UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE PONTA PORÃ
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ALEXANDRE AYALA DA SILVA

AS MUDANCAS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO MERCADO DE TRABALHO SOBRE ÉGIDE DA INDÚSTRIA 4.0

PONTA PORÃ
2019

ALEXANDRE AYALA DA SILVA

AS MUDANCAS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO MERCADO DE TRABALHO SOBRE ÉGIDE NA INDÚSTRIA 4.0

Trabalho apresentado à Banca Examinadora da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Ponta Porã, como exigência para obtenção do título de Bacharelado em Economia, sob a orientação do Prof. Dr. Jonattan Rodriguez Castelli.

PONTA PORÃ
2019

ALEXANDRE AYALA DA SILVA

AS MUDANCAS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO MERCADO DE TRABALHO SOBRE ÉGIDE NA INDÚSTRIA 4.0

Trabalho apresentado à Banca Examinadora da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Ponta Porã, como exigência para obtenção do título de Bacharelado em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Jonattan Rodriguez Castelli.

Data da defesa/entrega: ___/___/____

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e Orientador: Nome e título

Membro Titular: Nome e título

Membro Titular: Nome e título

Universidade.

Média_____ **Data: ___/___/____**

DEDICATÓRIA

À minha família por sua capacidade de acreditar em mim e incentivar meus estudos, em especial, aos meus filhos Henrique e Gabriela, que embora não tenham conhecimento disto, iluminaram de maneira especial meus pensamentos, me levando a buscar mais conhecimento. E a minha esposa Glades, que sempre me apoiou e soube compreender as horas de ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que iluminou meu caminho durante esta caminhada, aos amigos de curso, grandes companheiros, que de forma excepcional me incentivaram e apoiaram ao longo desses anos e aos professores pelos conhecimentos transmitidos e em especial ao meu orientador Prof. Dr. Jonattan Rodriguez Castelli, pela disponibilidade e grande ajuda.

“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e de repente, você estará fazendo o impossível”

São Francisco de Assis

RESUMO

Desde seu surgimento, no início deste século XXI, a Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, tem realizado mudanças de maneira profunda na organização das cadeias globais de valor, sobretudo a gestão de negócios e no mercado de trabalho. Para sustentar essas mudanças, torna-se necessário as indústrias e as salas de aula se manterem alinhadas às demandas que surgem a partir da inserção de novas tecnologias no mercado de trabalho, sendo essencial a formação e capacitação dos profissionais nessa nova era de automação tecnológica. Com relação aos propósitos deste estudo, adotou-se a abordagem teórica neo-schumpeteriana de paradigmas tecno-econômicos, desenvolvido por Carlota Perez, sendo esse o modelo que será adotado para analisar as mudanças da indústria 4.0 no mercado de trabalho, a partir da incorporação desses novos princípios tecnológicos e organizacionais. Os resultados dos referenciais teóricos demonstraram a importância da tecnologia para o desenvolvimento econômico de um país. No entanto, os trabalhadores possuem pouco conhecimento acerca da indústria 4.0, o que pode ser justificado pela falta de mão de obra capacitada e a automatização de muitos postos de trabalho.

Palavras-chave: Industria 4.0, mercado de trabalho, mudanças tecnológicas.

ABSTRACT

Since its inception early in the 21st century, the Fourth Industrial Revolution, or Industry 4.0, has made profound changes in the organization of global value chains, especially business and labor market management**.** To sustain these changes, it presents the need for industries and classrooms to be aligned with the demands that arise from the insertion of new technologies in the labor market, and the training and qualification of professionals in this new era of technological automation is essential. Regarding the purposes of this study, we adopted the neo-schumpeterian theoretical approach of techno-economic paradigms, developed by Carlota Perez, which is the model that will be adopted to analyze the changes of industry 4.0 in the labor market, from the incorporation these new technological and organizational principles. The results of the theoretical references show the importance of technology for the economic development of a country, however, workers have little knowledge about industry 4.0 and its characteristics, which can be justified by the lack of skilled labor and the automation of many work stations.

Keywords: Industry 4.0, labor market, technological changes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
1.1 JUSTIFICATIVA 10
1.2 OBJETIVO GERAL 11
1.2.1 Objetivo Específico 11
1.3 METODOLOGIA 11
2 REFERENCIAL TEÓRICO 13
2.1 A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA PARA A ECONOMIA 13
2.2 OS PARADIGMAS TECNO-ECONÔMICOS 17
2.3 A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL - A INDÚSTRIA 4.0 20
2.3.1 Princípios da Indústria 4.0 22
2.3.2 Pilares da Indústria 4.0 23
2.3.3 Os Impactos da Indústria 4.0 25
3 O MERCADO DE TRABALHO COM A INDUSTRIA 4.0 28
3.1 SUBSTITUIÇÀO DO TRABALHO 31
3.2 A INDÚSTRIA 4.0 NA SALA DE AULA 39
4 CONCLUSÃO 42
REFERÊNCIAS 44

1 INTRODUÇÃO

A indústria é um dos mais importantes motores do crescimento econômico e vem sempre a destacar novas fontes de produtos, novas tecnologias e novas formas de produzir. O termo "Indústria 4.0" tornou-se conhecido em 2011, quando foi criada uma iniciativa denominada "Industrie 4.0" - uma associação de representantes do mundo empresarial, político e acadêmico que apoiou a ideia como uma abordagem para fortalecer a competitividade da indústria manufatureira alemã.

Diante da tecnologia da informação no mercado de trabalho sobre égide da indústria 4.0, torna-se clara a importância da elaboração de um estudo envolvendo o tema acima, a fim de analisar as mudanças a partir da incorporação desses novos princípios tecnológicos.

