

AS INOVAÇÕES NO SISTEMA PRODUTIVO E A INDÚSTRIA 4.0

Pábulo Henrique Oliveira da Silva¹; Itamar Moreira Neres¹; Carla Gabriela da Silva Leite^{2*}

¹ Graduando em Engenharia de Produção, Faculdade Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS; ² Mestre em Engenharia Mecânica – UNESP, Engenheira de Produção – FIRB, docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

* autor correspondente: carlagabrielaleite@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho propôs um levantamento bibliográfico acerca dos impactos e as influências das Revoluções Industriais, bem como as contribuições em termos de produtividade, dando ênfase na Quarta Revolução Industrial e seu significativo papel na economia e desenvolvimento tecnológico da sociedade. Para tanto, se fez necessária uma pesquisa bibliográfica qualitativa a fim de descrever a complexidade dos processos e elementos chaves para a compreensão das dinâmicas que suscitaram na indústria 4.0. Por meio dos artigos selecionados, é possível evidenciar a dinamicidade com que se dá processos presentes na indústria atualmente, foi possível identificar pontos relevantes e positivos a respeito da Quarta Revolução Industrial, sendo eles: as reduções de custos e tempo, aumento da eficiência dos processos produtivos, ganhos de flexibilidade e ganhos de velocidade na reação frente às mudanças dos processos. Com as mudanças significativas ocorrendo no sistema produtivo fabril diversas empresas buscaram estar inseridas no programa indústria 4.0 dados os benefícios supracitados. Essa migração ocorrerá de diferentes formas nos setores das empresas, sendo necessários estudos mais aprofundados que evidenciem como a tecnologia poderá intervir em cada setor produtivo da indústria. Estudos como esse são importantes para compreender como as Revoluções Industriais moldaram profundamente a forma como vivemos e trabalhamos, desencadeando transformações econômicas e sociais que continuam a influenciar o curso da produção industrial.

PALAVRAS-CHAVE: revolução industrial; indústria 4.0; tecnologia; produção.

1 INTRODUÇÃO

O processo histórico e econômico mundial passa por inúmeras transformações cotidianamente, essas mudanças atingem diferentes escalas e alteram por consequente o modo de produção empregado nas cadeias produtivas de bens de consumo. O emprego de tecnologias e os inúmeros avanços que permeiam a indústria moderna são subsídio central para entendermos o aumento da produtividade do trabalho e por consequência o crescimento econômico dos países

capitalistas. Como afirma Conceição (2012, p. 15):

As inovações são o elemento central da transformação estrutural das economias capitalistas, e estão na base do surgimento de firmas, indústrias, setores, produtos e serviços inteiramente novos, capazes de caracterizar o padrão de crescimento de um período ou as sucessivas fases históricas do desenvolvimento capitalista.

Os espaços incorporaram atividades industriais em diferentes momentos

da história, gerando grandes diferenças em diversas partes do mundo- sobretudo países na Ásia e América do Sul- a industrialização tardia reflete na economia, cultura e política. Sabe-se que os países que passaram pela industrialização no século XXI sofreram mudanças estruturais tendo suas economias transformadas de pobres e pouco desenvolvidas tecnologicamente para afluentes e relativamente modernas Andrade, 2017.

Este trabalho tem por objetivo principal descrever os impactos e a influência das revoluções industriais, em termos de produtividade, com foco na contribuição da Quarta Revolução Industrial na economia e no desenvolvimento tecnológico da sociedade.

Os objetivos apresentados para responder algumas indagações no que se refere à pesquisa, faz-se necessária um levantamento bibliográfico a respeito das revoluções industriais que ocorreram nos últimos três séculos. Como aporte teórico-metodológico, utilizamos trabalhos de diversos autores que contrastem com postos-chave voltados ao tema. Para isso, realizou-se o levantamento bibliográfico de artigos, dissertações e livros.

2 PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A revolução industrial ocorrida no século XVIII (1780-1830) na Inglaterra, distribuiu-se sobre o globo de forma desigual, costuma-se apontar que nesse momento houve-se uma inovação tecnológica que substituiu as habilidades humanas pelas máquinas e a força animal pela energia do carvão mineral e vegetal, o trabalho deixa de ser artesanal e passa a ser em série dando origem a uma economia moderna como nos apresenta Andrade (2017, p.18).

