneira como as empresas relacionadas à gestão de recursos humanos e às tendências humanas são consideradas (LIBONI et al., 2019).

Bahrin et al. (2016) identificam a interconexão de seres humanos, objetos e sistemas, o que leva a sistemas dinâmicos de valor otimizados e auto-organizados em tempo real como um dos componentes críticos da Indústria 4.0. Os trabalhadores agregam muito valor aos processos de inovação e aprendizado organizacional. O sistema de fabricação moderno é

considerado uma composição de componentes ciber-físicos, cibernéticos e humanos, e a IoT é usada como elemento de conexão para integração (THRAMBOULIDIS; CHRISTOULAKIS, 2016).

Essa interconexão do homem com os objetos e sistemas da I4.0, chama-se de Interface Homem-Máquina (IHM). Essa relação é caracterizada pela proximidade do relacionamento entre o sistema e os operadores humanos, que podem compartilhar o mesmo espaço de trabalho. De acordo com essa visão, a integração de agentes humanos é considerada desde o estágio inicial do projeto do sistema artificial e das entidades que irão interagir com eles. Além disso, a capacidade e os limites do ser humano são considerados e equilibrados com os do sistema. Isso corresponde a um design centrado no ser humano (BERDAL et al., 2018).

De acordo com Sivathanu e Pillai (2018), as organizações precisarão alinhar suas estratégias e práticas de Gestão de Recursos Humanos (GRH) com a Indústria 4.0, incluindo tópicos como emprego na força de trabalho e desenvolvimento de habilidades. Nesse sentido, certas habilidades digitais podem ser necessárias no futuro da Indústria 4.0, como resolução de problemas, tarefas não rotineiras e criação de saídas digitais (DJUMALIEVA; SLEEMAN, 2018).

### **3.3 Universidade-Indústria**

Uma das principais maneiras de transferir tecnologia é através da interação de universidades com as indústrias.

A função das universidades na sociedade do conhecimento como produtoras e transmissoras de conhecimento é cada vez mais importante, não apenas como instrutora de capital humano, mas também na condução e criação de invenções e inovações e resolução de problemas sociais (DUTRÉNIT et al., 2010). Isso permite o uso, transferência e comercialização do conhecimento como parte de uma nova missão (SIERRA; VILLAZUL, 2018).

Com base em Debackere e Veulegers (2005), a colaboração universidade-indústria refere-se a diferentes tipos de interações entre indústria e setor científico, que têm o objetivo de trocar tecnologia. Os canais de interação envolvem a contratação de recém-licenciados, conferências, treinamento de pessoal, patentes, protótipos, licenciamento, incubadoras, spin-offs, empreendimentos conjuntos e cooperativos. No entanto, os mais comuns são os canais tradicionais, envolvendo publicações, conferências e consultoria (BARLETTA et al., 2017; LEMOS; FERRAZ, 2017; TORRES et al., 2011)

Um dos principais métodos para gerar essa transferência de conhecimento são os spin-offs da universidade. No campo comercial, o termo refere-se ao processo pelo qual uma empresa é criada a partir de outra entidade preexistente. A nova empresa resultante também é conhecida como spin-off. O termo serve para definir o processo em si e o resultado desse processo. No nível universitário, fala-se de um spin-off acadêmico ou universitário quando a empresa foi estabelecida dentro de uma instituição de ensino superior, colocando em prática o conhecimento gerado nesses centros por meio da atividade de P&D de acadêmicos (MIRANDA et al., 2018).

### **3.4 TT para implementação de Tecnologias 4.0**

A tecnologia é um fator essencial na Indústria 4.0. O uso de novas tecnologias requer a preparação de sistemas existentes. Essa nova transformação digital desafia o cenário da pesquisa e inovação e exige novas abordagens. Os ecossistemas de plataforma baseados em experimentação e inovação podem reunir os stakeholders para trabalhar em soluções e oportunidades de inovação para a IIoT e outras novas tecnologias (VEILE et al., 2019).