Segundo a economista Carlota Perez (2010), uma das principais estudiosas da dinâmica do ciclo econômico, a cada 60 anos, há uma revolução tecnológica cuja propagação abre um mundo novo cheio de oportunidades para inovar. A indústria 4.0 pode ser entendida como uma nova revolução tecnológica, um novo modelo de produção em que máquinas, ferramentas e processos estarão conectados à internet através de sistemas ciber-físicos, interagindo entre si e com a capacidade de operar, tomar decisões e se corrigir de forma praticamente autônoma, sendo essas tecnologias melhor descritas no referencial teórico.

Somado a isso, Thoaldo (2010) afirma que os instrumentos usados no processo de ensino são de vital importância para a formação de cidadãos efetivamente participativos e estimulados, e devem acompanhar a revolução que vem mudando a forma de como vivemos, trabalhamos e se relacionamos com as outras pessoas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Em tempos turbulentos, tanto política quanto economicamente, a inserção do tema em voga, pode contribuir para a promoção de mudanças no processo de aprendizado, quebrando paradigmas de uma educação engessada, que não utiliza os avanços tecnológicos existentes em prol da formação de profissionais atualizados.

Sendo assim, este trabalho se justifica por ter um tema de grande relevância para o mundo acadêmico, em termos de mudança de processo de ensino, destacando-se a identificação do perfil dos novos profissionais que poderão ser

disponibilizados no mercado de trabalho com a aplicação prática do tema tecnologia no processo de ensino.

Percebe-se que anualmente inúmeros novos profissionais são alocados no mercado de trabalho, mas estes, por estarem aprisionados sob o velho processo de ensino, não conseguem a sua inserção imediata neste mercado, pois possuem apenas o conhecimento teórico disponibilizado nas universidades.

1.2 OBJETIVO GERAL

Verificar as mudanças da tecnologia da informação no mercado de trabalho sobre égide da indústria 4.0.

1.2.1 Objetivo Específico

I. Conceituar a indústria 4.0;
II. Apresentar os principais pilares que estabeleceram a indústria 4.0;
III. Discutir as mudanças da tecnologia no mercado de trabalho e o reflexo destas, na formação de novos profissionais;
IV. Destacar importância da introdução da indústria 4.0 na sala de aula.

1.3 METODOLOGIA

A elaboração da pesquisa terá como ferramenta base materiais já publicados sobre o tema em livros, artigos científicos, publicações periódicas do Scielo e materiais na Internet de fontes confiáveis. E assim, podendo atender aos objetivos propostos.

O referencial teórico permite verificar o estado do problema a ser pesquisado, sob o aspecto teórico e de outros estudos e pesquisas já realizados (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Segundo Marion, Dias e Traldi (2002, p.38), “O referencial teórico deve conter um apanhado do que existe, de mais atual na abordagem do tema escolhido, mesmo que as teorias atuais não façam parte de suas escolhas.”

Com relação aos propósitos deste estudo, adotou-se a abordagem teórica neo-schumpeteriana de paradigmas tecno-econômicos, desenvolvido por Carlota Perez,

sendo esse o modelo que será adotado para analisar as mudanças da indústria 4.0 no mercado de trabalho, a partir da incorporação desses novos princípios tecnológicos e organizacionais.

Concomitantemente, é possível observar, a partir dos estudos de Castelli (2013), Rubmam (2015), Lins (2016), Silveira (2017), a atualidade e a repercussão que a indústria 4.0 e suas mudanças produzem no desenvolvimento econômico.

Para melhor compreensão do tema, este trabalho será elaborado a partir dos registros, análise e organização dos dados dos referenciais teóricos utilizados, permitindo uma maior compreensão e interpretação das fontes obtidas, podendo assim, discutir essas mudanças sob o olhar de especialistas que buscam um padrão de desenvolvimento industrial, para criar condições absorção dessas tecnologias que surgem na revolução industrial em curso.

Sendo assim, no primeiro capítulo deste trabalho se discutirá a importância da indústria para economia, apontando os paradigmas tecno-economicos e a quarta revolução industrial, chamada de a indústria 4.0. Na sequência, o segundo capitulo a abrange a indústria 4.0 e o mercado de trabalho, debatendo as mudanças que a automação estão e estará produzindo no campo profissional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No decorrer da história, a humanidade se deparou com diversas revoluções que influenciaram de forma permanente a construção do mundo atual, sobretudo as estruturas sociais e os sistemas econômicos, desencadeadas pela inserção de novas tecnologias e pelas maneiras distintas de compreender o mundo.

A estrutura produtiva pode ser considerada um fator relevante na determinação do crescimento econômico de um país. Sendo assim, este capítulo apresenta a importância da indústria para a economia, ao mesmo tempo em que busca enfatizar os paradigmas tecno-econômicos e a indústria 4.0, salientando os princípios e pilares que a fazem parte dessa revolução industrial.

2.1 A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA PARA A ECONOMIA

Segundo a carta IEDI 954 (2019), o desenvolvimento tem como meta primordial a elevação do nível de renda e do bem-estar da população. Esse objetivo somente será alcançado com a diversificação e o aumento da complexidade da estrutura produtiva, promovidas simultaneamente. Todas as atividades, sem exceção, têm papéis importantes a desempenhar neste processo, mas a indústria está no centro dele. A manufatura estabelece um sistema interligado de geração de renda e de inovações que vai além de suas fronteiras, dinamizando outros setores e estimulando transformações no modo de vida da sociedade.

O progresso industrial cria novos bens e novos equipamentos e métodos de produção para o conjunto da economia. Embora os demais setores também possam gerar tecnologias de modo independente, as ações inovadoras da indústria incorporadas nos insumos, em componentes e em máquinas e equipamentos difundem esses avanços para outros ramos da própria indústria e para o setor extrativo, a agropecuária e os serviços.