A indústria do algodão na Inglaterra foi transformada por uma série de invenções que ocorreram no século XVIII,

dando origem a um novo modo de produção. De acordo com Oliveira (2004), os trabalhadores nas fábricas foram obrigados a seguir o ritmo da máquina a vapor a qual serviu como impulso ao setor têxtil, a energia a vapor serviu para o desenvolvimento de transporte e locomoção de pessoas e mercadorias, assim a respeito da criação e utilização das ferrovias construídas a partir de 1929, afirma Drucker (2000, p. 2),

A estrada de ferro foi o elemento verdadeiramente revolucionário da Revolução Industrial, pois não apenas criou uma nova dimensão econômica, como também transformou rapidamente aquilo que eu chamaria de geografia mental.

A mecanização industrial gerou significativas transformações em diversos setores da vida humana. A respeito da estrutura socioeconômica, houve-se a necessidade da separação definitiva entre o capital, representado pelos donos dos meios de produção, e o trabalho, representado pelos trabalhadores assalariados, eliminando-se a antiga organização corporativa da produção, utilizada pelos artesãos. Todavia, esse desenvolvimento tecnológico na Inglaterra só foi possível graças ao acúmulo de capital que ocorreu durante o período da expansão do comércio durante o capitalismo comercial, sobretudo, do século XVI ao XVIII. Portanto, observa-se que o modo de produção que antecede o fordismo tinha como elementos estruturantes a eficiência, rapidez e quantidade como afirma Andrade (2017).

Nesse contexto, as transformações sociais e urbanas tornaram-se inseparáveis do avanço industrial, marcando não apenas uma revolução nos processos de produção, mas também uma profunda reconfiguração na vida cotidiana das pessoas. Esses aspectos destacam a complexidade e as ramificações multifacetadas da Primeira Revolução Industrial, que moldaram não apenas a

economia, mas também as dinâmicas sociais e urbanas da época (ANDRADE, 2017).

3 SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Avançando nesta linha temporal Sakurai e Zuchi (2018) destaca o ano de 1870 como um importante momento para o surgimento da Segunda Revolução Industrial ou Indústria 2.0, essa revolução ficou marcada pelas inovações tecnológicas tendo a descoberta da eletricidade, a transformação do ferro em aço, o surgimento e modernização dos meios de transporte, o avanço dos meios de comunicação e o desenvolvimento da indústria química e de outros setores. Assim, introduz Silva e Gasparin (2013, p. 6):

Nascia, assim, a Segunda Revolução Industrial e, com ela, na busca de maiores lucros em relação aos investimentos feitos, levou-se ao extremo a especialização do trabalho; ampliou-se a produção, passando-se a produzir artigos em série, o que barateava o custo por unidade produzida. Surgiram as linhas de montagem, esteiras rolantes por onde circulavam as partes do produto a ser montado, de modo a agilizar a produção.

Importantes aspectos acerca da segunda revolução industrial são evidenciados por Mello (1997, p.160), que ressalta os principais adventos da indústria nesse período “[...] o aço, o petróleo, a química da soda e do cloro, a eletricidade, o motor à combustão interna, etc.”, por si só esses elementos categoricamente já a diferencia da revolução anterior.

A produção material de bens de consumo intensificou consideravelmente durante a segunda revolução industrial, são considerados dois principais expoentes desse período Henry Ford e Frederick Taylor responsáveis por

desenvolver suas teorias de modo de produção onde Silva e Gasparin (2006, p.6) são categóricos em afirmar que eles construíram “suas teorias e práticas numa sociedade capitalista na qual a supremacia burguesa estava estabelecida na esfera econômica”. Ambos possuíam o mesmo objetivo ao propor suas teorias, a de produzir em menos tempo elevando assim a produção.

O modelo de produção proposto por Henry Ford, é o desenvolvimento das ideias propostas por Taylor. De acordo com Morais Neto (1986), o trabalhador é fixado em seu posto de trabalho o objeto é trazido a ela com o objetivo de diminuir o tempo de produção, melhorando diretamente a produtividade. Sendo assim, o sistema fordista baseia-se na produção em massa e tendo a linha de montagem como principal símbolo de êxito.

Nesse sentido, De Freitas (2016, p. 240) faz a seguinte reflexão acerca do sentido dado ao sistema de produção:

A expressão “sistema de produção” é oriunda da administração da produção e descreve a abordagem sistemática para cumprir as ordens e etapas do processo produtivo, desde o momento do pedido do consumidor até o momento da entrega do produto manufaturado.