Segundo Koch and Blind (2020), Testbeds podem desempenhar um papel fundamental aqui nessa nova revolução industrial. Eles fornecem uma plataforma para cooperação entre indústrias, empresas e a academia. Assim, é facilitada a implementação de novas soluções e desenvolvimento de protótipos. Como ambientes delimitados e espacialmente confinados, os testbeds permitem experimentação e teste fora de ambientes reais de produção (FOLSTAD, 2008; BALLON et al., 2005). Eles servem para pensar em inovações e testar novas aplicações, processos, produtos, serviços e modelos de negócios para verificar sua utilidade e viabilidade antes de levá-los ao mercado (KOCH; BLIND, 2020).

Segundo da Silva et al. (2019) uma indústria precisa inicialmente passar por processos internos e externos de TT para se adaptar ao conceito da Indústria 4.0. Os processos internos da TT são aqueles cuja indústria é limitada a seus recursos, como transferência de conhecimento entre colaboradores experientes e funcionários recém-contratados. Quanto aos processos externos, o setor interage com recursos de fornecedores externos, instituições de pesquisa, governo, entre outras organizações.

A adoção de abordagens de TT tem um papel relevante como facilitador no processo de transformação digital e está diretamente ligada à importância de aumentar a base de conhecimento nas tecnologias da I4.0. Desenvolver habilidades específicas para o uso adequado de tecnologias e superar a resistência à mudança e a falta de conhecimento, deve ser um objetivo prioritário. O conhecimento interno precisa ser geralmente aprimorado, promovendo também a integração entre as habilidades digitais e as tradicionais, a fim de evitar que possíveis obstáculos possam surgir da fragmentação (ZANGIACOMI et al., 2018).

### **3.5 Transferência de Conhecimento / Gestão do Conhecimento em I4.0**

Transferência de conhecimento é o processo pelo qual um indivíduo ou unidade é afetado pela experiência de outro nas organizações. Uma equipe de produção pode aprender com outra como montar melhor um produto (ARGOTE; INGRAM, 2000). Várias tecnologias digitais foram desenvolvidas para suportar esse tipo de transferência de conhecimento no passado. O desafio de aumentar o trabalho humano com tecnologias digitais é criado contribuindo e consumindo efetivamente informações que ficam cada vez mais complexas, são combinadas de várias fontes e tipos e mudam constantemente (HANNOLA et al., 2018).

Além disso, novas estratégias de gestão do conhecimento devem ser desenvolvidas considerando a dinâmica resultante da implementação da Indústria 4.0. Tecnologias de informação e comunicação devem estar presentes em todos os níveis da organização (BATZ et al., 2018).

A implementação das estratégias da Indústria 4.0 está acelerando as mudanças no mercado e a produção de bens materiais está adquirindo várias novas características ao setor de serviços (BATZ et al., 2018). Por esse motivo, qualificações e novas habilidades são essenciais, porque as empresas terão que se adaptar às constantes mudanças tecnológicas. A transformação na gestão do conhecimento é chave para o sucesso de uma empresa altamente inovadora (RAUCH et al., 2019).

Nessa nova revolução industrial, as tarefas futuras dos funcionários exigem mais competências. O conhecimento sobre as tecnologias, bem como o conhecimento interdisciplinar, devem ser transmitidos, por exemplo, por meio de treinamentos, oficinas e programas de educação continuada. Além dos métodos tradicionais de treinamento, a ênfase deve ser colocada no e-learning e no aprendizado baseado em cenários. As empresas também devem cooperar com instituições educacionais de todos os tipos, a fim de se envolver no desenvolvimento e design de programas educacionais adaptados às necessidades específicas de qualificação da Indústria 4.0 (VEILE et al., 2019).

Também, o conhecimento relevante da indústria 4.0 deve ser desenvolvido utilizando resultados de pesquisa, experiências e recomendações de associações de filiais e experiências internas. Compartilhar conhecimento com, por exemplo, instituições de pesquisa, deve ser um processo recíproco (VEILE et al., 2019).