A característica mais marcante da Indústria é a de que ela constrói suas próprias condições objetivas de operação. Ela é causa e consequência da transformação da estrutura produtiva do país**.** Na sua fase inicial, no período manufatureiro, apropriou-se das forças produtivas desenvolvidas no período anterior;

nessa fase, a geração de excedente econômico predominante se dava sob a forma de mais-valor absoluto, que implicava no aumento da jornada de trabalho (IEDI, 2019).

No entanto, com a Primeira Revolução Industrial, o capitalismo, ao desenvolver a maquinaria e a grande indústria, criou suas próprias forças produtivas; a partir daí, passou a preponderar a forma relativa de extração de mais-valor, baseada no aumento da produtividade do trabalho nos setores que, direta ou indiretamente, produzem as mercadorias consumidas pelo trabalhador (SOUZA, 2005).

Foi o fato de colocar à disposição do trabalhador dentro da fábrica, não mais uma mera ferramenta de trabalho, mas uma máquina, composta de um motor, um mecanismo de transmissão e uma máquina-ferramenta, que permitiu uma verdadeira revolução nas forças produtivas e garantiu a vigência histórica do capitalismo (SOUZA, 2005).

Segundo Marx, a adoção das máquinas-ferramentas, foi possível graças ao advento da máquina a vapor, que proporcionou o aumento de 40 vezes na produtividade do trabalho na Inglaterra durante a Revolução Industrial.

A importância da indústria como fator primordial do crescimento econômico obteve maior fundamentação a partir das obras de Nicholas Kaldor. Para este autor o nível de demanda agregada das economias seria resultado das diferentes estruturas produtivas, atribuindo à indústria de transformação a característica de principal ferramenta na promoção do crescimento econômico. Desta forma, a economia deveria promover o crescimento dos setores industriais de modo a expandir a participação do emprego na indústria em relação aos demais setores da economia, como apresenta Kaldor:

> Progresso econômico (na medida em que representa elevação da renda per capita) implica, invariavelmente, em industrialização no sentido de um aumento na proporção da população ativa empregada em ocupações secundárias (e terciárias) e correspondente redução na proporção da força de trabalho utilizada na agricultura. (KALDOR, 1957b, p. 21 *apud* LAMONICA e FEIJÓ, 2010, p. 65).

A principal característica de sua abordagem se dá ao atribuir tal importância ao setor industrial pelo fato desse setor apresentar economias de escala, promovendo o crescimento da produtividade da economia.

A indústria proporciona maiores mudanças no processo de crescimento, gerando transformações na estrutura produtiva das economias ao longo do tempo, o que leva a alterações na composição da demanda, aumentando a presença de

produtos industrializados na economia. Como o setor industrial possui maior capacidade de gerar novos processos produtivos e criação de novos produtos, promove importantes avanços pelo lado da oferta, (MARINHO, NOGUEIRA e ROSA, 2002). Assim, o desenvolvimento econômico através da indústria apresenta maior produtividade e chances de crescimento mais elevadas que nos outros setores da economia.

Marinho, Nogueira e Rosa (2002) expõem que a industrialização é apenas uma parte da dinâmica de desenvolvimento econômico, e que os outros setores não podem ser desprezados. Todavia, o foco deve ser dado para o setor industrial, principalmente pelas economias em desenvolvimento, que gera maior crescimento econômico e apresenta também, maior inter-relação com os demais setores. A relação com o setor primário se dá principalmente pelo fato deste ser um dos principais fornecedores de insumos para a indústria. Sendo também importante desenvolver o setor de serviços (financeiros, manutenção, transportes, comércio, etc.) para auxiliar o setor industrial a jusante e a montante. Assim, o processo de industrialização deve ser considerado pelas economias como fundamental, para a promoção do desenvolvimento econômico.

Sendo assim, a revolução das forças produtivas, que, numa economia planejada é voltada ao bem-estar do ser humano, poderia promover um desenvolvimento contínuo e autossustentado da economia e uma vida cada vez melhor para a população, transformou-se, no capitalismo motivo de crise, pobreza, desemprego, fome e miséria. Conforme citado por Souza:

> Em primeiro lugar, o processo de mecanização, ao aumentar a produtividade do trabalho nos setores que produzem bens consumidos pelo trabalhador, diminui o valor desses bens; em consequência, desvaloriza a força de trabalho, aumentando o mais valor relativo e acumulando cada vez mais riqueza nas mãos do capitalista. Segundo, esse mesmo processo, ao aumentar o gasto em meios de produção proporcionalmente mais rápido do que o gasto com força de trabalho, fazendo aumentar o que Marx chamava de composição orgânica do capital, realiza a substituição crescente do homem pela máquina; em consequência, gera desemprego e pobreza entre os trabalhadores (SOUZA, 2005, p. 2).

Diante dessa contradição entre produção e consumo, nascem as crises da economia capitalista. O desenvolvimento desproporcionado do setor de meios de produção em relação ao de meios de consumo também é fator de crise (SOUZA, 2005).

Contudo na atualidade, a indústria é líder na geração de inovações e “espalha” seu próprio dinamismo para a economia como um todo, o que faz dela um motor da transformação e do crescimento. O Banco Mundial, em livro publicado no início de 2018, enfatiza a importância que a industrialização possui na promoção do desenvolvimento dos países.

A indústria, segundo a carta IEDI edição 954 de 2019, é o setor da economia com melhor posição em um conjunto de atributos que funcionam como alicerce do desenvolvimento. Ela apresenta níveis elevados de produtividade e grande capacidade de absorção de mão de obra menos qualificada de outros setores, ao mesmo tempo em que é a principal responsável pelas atividades de inovação e pela integração internacional de um país à economia global. Por isso, se ganha muito ao promover uma indústria é ainda extremamente importante na geração de receita ao setor público.