Esse sistema produtivo aliado aos interesses capitalistas intensificaram a exploração da mão de obra do proletariado, estudos clássicos como os feitos por Carl Marx e Friedrich Engels servem de base para os estudos relacionados ao mundo do trabalho.

Singer (1996, p.5) afirma que:

A Segunda Revolução Industrial também gerou inúmeros novos produtos de consumo, que têm prolongado e enriquecido a vida humana. O nível de consumo cresceu mais do que a produtividade do trabalho, de modo que os setores novos da economia absorveram mais força de trabalho do que aquela liberada por setores antigos renovados.

Nesse contexto, Singer (1996) afirma que o desemprego tecnológico proporcionou diversos problemas sociais que não devem ser menosprezados. Assim sendo, a fim de solucionar tais transtornos foram criados seguros sociais e firmados compromissos, por parte de cada governo, objetivando manter a economia o mais próximo possível da ideia de pleno emprego.

Segundo Andrade (2017), no período supracitado verifica-se o surgimento do termo “alienação do trabalhador”, tendo em vista o sistema de produção vigente que passou a incorporar os conceitos Taylor da Administração Científica. Tal modelo, de acordo com Franco (2011, p.174), baseava-se nos seguintes pressupostos.

A organização taylorista do trabalho está assentada na: (i) divisão entre o trabalho de concepção, planejamento, direção e controle (realizado pela gerência “científica”) e o trabalho de execução (pela massa de assalariados); (ii) fragmentação do trabalho, simplificação e esvaziamento do conteúdo do trabalho (noção de posto de trabalho e estrutura de cargos e salários); (iii) análise de tempos e movimentos, cronometragem e padronização das formas de trabalhar; (iv) políticas de punição e premiação individual; sistemas de avaliação da produtividade individual; salário por peça; estímulo à competição (formas de controle e sujeição); operário-padrão (mecânica de gestos, controle de atitudes, novos hábitos, trabalhador forte, ativo e docilizado, sem consciência crítica, sem criatividade), identificação do trabalhador com a empresa (empresa-família); cooperação e harmonia imposta.

Lipietz e Leborgne (1988, p. 13), sublinha-se que o fordismo, enquanto paradigma de industrialização, assinalou o desfecho da era taylorista. O êxito desse modelo resultou em notáveis ganhos de produtividade aparente, fundamentando seu crescimento durante a

denominada “idade de ouro” do fordismo. No período que se segue o sistema fordista irá passar por crises relacionadas ao seu modo de produção, principalmente no que se refere a saturação do mercado com produtos padronizados, a rigidez do sistema de produção em massa diante de mudanças nas preferências do consumidor e as ascensões da concorrência global. O fordismo, embora tenha enfrentado crises, deixou um legado duradouro e influenciou profundamente a organização do trabalho e a produção industrial no século XX. Essas questões sinalizaram o início de uma fase de transição, marcada por crises e pela necessidade de adaptação do modelo de produção em massa diante da crescente concorrência global.

4 TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

O mundo vivenciou profundas transformações no último século, posterior as duas grandes guerras mundiais a segunda metade do século XX fica marcada com o uso intensivo de tecnologia e da automação. A Terceira Revolução Industrial desencadeou mudanças significativas no modo de produção, a interconexão global também se intensificou, possibilitando uma economia mais orientada para a informação e a comunicação.

Neste contexto o capitalismo avançou e tornou-se responsável pela aceleração e crescimento da economia de países como Estados Unidos da América, Alemanha, Japão e França. No contexto global os países economicamente desenvolvidos tiveram um relevante avanço tecnológico dando abertura para essa fase da revolução industrial.

Frente as grandes descobertas e inovações tecnológicas, a Terceira Revolução Industrial, também chamada de Revolução Técnico-Científica e Informacional são formadas por meio dos processos de

inovação tecnológica, os quais são marcados pelos avanços no campo da informática, robótica, das telecomunicações, dos transportes, da biotecnologia, química fina, além da nanotecnologia. (SAKURAI; ZUCHI, 2018, p. 484)

Neste contexto Almeida (2005) destaca que a Terceira Revolução Industrial impulsionou o avanço dos circuitos eletrônicos, culminando nos circuitos integrados, popularmente conhecidos como microchips. Esses componentes provocaram uma transformação significativa nos meios de informação e comunicação, resultando na explosão da internet e no surgimento do comércio eletrônico.