### **3.6 TT no cenário industrial 4.0**

Segundo Zhong et al. (2017), enormes saltos foram feitos em inovação e adaptação tecnológica com o movimento para a Quarta Revolução Industrial. Isso atraiu grande atenção, pois a rápida integração da tecnologia em várias esferas do mundo interrompeu as empresas, o meio acadêmico e o governo (PARK, 2018). Vários estudos (LANGDON et al., 2014; LASI et al., 2014; SÁ, LEE, 2012) observaram que a transferência de tecnologia desempenha um papel fundamental nesse paradigma tecnológico emergente. A própria transferência de tecnologia pode ser descrita como o processo de transferência ou disseminação de tecnologia de seu criador ou proprietário para outra pessoa (AUDRETSCH; CAIAZZA, 2016). Para conseguir isso, várias variáveis e ações precisam ocorrer. Isso geralmente inclui um esforço conjunto para compartilhar conhecimentos, habilidades, tecnologias ou métodos para uma ampla gama de usuários que podem desenvolver e explorar a tecnologia em novas aplicações, materiais, produtos, processos ou serviços (CUNNINGHAM et al. 2019).

Para se adaptar aos conceitos da Indústria 4.0, uma indústria precisa inicialmente passar por processos de TT com fornecedores dos vários ramos da indústria de tecnologia, principalmente. Posteriormente, para acompanhar as mudanças já implementadas na indústria de transformação, é necessário o uso de tecnologias digitais, que são essenciais para facilitar o fluxo de informações (DA SILVA et al., 2019).

De acordo com Lee et al. (2018), vários atores, incluindo o setor público, privado e acadêmico, precisarão mudar a maneira como se envolvem para gerenciar as mudanças de poder, riqueza e conhecimento que podem ser atribuídas a essa interrupção. Um aspecto fundamental disso são as tecnologias inovadoras da Indústria 4.0, que estão sendo integradas em diferentes disciplinas científicas e técnicas, facilitando rápidos avanços em P&D (CARAYANNIS et al., 2017). Parte integrante da engenharia digital, as tecnologias de realidade virtual e aumentada estão assumindo um papel fundamental em diferentes formas de treinamentos, qualificações e transferência de conhecimento (SCHUMANN et al., 2015).

### **3.7 Inovação / Inovação Aberta em I4.0**

A Indústria 4.0 está altamente conectada à inovação. A inovação é considerada uma condição importante para a construção organizacional e manutenção estratégica, o que pode aumentar a vantagem competitiva das empresas, garantindo sustentabilidade e prosperidade. Colaborações e alianças tornaram-se uma tendência no sentido de permitir o crescimento dos negócios a longo prazo. A inovação aberta combina recursos internos e externos para gerar novas tecnologias e identificar novos caminhos para o mercado (CHESBROUGH, 2003). Com plataformas abertas, avanço tecnológico, mobilidade de pessoas altamente instruídas e engajamento social, as empresas podem absorver recursos de conhecimento com eficiência. (YUN, LIU, 2019)

O setor 4.0 representa uma mudança em direção a uma economia baseada em inovação, com conhecimento, dados e IoT como conceitos centrais. Isso afetará a estrutura atual, mercados e processos de negócios da era industrial e abrirá o caminho para uma nova era de digitalização, rede “mais inteligente” de sistemas de produção e processos de negócios interligados (MORRAR et al., 2017).

Nessa nova revolução industrial, fatores competitivos tradicionais, como participação de mercado, economias de escala e acesso a recursos, agora estão vinculados ou unidos a outros fatores como inovação, direitos de propriedade intelectual, tecnologia inteligente e

acesso ao conhecimento (GEIGER; SÁ, 2013). Além disso, o papel do consumidor no processo de produção também mudou: agora eles são co-produtores. Enquanto isso, a inovação radical de processos está associada à revolução tecnológica; séries de produção sob medida substituirão instalações industriais ou de fabricação em massa (BUHR, 2017).

As empresas devem modificar os modelos de negócios para inovar e inserir cadeias de valor flexíveis para aumentar a capacidade de resposta às mudanças no comportamento do consumidor. Uma fábrica inteligente com sistemas de produção inteligentes atenderá a essa demanda, mantendo produtos e serviços de alta qualidade (MORRAR et al., 2017).

## 5. Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as relações existentes entre Transferência de Tecnologia e Indústria 4.0. Essa pesquisa vem como auxílio para pesquisas e direcionamentos futuros relacionados a esses fatores.

Para atingir o objetivo proposto, foi utilizada a metodologia *Methodi Ordinatio*. Esta metodologia ordena artigos a partir de critérios como o fator de impacto dos periódicos aos quais os artigos foram publicados, o ano de publicação e número de citações.