No Brasil, a participação do setor na arrecadação chegou a 27% em 2016, devido à carga tributária de 45% de seu valor adicionado. Serviços é a atividade que mais arrecada, 40% do total, tendo, no entanto, uma carga tributária muito inferior à industrial (23%), segundo a FIRJAN a partir de dados da Receita Federal[1].

Ou seja, um setor que seguidamente vem perdendo participação na economia brasileira (representando hoje apenas 10% do PIB) é responsável por quase três quartos do investimento privado em P&D e por quase 30% da arrecadação de impostos.

Ademais, segundo levantamento do IEDI com dados da Pnad/IBGE[2], a manufatura responde por 20% do emprego privado com carteira assinada e, dentre os grandes setores da economia, é quem apresenta a maior proporção de postos formais de trabalho: 63% de seu total de vagas, enquanto em outros setores, como no comércio e nos serviços, chega a apenas 46% e 40%, respectivamente.

Segundo a CNI[3], o protagonismo da indústria pode também ser constatado, devido aos seus efeitos dinamizadores, toda vez que as condições internas ou externas da economia favorecem sua expansão, o vigor do crescimento do PIB total se acentua. Isto é constatado mesmo que se tenha em conta a já mencionada retração

---

[1] FIRJAN (2018) “Carga tributária brasileira por setores”. Conjuntura Econômica jan/18.

[2] Carta IEDI n. 935 “O emprego na indústria brasileira na recente crise econômica”, de 05/07/2019.

[3] CNI (2018) “A importância da indústria no Brasil e da Indústria de Transformação no Brasil”.

de sua participação na economia do País. Ou seja, mesmo perdendo relevância na geração de renda, a manufatura ainda é capaz de ditar o ritmo de crescimento do PIB, quando o valor agregado manufatureiro cresce mais, o PIB total também cresce mais.

2.2 OS PARADIGMAS TECNO-ECONÔMICOS

Dosi (1982, *apud* Castelli, 2013, p.35), introduz o conceito de *paradigma tecnológico* para denominar aquelas tecnologias capazes de transformar não só todas mercadorias e a forma de produzi-las como a maneira que as pessoas vivem suas vidas.

Um “paradigma tecnológico” define contextualmente as necessidades que são importantes de serem preenchidas, os princípios científicos utilizados nas tarefas e o material tecnológico a ser usado. Em outras palavras, um paradigma tecnológico pode ser definido como um ‘padrão’ de solução de problemas econômicos selecionados, baseados em princípios derivados das ciências (CASTELLI, 2013).

À medida em que um paradigma se difunde ele cria uma trajetória, associada com o desenvolvimento progressivo das oportunidades de inovação relacionadas a ele, e que determinarão a forma como as economias se transformarão ao longo dos anos. Conforme Cimoli e Dosi (1994, *apud* Castelli 2013, p.37), a princípio, as trajetórias podem ser medidas com base nas mudanças nas características tecno-econômicas fundamentais dos produtos e do processo de produção.

Perez (2002) assevera que desde o século XVIII tivemos cinco revoluções tecnológicas que moldaram os meios de produção e o ambiente institucional. A primeira revolução tecnológica foi a Primeira Revolução Industrial (1771), que ocorreu na Inglaterra, decretando a hegemonia econômica desse país, tendo como tecnologia ‘fator-chave’ a indústria mecanizada do algodão (LANDES, 1994). Essa revolução desencadeou o primeiro paradigma tecno-econômico: a produção fabril.

A segunda foi a Segunda Revolução Industrial (1829), a Era do vapor e das ferrovias, também iniciada na Inglaterra, mas difundida na Europa e EUA (LANDES, 1994). Ela tinha como fator-chave a máquina a vapor e definiu o que viria a ser o segundo paradigma: a economia das aglomerações, da escala como progresso.

A terceira revolução foi a Era do Aço (1875), da eletricidade e da engenharia pesada, iniciada nos EUA e na Alemanha, fazendo com que esses dois países ultrapassassem a Inglaterra no aspecto econômico (LANDES, 1994). O fator-chave

dessa revolução tecnológica foi o barateamento do aço, o pleno desenvolvimento do motor a vapor na indústria naval, a engenharia civil e a química pesada, sendo o paradigma tecno-econômico tido como o das estruturas gigantescas, da integração vertical das empresas, da ciência como força produtiva, etc. (TIGRE, 2005).

A quarta revolução tecnológica é a Era do petróleo, do automóvel e da produção em massa (1908), ocorrida nos EUA e se espalhando para a Europa, marcando a hegemonia econômica dos EUA (LANDES, 1994). Os fatores-chave foram os automóveis produzidos em massa, o petróleo barato, os motores de combustão interna, a plena difusão da eletricidade. O paradigma estabelecido, durante a quarta revolução tecnológica, foi o da produção em massa, da economia em escala, da padronização dos produtos, dos produtos sintéticos, ou seja, em última instância, o paradigma denominado *Fordismo* (TIGRE, 2005).

Já a quinta revolução tecnológica foi a da Era da tecnologias das informação (1971), iniciada nos EUA e difundida na Europa e Ásia. O fator-chave foi a revolução da informação, da microeletrônica barata. O paradigma estabelecido foi o da informação intensiva, da integração descentralizada, do conhecimento como capital, etc.