Dentre as importantes mudanças ocorridas na maneira de se comunicar, Moraes e Fadel (2008) evidenciam o computador como principal ferramenta de alteração profunda nos meios de comunicação, capaz de alterar drasticamente os modelos de produção e de trabalho. Segundo as autoras:

O aparecimento e desenvolvimento do computador e a sua mais recente associação junto aos meios de comunicação já existentes, como a televisão e o telefone, confirmam a passagem para um estágio superior na produção de informações e comunicações (MORAES; FADEL, 2008, p. 7).

Singer (2004) aponta a facilidade em coordenar eficientemente muitos fornecedores independentes a partir do desenvolvimento da informática e comunicação por satélite. De acordo com o autor:

O enxugamento começou com serviços de menor importância, como os de vigilância, limpeza, fornecimento de refeições etc. mas rapidamente atingiu outros, como os legais, de seguros, de contabilidade, de treinamento, de seleção de pessoal (inclusive executivos) e, finalmente, a produção propriamente

dita (SINGER, 2004, p. 7).

Outro relevante ponto destacado por Singer (2004), é a substituição do equipamento especializado graças à microeletrônica e por máquinas polivalentes programáveis de grande flexibilidade. Assim, essa mudança tecnológica resulta na ampla desconcentração do capital em todos os ramos, na indústria, agricultura e serviços.

Aprofundando a discussão no que se refere as contribuições da Terceira Revolução Industrial, Ferreira (1993) evidencia as alterações que ocorreram nos rígidos modelos Taylorista e Fordista, reduzindo a hierarquia podendo assim incluir cada vez mais o trabalhador no processo produtivo. Cabe salientar que essa mudança só foi possível sob a influência do modelo Toyotista japonês.

Para Holloway e Peláez (1998), o momento chamado de “pós-fordista” possui características relevantes, que vão desde novos métodos de produção baseados na microeletrônica à maior grau de individualismo e diversidade social. Essas evidências apontam que esse novo modelo de gerenciamento do trabalho responsável pelo aumento da produtividade de automóveis no Japão, apontava diretamente para um sistema de produção flexível. Corroborando com essas ideias, Gomes, Silva e Moretti (2007) explicam

Enquanto a cultura Fordista necessita de profissionais com características mecânicas, no qual o indivíduo é apenas uma engrenagem de uma enorme maquinaria no qual representa a empresa, onde há ainda uma divisão entre a concepção e execução, fica explícito a desnecessidade de uma maciça qualificação. Por outro lado, o Toyotismo exige de seus profissionais uma enorme carga de conhecimento, devido à quebra dessa divisão supracitada, onde o trabalhador passou a ser o elemento fundamental para o andamento do trabalho. Nesse sistema um conjunto de pessoas é

responsável por várias funções, de forma flexível. Há também uma preocupação com a qualidade, que passou a ser inculcada em suas mentes (GOMES; SILVA; MORETTI 2007, p. 11).

Reforçando esse pensamento, Alves (2005) aponta:

Durante os anos 70 e 80, várias técnicas de gestão foram importadas do Japão. Mas, no decorrer da mundialização do capital, o sistema Toyota com sua filosofia produtivista tendeu a assumir um valor universal para o capital em processo. Despreendeu-se de seu particularismo nacional. O toyotismo passou a incorporar uma 'nova significação' para além das particularidades de sua gênese sócio-histórica (e cultural), vinculada ao capitalismo japonês.

De acordo com Druck (apud Andrade, 2017, p. 24), o toyotismo apresenta quatro características fundamentais, (i) sistema de emprego eficaz e que garantisse benefícios para os empregados; (ii) sistema de organização e gestão baseado em produzir na quantidade exatamente demandada (*just in time*) com placas/senhas responsáveis por comandar a reposição do estoque (*kanban*) e trabalho em equipe; (iii) sistema de representação sindical e (iv) sistema de relações hierarquizadas entre empresas de grande porte e as de médio e pequeno.

Segundo Fraga (2005), empresas relevantes do automobilístico como BMW, Daimler, Porsche e Ford possuem seu próprio sistema de produção há décadas. Apesar de apresentarem diferenças entre si, todos os sistemas possuem o mesmo objetivo: a busca pela produção mais eficiente, rápida, flexível e contínua possível, de modo que consigam atender às demandas dos consumidores com o menor custo possível.