Com essa busca, foram identificadas 7 relações principais existentes entre TT e I4.0, sendo elas: Fábricas de Ensino, Integração Homem-Máquina, Universidade-Indústria, TT para implementação de tecnologias 4.0, Transferência de Conhecimento na I4.0, TT no cenário industrial 4.0, Inovação em I4.0.

Todos esses trabalhos estudaram a TT e a I4.0, porém de diferentes maneiras. Alguns deles focaram na transferência de conhecimento, outros na TT para implementação de tecnologias 4.0, outros ainda no ensino de tecnologias pertinentes à I4.0. Ainda, é perceptível que alguns trabalhos apresentam I4.0 como manufatura avançada, fábricas do futuro, fábricas inteligentes, e assim por diante.

Saber como essa relação ocorre é muito importante para o entendimento da presença da Transferência de Tecnologia na Indústria 4.0. Pesquisadores e organizações podem se beneficiar dessa categorização, pois mostra diferentes vertentes em que esses dois temas são influenciados um pelo outro.

## Referências

BAHRIN, M.A.K.; OTHMAN, M.F.; AZLI, N.H.N.; TALIB, M.F. Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic. **Jurnal Teknologi**, v.78, p.6–13, 2016.

BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. **Research Policy**, v. 29, n. 4/5, p. 627-655, 2000.

BOZEMAN, B.; RIMES, H.; YOUTIE, J. The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. **Research Policy**, v.44, n.1, p.34–49, 2015.

CORMICAN, K.; O'CONNOR, M. Technology transfer for product life cycle extension: A model for successful implementation. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 6, n. 03, p. 265-282, 2009.

DJUMALIEVA, J.; SLEEMAN, C. Which digital skills do you really need?. **Nesta**, 2018.

DUTRÉNIT, G.; ARZA, V. Channels and benefits of interactions between public research organisations and industry: comparing four Latin American countries. **Science and Public Policy**, v. 37 n. 7, p. 541-553, 2010.

KHAN, A.; TUROWSKI, K. A survey of current challenges in manufacturing industry and preparation for Industry 4.0, Proceedings of the First International Scientific Conference Intelligent Information Technologies for Industry, **Springer International Publishing**, p. 15–26, 2016.

LIBONI, L. B.; CEZARINO, L.; JABBOUR, O.; OLIVEIRA, C. J. C.; STEFANELLI, N. O. Smart industry and the pathways to HRM 4.0: implications for SCM. **Supply Chain Management: An International Journal**, 2019.

MAIA, R. F.; MASSOTE, A. A.; LIMA, F. Innovative laboratory model based on partnerships and active learning. **Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE**, p.1-5, 2017.

MIRANDA, Francisco Javier; CHAMORRO, Antonio; RUBIO, Sergio. Re-thinking university spin-off: A critical literature review and a research agenda. **The Journal of Technology Transfer**, v. 43, n. 4, p. 1007-1038, 2018.

PAGANI, R.; KOVALESKI, J.; RESENDE, L. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v.105, n.3, p.2109-2135, 2015.

SILVA JR, A. C.; ANDRADE, J. C. S.; LEAO, E. B. S.; WU, D. D. Sustainable Development and Cleaner Technology in Brazilian Energy CDM Projects: Consideration of Risks. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 19, n. 5, p. 1338–1358, 2013.

SIVATHANU, B.; PILLAI, R. Smart HR 4.0–how Industry 4.0 is disrupting HR. **Human Resource Management International Digest**, v. 26, n. 4, p. 7-11, 2018.

WEIGAND J. PrauseM, Industry 4.0 and object-oriented development: incremental and architectural change. **Journal of technology management & innovation**, v.11, n.2, p.104–110, 2016.

ZANGIACOMI, A.; SACCO, M.; PESSOT, E.; DE ZAN, A.; BERTETTI, M. A Perspective for the Implementation of a Path Towards the Factory of the Future: The Italian Case. **2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)**, p. 1-9, 2018.

ZHONG, Y. R.; CHEN XU; CHAO CHEN; GEORGE, Q. HUANG. Big Data Analytics for Physical Internet-based Intelligent Manufacturing Shop Floors. **International Journal of Production Research**, 2017.