Hoje vive-se a chamada Era da Informação e Telecomunicações (Quinta Revolução Tecnológica), teve início na década de 1970, e teve como momento inicial um Sistema criado ao redor de microprocessadores (e outros semicondutores integrados) primeiramente utilizados em calculadoras, jogos de vídeo games, entre outras aplicações civis e militares. Depois disso, houve uma sequência de aplicações em mini computadores, computadores pessoais, softwares, Internet etc. sendo que cada uma dessas aplicações inaugurou um novo Sistema, os quais mantiveram, todavia forte inter-relação e interdependência (PEREZ, 2009).

Cada uma das cinco revoluções tecnológicas tem início em um país específico, que no período respectivo passa a figurar como líder econômico mundial. Essas revoluções são marcadas por profundas mudanças “rejuvenescimento de indústrias preexistentes, mudança significativa na conduta social e nos padrões de investimento e necessidade de profundas mudanças institucionais. Por isso, trata-se de um processo de ‘destruição criadora’.” (AREND, 2009, p. 367).

Essa “destruição criadora”, expressão amplamente popularizada por Schumpeter (1961) reflete a ascendência de um novo paradigma, induzido em cada uma das revoluções tecnológicas. Um paradigma tecno-econômico é, então, um

modelo de “prática ótima” formado por vários princípios tecnológicos e organizacionais, ubíquos e genéricos, que prescrevem a maneira mais efetiva de emprego da revolução tecnológica (corrente) e de utilizá-la para o fim de rejuvenescer ou modernizar o resto da economia. Uma vez incorporados os novos princípios tecnológicos e organizacionais convertem-se em “senso comum” que balizam o arranjo de qualquer atividade e a reestruturação de instituições (PEREZ, 2004).

A futura posição econômica ocupada pelos países (economias) é em grande medida definida pela maneira pela qual estes aderem ao novo paradigma. Perez (2004) destaca que as mudanças de paradigma tecno-econômico criam janelas de oportunidades que propiciam o adiantamento ou o emparelhamento de economias em via de desenvolvimento. Mas, também, podem resultar em (*falling behind*), caso os países mantenham-se inertes (PEREZ, 2004).

À medida que o tempo passa, a entrada torna-se mais difícil, o avanço das fases do paradigma “impedem, com crescente força, a entrada de novos participantes no mercado. Assim, o ingresso determinante do desenvolvimento deve-se dar no momento inicial de difusão do paradigma tecnológico.” (AREND, 2012, p. 383). Isso por que o *know-how* se torna progressivamente privado.

Perez (2004), relembra o caráter temporário de um paradigma. Mesmo que altamente revolucionário esses paradigmas (bem como a própria Revolução Tecnológica) esgotam-se. Seu ciclo de vida tende a ser de meio século aproximadamente. Essa temporalidade tem como resultado “a modernização e regeneração do sistema produtivo como um todo, de modo que o rendimento global sobe para novos níveis a cada um de 50 anos aproximadamente” (PEREZ, 2004, p.32). Esse novo paradigma transforma-se em senso comum generalizado “terminando por se enraizar na prática social, na legislação, e em outros componentes do marco institucional, facilitando as inovações compatíveis e obstaculizando as incompatíveis.” (AREND, 2012, p.369).

Portanto, uma inovação ao se tornar um paradigma tecnológico segue uma trajetória de difusão entre firmas e países e de surgimento de pequenas inovações complementares a ela. Ao fim dessa trajetória, na qual o paradigma tecnológico está altamente difundido e é utilizado nos mais diversos aspectos da produção capitalista e da maneira como os indivíduos vivem suas vidas, a tecnologia que outrora foi uma grande inovação chega ao seu limite, dando margem ao surgimento de uma nova

inovação tecnológica e, por conseguinte, dando espaço para a aurora de um novo paradigma tecnológico.

2.3 A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL - A INDÚSTRIA 4.0

A indústria 4.0 pode ser entendida como uma continuidade/aprofundamento do paradigma das tecnologias da informação e da comunicação.

Segundo Kagermann et al., (2013) o termo Indústria 4.0 surgiu publicamente em 2011 na Alemanha na feira de Hannover. Essa nova proposta de indústria surgiu por meio da necessidade de se desenvolver uma abordagem para fortalecer a competitividade da indústria manufatureira alemã.

Apesar do uso frequente, a definição de não é unânime e encontra equivalentes fora do idioma alemão como “Industrie 4.0” Manufacturing” ou “Things”. Os termos são regularmente “Advanced Industrial Internet of utilizados para descrever um novo paradigma industrial da era pós-digital: a quarta revolução industrial.

“Indústria 4.0 é um termo coletivo para tecnologias e conceitos da organização da cadeia de valor. No interior das fábricas inteligentes e modulares da Indústria 4.0, sistemas ciber-físicos (CPS) monitoram processos, criam uma cópia virtual da realidade e tomam decisões descentralizadas. Através da Internet das Coisas (IoT) os CPS se comunicam e cooperam entre si e com seres humanos em tempo real, e através da Internet dos Serviços (IoS) são oferecidos serviços organizacionais internos e externos4, utilizados por participantes desta cadeia de valor.”

Na Indústria 4.0 “as empresas irão estabelecer redes globais com os seus equipamentos, depósitos e unidades de produção articulados por sistemas ciber-físicos. No ambiente industrial (manufatureiro), estes sistemas ciber-físicos incluem máquinas, sistemas de armazenagem e unidades de produção inteligentes, capazes de trocarem informações de independente” forma autônoma, desencadeando ações e controles mútuos de modo (HERMANN, 2015).

A Indústria 4.0 cria fábricas inteligentes e um sistema industrial inteligente de tal forma que afeta de forma significante as qualificações profissionais e as relações de trabalho, cria novos mercados e modelos de negócio, e pode alterar profundamente a dinâmica econômica do mundo moderno.