Diante da modernização tecnológica intensa que o mundo passou no

século XX, diversas mudanças ocorreram na estrutura social, cultural e econômica, assim como os efeitos significativos no modo de produção ao longo dos anos, os grandes empresários e gestores continuaram investindo em desenvolvimento de práticas de produção mais eficientes e produtivas. Esse novo paradigma, impulsionado pela conectividade, inteligência artificial e automação avançada, representa uma continuação das transformações desencadeadas pela Terceira Revolução Industrial, sinalizando para uma era de produção ainda mais eficiente e interconectada, é assim que nasce a Indústria 4.0.

5 INDÚSTRIA 4.0

Frente as inúmeras mudanças que ocorreram no meio técnico, nas últimas décadas diversos autores buscam explicar a Quarta Revolução Industrial, nesse sentido Moraes e Monteiro (2016) caracterizam a indústria 4.0 como:

A Indústria 4.0, caracterizada pela crescente digitalização e interconexão de produtos, cadeias de valor e de modelos de negócios, centra-se na produção inteligente de produtos, métodos e processos (*smart production*). Um elemento importante da Indústria 4.0 é a fábrica inteligente (*smart factory*). (MORAIS; MONTEIRO, 2016, p. 4).

Na fábrica inteligente citada pelo autor a produção tende a ter menos erros e mais eficiente na produção. Comunicar-se com as pessoas, máquinas e recursos será tão natural como em um contexto de rede social. A mudança de paradigma necessária para a indústria 4.0 é um projeto de longo prazo e está somente em um processo gradual. A Quarta Revolução Industrial redefine não apenas os processos produtivos, mas também o perfil da mão de obra necessária, destacando a importância da pesquisa e desenvolvimento. Corroborando com a ideia anterior, Fraga et al.

(2016) constata outros elementos importantes:

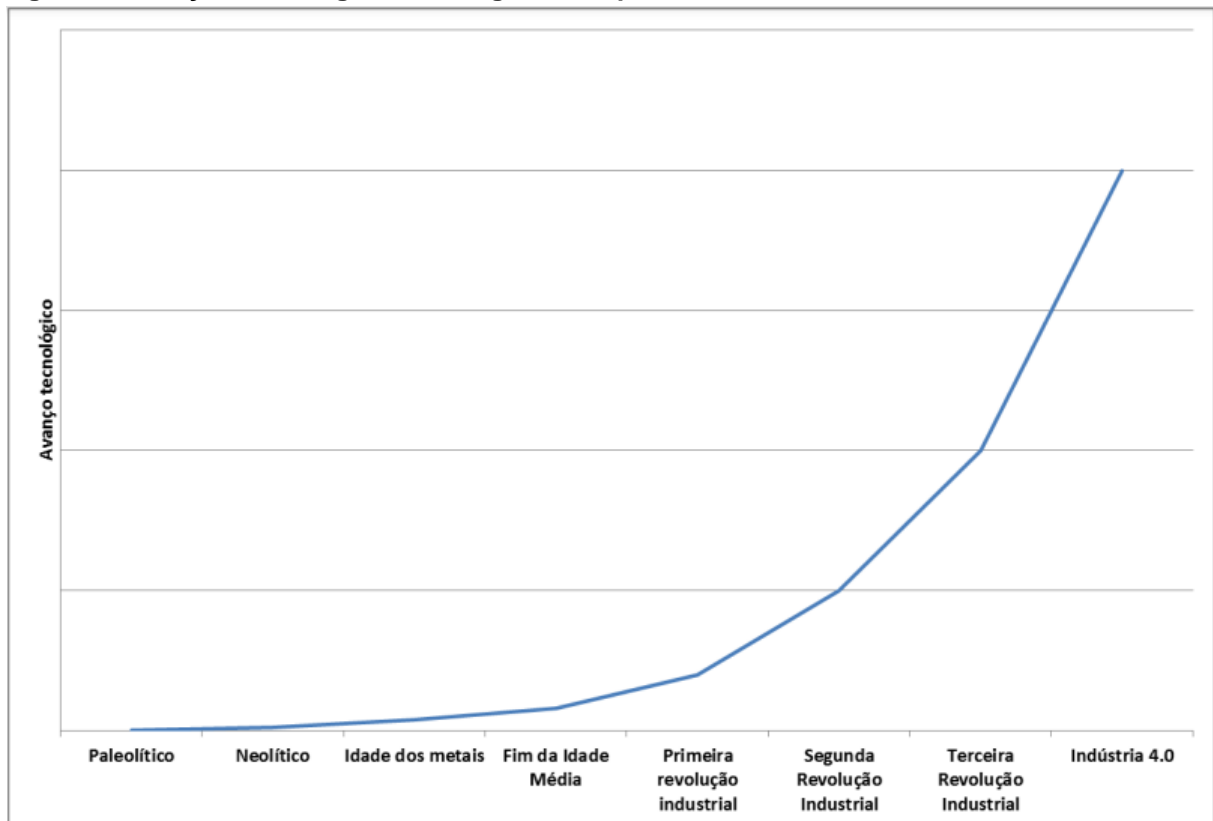
É de importância fundamental para a Indústria 4.0 a sua interface com infraestruturas inteligentes, como casas inteligentes, prédios inteligentes, logística inteligente, entre outros, bem como interconectar a rede de negócios com a rede social. Essa interconexão que a Indústria 4.0 permite, trará enormes mudanças na manufatura do futuro (FRAGA et al., 2016, p. 243).