A nova revolução foi precedida pelo uso de motores a vapor e equipamentos mecânicos nas fábricas do século XVIII (1ª revolução industrial), o conceito de linhas

de produção e ampla aplicação da eletricidade na manufatura na segunda metade do século XIX (2ª revolução industrial) e pela aplicação de eletrônica, tecnologia da informação e automação aos processos de produção em meados de 1970 (3ª revolução industrial). Conforme figura abaixo:

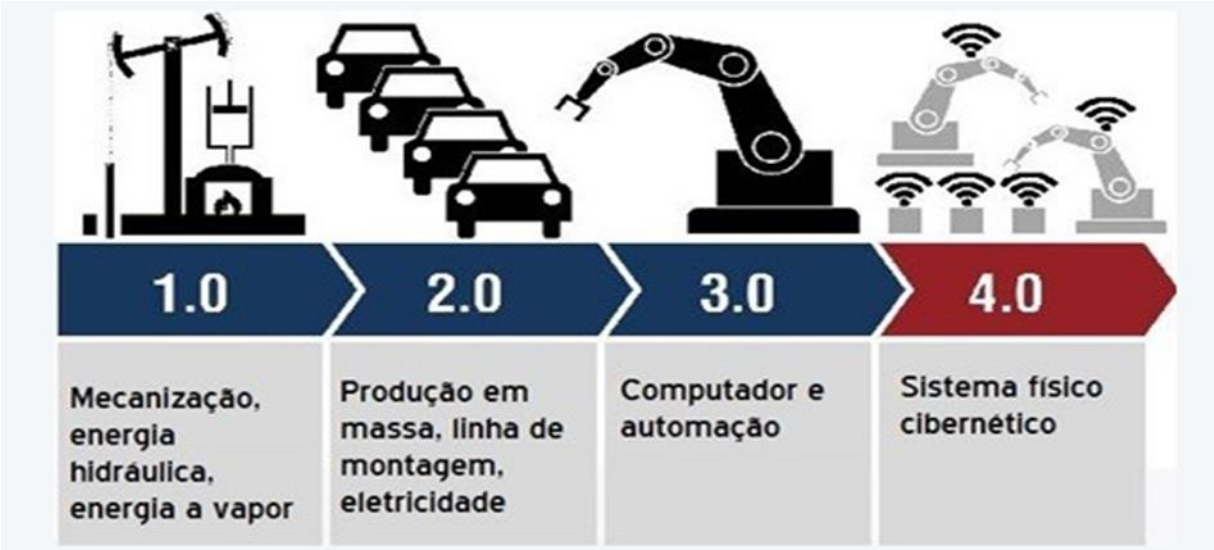

FIGURA 1 – Revolução Industrial em 4 tempos
Fonte: KAGERMANN (2013, p.19).

Entretanto, há uma diferença crucial entre a Indústria 4.0 e as revoluções que a precederam: o novo paradigma dos meios de produção não foi constatado após seu desenvolvimento e impacto no mercado, mas previsto e anunciado *a priori* (Drath, 2014, apud Hermann *et al.,* 2015). Mais do que isso, a direção de desenvolvimento vem sendo, moldada e sua velocidade aprimorada pela aplicação de políticas públicas.

Conforme Silveira (2017) o fundamento básico da Indústria 4.0 é de que conectando máquinas, sistemas e ativos, as empresas podem criar redes inteligentes e assim controlar os módulos de produção de forma autônoma.

A Indústria 4.0 é o produto de uma profusão de tecnologias aplicadas ao ambiente de produção, o que Schwab (2016) nomeia de “megatendências”. Entre elas, avultam-se os *Cyber-Physical Systems* (CPS), a *Internet of Things* (IoT), a *Internet of Services* (IoS), veículos autônomos, impressoras 3D, robôs avançados, inteligência artificial, Big Data, nanomateriais e nanosensores (SCHWAB, 2016).

A combinação dessas tecnologias, como sugerido pelos alemães, tem potencial para habilitar as chamadas *Smart Factories*, capazes de fabricar produtos de forma mais eficiente com a comunicação e integração entre máquinas, pessoas e recursos (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

2.3.1 Princípios da Indústria 4.0

Sobre os princípios da Indústria 4.0, Silveira (2017, *apud* Sakurai e Zuchi, 2018, p.485), explica que existem seis, de extrema importância e que devem ser seguidos para a implementação da quarta revolução industrial, são eles:

I. Capacidade de operação em tempo real - aquisição e tratamento de dados em tempo real, fator que possibilita que decisões sejam tomadas em tempo real;

II. Virtualização - essa moderna proposta industrial possui uma cópia virtual das fábricas inteligentes, permitindo assim a rastreabilidade e o monitoramento remoto;

III. Descentralização - as decisões podem ser feitas pelo sistema *cyber*-físico, como forma de atender as necessidades de produção em tempo real;

IV. Orientação de Serviços - Utilização de arquiteturas de software orientadas a serviços aliado ao conceito de *Internet of Services;*

V. Modularidade - produção de acordo com a demanda, acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. Essa mobilidade permite alterar as tarefas das máquinas facilmente.

VI. Interoperabilidade **-** Capacidade dos sistemas *cyber*-físicos (suportes de peças, postos de reunião e produtos), humanos e fábricas inteligentes comunicar-se uns com os outros por intermédio da Internet das Coisas e da Internet.

Existem muitas tecnologias que podem ser usadas dentro da Indústria 4.0, no entanto, algumas se destacam e constituem assim os pilares da quarta Revolução Industrial.

2.3.2 Pilares da Indústria 4.0

As tecnologias mais relevantes para a implementação e funcionamento da Indústria 4.0 podem ser assim definidas, conforme figura e citado por Sakurai e Zuchi (2018):

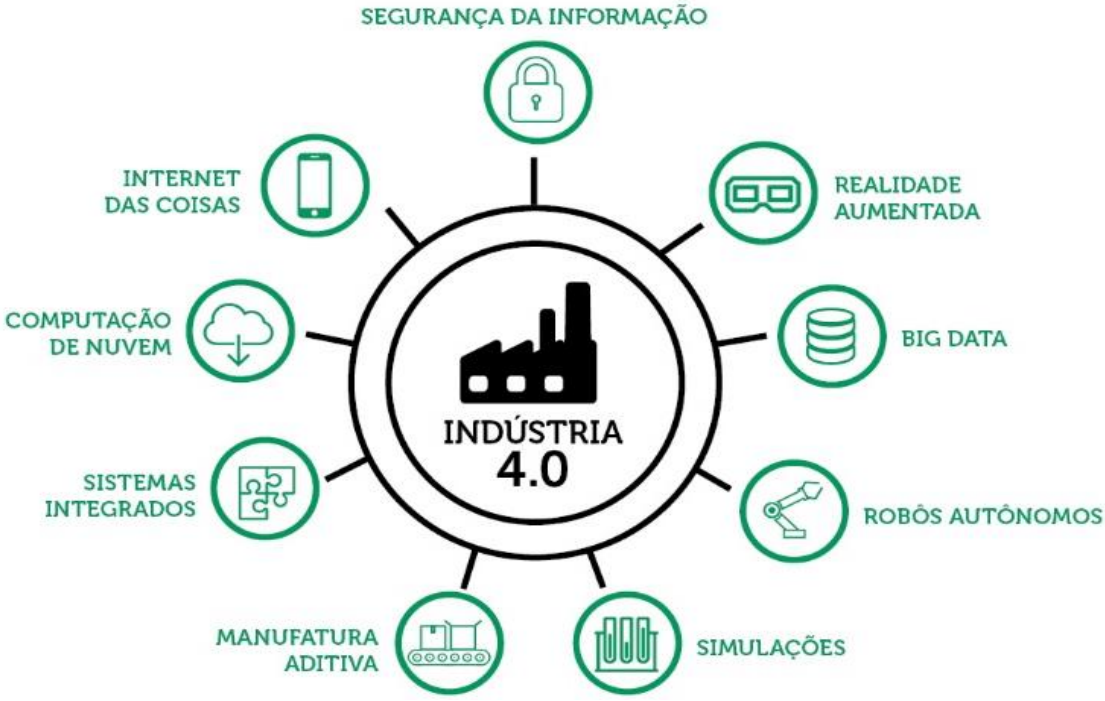

FIGURA 2 – Os 9 pilares da indústria 4.0
Fonte: NASCIMENTO (2018 p. 06).

i. Internet das Coisas: “a relação entre coisas (produtos, serviços, lugares) e pessoas, por meio de plataformas e tecnologias conectadas”. Em certa extensão os objetos inteligentes conectados através da IoT podem ser considerados sistemas ciber-físicos, e então no contexto industrial a Internet das coisas é a rede de colaboração desses CPS buscando alcançar objetivos produtivos comuns. (SCHWAB, 2016, p. 26).

ii. Segurança cibernética: “meios de comunicação cada vez mais confiáveis e sofisticados” (RUBMANN et al., 2015, p. 6). Sendo, segundo Silveira (2017), a segurança o maior sucesso de um programa ou produto altamente tecnológico;

iii. *Big Data Analytics:* Em meio a geração de dados impulsionada pelos CPS e demais equipamentos conectados no sistema produtivo, além do grande

volume que já circula na Internet, a capacidade de analisar e utilizar esses dados de forma estratégica se torna essencial para o bom desempenho da Indústria 4.0, e o *Big Data Analytics* trata-se justamente do conjunto de técnicas e ferramentas computacionais para extrair valor de grandes volumes de dados. (SILVEIRA, 2017);

iv. Computação em nuvem: “banco de dados capaz de ser acessado de qualquer lugar do mundo em milissegundos, por meio de dispositivos conectados à internet” (RUBMANN et al., 2015, p. 6-7);

v. Robótica avançada: “robôs mais adaptáveis e flexíveis; futuramente, sua interação com outras máquinas e humanos será uma realidade cotidiana” (SCHWAB, 2016, p. 25);

vi. Realidade aumentada: realidade aumentada é a sobreposição computacional de elementos virtuais sobre o ambiente físico do usuário em tempo real, modificando ou incluindo elementos visuais e/ou auditivos que complementam sua experiência.

vii. Sistemas integrados: são sistemas que combinam atuação no mundo físico com conexão com o mundo virtual. Esses equipamentos são dotados de sensores que permitem capturar informações sobre a realidade, transformá-las em dados e utilizá-los na tomada de decisão e atuação com algum grau de automatismo.

viii. Manufatura aditiva: o termo Manufatura Aditiva se refere aos processos produtivos que, diferentemente dos métodos clássicos de fabricação, adicionam camadas de material como forma de traduzir uma geometria virtual em objeto físico. A Impressão 3D é a técnica mais comum de Manufatura Aditiva, mas há outros tipos de processos que são categorizados da mesma maneira, como a Sinterização.

ix. Simulação: teste e otimização de processos em fase de concepção ou existentes com ferramentas digitais.

Diante de tanta inovação e tecnologia é preciso se preparar para inserir em um mercado uma Indústria com tantas perspectivas de crescimento.

A potencial grandiosidade da Indústria 4.0 somente pode ser compreendida quando ponderados seus possíveis impactos, que por se tratarem de efeitos futuros, podem ou não ser confirmados a depender da capacidade do movimento em superar desafios que já se mostram presentes. As pesquisas apontam para uma série de desafios e impactos na política, na economia, no setor industrial, nos modelos de negócios e na sociedade como um todo. Pode-se concluir que onde houver a possiblidade da Indústria 4.0 provocar mudanças, obstáculos serão enfrentados. É justamente essa amplitude que a torna uma nova revolução e leva Buhr (2017) a concebê-la não como uma revolução tecnológica, mas econômica, política e social.