Os trechos anteriores destacam que para a plena evolução da Indústria 4.0, serão exigidos consideráveis investimentos em tecnologia e informação. Apesar de a internet não ser uma novidade, somente nas últimas cinco décadas ela assumiu um papel central nos sistemas produtivos, impulsionada por máquinas cada vez mais avançadas e hardwares mais robustos, possibilitando

uma modernização na produção.

Moraes e Monteiro (2016) apresentam que os avanços tecnológicos são responsáveis pelas diversas mudanças significativas que ocorreram em diversos âmbitos econômicos, sociais e culturais. Observa-se na figura 1, destacam-se os quatro momentos que antecedem a Revolução Industrial, o primeiro paleolítico ficou marcado pelo domínio do fogo (entre 50.000 e 40.000 anos a.C), no segundo Neolítico a fixação em um local propiciou o desenvolvimento da agricultura e domesticação de animais, da idade dos metais ao fim da idade média a fundição elevou a sobrevivência das sociedades. Por fim, podemos observar que após a Primeira Revolução Industrial os avanços tecnológicos avançam sem precedentes e atingem um pico no que chamamos de Quarta Revolução Industrial.

Figura 1. Avanços tecnológicos ao longo do tempo.



Fonte: Extraído de Moraes e Monteiro, 2016.

Facilitando a compreensão da linha histórica, observa-se no Quadro 1 um levantamento histórico acerca dos principais acontecimentos que ocorreram durante as Revoluções Industriais. Em um primeiro momento podemos destacar acontecimentos significativos da Primeira Revolução Industrial, como o surgimento da máquina movida a queima do carvão mineral e a invenção do telégrafo que revolucionou as comunicações e contribuiu para aumentar a velocidade em que as informações eram transmitidas. Com a expansão da indústria foi imprescindível a criação de novas linhas férreas que pudessem transportar mercadorias e pessoas, a energia elétrica surge como um importante componente

para os avanços tecnológicos da Segunda Revolução Industrial uma vez que ela permitiu, por exemplo, que empresas menores e artesãos, que não tinham como pagar uma máquina a vapor, pudessem mecanizar sua produção. Na Terceira e Quarta Revolução temos inúmeros avanços que dão ênfase na inserção de novas tecnologias voltadas a produção mais eficiente e investimentos e outros setores como a comunicação e espaço virtual.

A tabela histórica (Quadro 1) fornece uma visão panorâmica das transformações ocorridas nas Revoluções Industriais anteriores, destacando eventos significativos em cada período.

Quadro 1. Período e evolução da técnica industrial

PERÍODO	1ª Revolução Industrial	2ª Revolução Industrial	3ª Revolução Industrial	4ª Revolução Industrial (em curso)
ACONTECIMENTOS E EVOLUÇÃO DA TÉCNICA	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução da máquina a vapor • Invenção do telégrafo • Ampliação da indústria siderúrgica 	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliação das ferrovias • Introdução a energia elétrica • Uso de máquinas e fertilizantes químicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Rapidez no processo produtivo • Inserção de TI na produção • Revolução digital com o aumento do acesso à internet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Integração de sistemas • Descentralização da produção • Inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem

Fonte: Elaborado pelos autores.

Fraga et al. (2016) aprofundam a discussão e procura compreender e explicar alguns conceitos pré-estabelecidos pela indústria 4.0, a saber: networking vertical dos sistemas de produção, trata-se do sistema de produção cyberfísico que permite uma rápida reação a variações de demanda ou níveis de estoque, outro item a ser levado em consideração é a integração horizontal na cadeia de valor, que permite assim uma maior integração de informações desde o almoxarifado, passando pelo armazenamento, produção, marketing e vendas, até a expedição. Para finalizar, dois últimos conceitos são apresentados sendo

eles o de engenharia por toda a cadeia de valor e desenvolvimento tecnológico e inteligência artificial, o primeiro diz respeito as informações estarem disponíveis em todos os estágios do ciclo de vida do produto, permitindo novos e mais flexíveis processos e o último representa uma realidade cada vez mais presente no cotidiano das empresas, a inteligência artificial planeja as rotas dos veículos autônomos nos almoxarifados, economiza tempo e custo na cadeia de suprimentos, e ajuda a encontrar novas soluções de layout que permitam a cooperação entre humanos e máquinas.

Fraga et al. (2016), conclui que:

Além da adaptação das fábricas a esses novos conceitos, os profissionais também precisarão se adaptar, pois com esse universo ainda mais automatizado, novas demandas surgirão, enquanto algumas deixarão de existir. Os trabalhos manuais e repetitivos já vêm sendo substituídos por mão de obra automatizada, e com a Indústria 4.0 isso tende a continuar. Por outro lado, as demandas em pesquisa e desenvolvimento oferecerão oportunidades para profissionais tecnicamente capacitados, com formação multidisciplinar para compreender e trabalhar com a variedade de tecnologia que compõe uma fábrica inteligente (FRAGA et al., 2016, p. 259).

Os desdobramentos econômicos e sociais decorrentes da Quarta Revolução Industrial irão muito além apenas dos altos investimentos de capital feitos pelos investidores, mas, também da participação efetiva do Estado capaz de pavimentar o caminho para que em países em desenvolvimento ocorra o desenvolvimento da indústria 4.0. Assim, a Indústria 4.0 não apenas redefine os processos de produção, mas também implica uma reconfiguração significativa no mercado de trabalho e nas demandas por habilidades profissionais.

6 A INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

A respeito dos avanços tecnológicos, a indústria brasileira, conforme analisado por Hahn (2017), está notadamente em um estágio atrasado em comparação com nações como Alemanha, Estados Unidos e Japão. A transição de linhas de produção tradicionais, que envolvem a presença humana, para linhas automatizadas no Brasil ocorre de maneira substancialmente mais lenta se comparada aos países desenvolvidos. A Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2016) destaca que, embora a indústria brasileira busque inserção e

tenha como objetivo inicial o desenvolvimento de melhores produtos e modelos de negócio, ainda enfrenta desafios significativos nesse percurso.

Zancul (2016) salienta que muitas indústrias brasileiras já passaram por processos de automação, contudo, a manufatura digital, um dos pilares da Indústria 4.0, ainda não foi plenamente incorporada. O autor explica que a Indústria 4.0 abrange dois aspectos fundamentais: processos integrados e produtos inovadores. O Brasil, em relação a esses elementos, ainda precisa progredir, considerando a escala global em que o país possui poucos setores competitivos. Muitas empresas brasileiras estão no estágio inicial da Terceira Revolução Industrial, e o país se encontra em diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico. No entanto, há a possibilidade de pular etapas e acompanhar os países inseridos na quarta Revolução Industrial. Santos (2017) destaca que as pequenas e médias empresas podem investir nessas novas tecnologias para obter ganhos e aumentar a competitividade.

O conceito de Indústria 4.0 no Brasil pode ser introduzido e adaptado de acordo com a realidade nacional, embora a implementação enfrente desafios devido à falta de conhecimento sobre o processo ou resistência à novidade desse projeto (Hahn, 2017).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo abordar os efeitos e a influência das Revoluções Industriais, com ênfase nos impactos da Quarta Revolução Industrial na economia, nos processos produtivos e no desenvolvimento tecnológico. A revisão bibliográfica foi crucial para este estudo, oferecendo uma visão das transformações passadas e presentes, além de apontar possíveis cenários futuros diante da contínua transformação da sociedade.

O surgimento da Quarta Revolução

Industrial e os avanços tecnológicos recentes deram origem a discussões e estudos sobre temas como "Indústria 4.0", "internet das coisas", "fábricas inteligentes" e outros. A Indústria 4.0 tem contribuído significativamente para a geração de riqueza, aumentando a produtividade, reduzindo custos e tempos de produção, além de possibilitar a produção flexível e altamente personalizada em lotes pequenos.

Assim como nas revoluções passadas, a quarta era industrial implica uma transição tecnológica abrangente, introduzindo novos modelos de negócios com flexibilidade, robustez e padrões elevados de qualidade. Com a evolução da Quarta Revolução Industrial, empresas migrarão para o Programa Indústria 4.0 de maneiras distintas em cada setor, destacando a necessidade de estudos específicos para compreender o impacto nas diferentes áreas produtivas. Recomenda-se investigações detalhadas nos subsistemas do Programa Indústria 4.0, além de estudos empíricos para medir os impactos das mudanças durante a migração setorial.

O novo cenário mundial evidenciado pelos avanços tecnológicos será marcado por uma interação aprimorada entre todos os agentes e recursos envolvidos na fabricação. A Indústria 4.0 demandará redes de recursos de fabricação autônomas, capazes de se adaptar a diversas situações, fundamentadas em conhecimento disperso sensorial e espacialmente, incorporando sistemas de planejamento e gerenciamento relevantes.

Por fim, a Nova Revolução Industrial é uma boa oportunidade para empresas que buscam preservar a sustentabilidade da indústria, desenvolver funcionários qualificados e se adaptar à nova tendência da flexibilização em escala. Permitindo que empresas nacionais possam competir internacionalmente com mercados antes não explorados, pois terão melhor custo de

produção e maior velocidade para atender ao mercado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. R. O Brasil e a nanotecnologia: rumo à quarta revolução industrial. 2005. Espaço Acadêmico, Maringá, a. VI, n. 52, set. 2005.

ANDRADE, P. S. A. de M. A Quarta Revolução Industrial e sua relação com a produtividade atual: Uma revisão da literatura. 2017.

CONCEIÇÃO, C. S. Da revolução industrial à revolução da informação: uma análise evolucionária da industrialização da América Latina. 2012.

DA SILVA, M. C. A.; GASPARIN, J. L. A segunda revolução industrial e suas influências sobre a educação escolar brasileira. Universidade Estadual de Maringá-PR, 2006.

DRUCKER, P. O futuro já chegou. Revista Exame, v. 22, n. 03, 2000.

FRAGA, A. B. Da rotina à flexibilidade: análise das características do fordismo fora da indústria. Revista Habitus, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, 2005.

FRANCO, T. Alienação do trabalho: despertencimento social e desrenraizamento em relação à natureza. Caderno CRH, Salvador, v. 24, n. 1, p. 169-189, 2011.

FREITAS, M. M. B. C. de; FRAGA, M. A. de F.; SOUZA, G. P. L. de. Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. Caderno PAIC, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 237-261, 2016. Disponível em: <<https://cader-nopaic.fae.emnuvens.com.br/cader-nopaic/article/view/214>>. Acesso em: 8 out. 2023.

LIPIETZ, A. Fordismo, fordismo periférico e metropolização. Ensaio FEE, v. 10, n. 2, p. 303-335, 1989.

MELLO, J. M. C.; TAVARES, M. C.; FLORI, J. L. A contra-revolução liberal conservadora e a tradição latino-americana. Poder e dinheiro: uma economia política de globalização, 1997.

MORAES NETO, B. R. Maquinaria, taylorismo e fordismo: a reinvenção da manufatura. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 31-34, 1986.

MORAES, C. R. B.; FADEL, B. As Tecnologias da informação e a cultura organizacional: suas implicações no ambiente informacional das organizações. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES DO UNI-FACEF, 9., 2008.

MORAIS, R. R.; MONTEIRO, R. A indústria 4.0 e o impacto na área de operações: um ensaio. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 5., 2016, São Paulo. Anais... São

Paulo, 2016.

OLIVEIRA, F. T. de; SIMÕES, W. L. A Indústria 4.0 e a produção no contexto dos Estudantes de Engenharia. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2017. Goiás. Anais eletrônicos. Goiás, 2017. Disponível em: <https://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/Fernanda_Tha%C3%ADs_de_Oliveira.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2018.

SAKURAI, R.; ZUCHI, J. D. As revoluções industriais até a indústria 4.0. Revista Interface Tecnológica, v. 15, n. 2, p. 480-491, 2018.

SINGER, P. Desemprego e exclusão social. São Paulo em perspectiva, São Paulo, v. 10, p. 1, 1996.

ZANCUL, E. de S. O Brasil está pronto para a Indústria 4.0? Exame. São Paulo, maio. 2016. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/o-brasil-esta-pronto-para-a-industria-4-0/>>. Acesso em: 30 jul. 2018.