2.3.3 Os Impactos da Indústria 4.0

A quarta Revolução Industrial poderá ter um impacto monumental na economia global; será tão vasto e multifacetado que fica difícil separar determinado efeito do outro. De fato, todas as grandes macro variáveis imagináveis do PIB, investimento, consumo, emprego, comércio, inflação e assim por diante, serão afetadas.

O impacto da quarta Revolução Industrial sobre o crescimento econômico é um assunto que divide os economistas. Um dos lados, o dos tecno-pessimistas, argumenta que as contribuições cruciais da revolução digital já foram realizadas e que seu impacto sobre a produtividade está quase acabando. Já o lado oposto, dos tecno-otimistas afirma que tecnologia e inovação estão em um ponto de inflexão e, em breve, irão desencadear um aumento na produtividade e maior crescimento econômico (SCHWAB, 2016).

A quarta revolução industrial nos oferece a possibilidade de uma vida mais longa, mais saudável e mais ativa. Tendo em vista vivermos em uma sociedade na qual se espera que mais de um quarto das crianças nascidas hoje nas economias avançadas viva até os 100 anos, teremos de repensar certas questões: idade ativa da população, aposentadoria e planejamento individual de vida[4]

---

[4] UK Office of National Statistics, "' Surviving to Age 100'". Disponível em: https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/birthsdeathsandmarriages/lifeexpectancies/bulletins/nationallifetablesunitedkingdom/2014to2016.

A dificuldade que muitos países têm para discutir essas questões é apenas um novo sinal de que não estamos adequada e proativamente preparados para reconhecer as forças das mudanças.

O maior de todos os impactos produzidos pela Indústria 4.0 são os novos modelos de negócio e um mercado cada vez mais exigente. Devido ao fator de rapidez da automação os produtos podem ser customizados, e esse fator tende a ser uma variável a mais no processo de manufatura, mas as fábricas inteligentes serão capazes de levar a personalização de cada cliente em consideração, se adaptando às preferências (SILVEIRA, 2017).

Ainda segundo Silveira (2017), um setor que tende a sofrer o impacto da Indústria 4.0 será o departamento dos campos de pesquisa e desenvolvimento de segurança da Tecnologia da Informação (TI), o setor de confiabilidade do produto e a interação máquina-máquina.

Na perspectiva de atender essa nova demanda e modelo de indústria a tecnologia deve sofrer um processo de evolução contínua. É preciso também que os profissionais adequem sua capacidade de trabalho a essa nova realidade de grandes avanços tecnológicos. Estar capacitando essas pessoas é uma das estratégias para atender as indústrias oriundas dessa nova Revolução Industrial.

Ainda estamos no início da quarta Revolução Industrial; mas ela exigirá a completa reformulação das estruturas econômicas e organizacionais para que possamos compreender todo o seu valor.

A indústria 4.0 tem o potencial para aumentar o crescimento econômico e para aliviar um alguns dos maiores desafios mundiais que enfrentamos de forma coletiva. Se precisa, no entanto, também reconhecer e gerir os impactos negativos que ela pode trazer em relação a desigualdade, ao emprego e ao mercado de trabalho (SILVEIRA, 2017).

O boletim BIDI (2016)[5] aponta outros impactos positivos da digitalização de processos, como a redução dos prazos de lançamento de novos produtos no mercado; maior flexibilidade das linhas de produção, a customização e ampliação das

[5] BIDI - Boletim de Inteligência, Indústria 4.0: novos desafios para as empresas brasileiras. 12ª Edição. FAI- Centro de Ensino Superior em Gestão, Tecnologia e Educação. Santa Rita do Sapucaí-MG: Setembro, 2016.

possibilidades de mercado a ser atendido, além do aumento da capacidade das empresas de se integrarem em cadeias globais de valor.

Entretanto, nem todas as nações terão capacidade de investir ou estimular a Indústria 4.0, seja por falta de recursos, infraestrutura ou mesmo de capacidade técnica, o que pode levar a uma séria desigualdade social.

Para Guerra (2016), países com baixa integração digital, baixa formação, ou com o sistema econômico baseado em cadeias produtivas de baixo valor agregado, serão incapazes de gerar os estímulos necessários para que essa revolução seja homogênea, ou até mesmo que venha a acontecer.

As profundas transformações que traz em seu bojo afetarão igualmente as atividades de serviços, bem como a agropecuária. A título de exemplo, a difusão de sensores e o avanço na Internet das Coisas e no Big Data fazem emergir uma “agricultura de precisão”, com desdobramentos positivos sobre a produtividade no campo e sua eficiência. Por essa razão, as inúmeras medidas de política industrial assumidas recentemente em todo mundo trazem benefícios amplos e irrestritos do ponto de vista setorial.

Segundo a carta IEDI edição 954 de 2019, aponta ao menos três temas têm assumido uma posição central nas agendas dos países. São eles:

i. Medidas de política de ciência, tecnologia e inovação, com vistas a identificar sinergias e estimular convergências nos esforços de P&D entre as empresas, institutos de pesquisa e setor público;
ii. Medidas de modernização da estrutura industrial de modo a acelerar a absorção das novas tecnologias;
iii. Ações de qualificação da mão de obra, a fim de evitar que a falta de competências, por um lado, dificulte o avanço tecnológico e, por outro, implique em impactos adversos sobre o emprego.

Diante dessa temática, no capítulo da monografia que seguirá esta discussão teórica será abordada as mudanças que a indústria 4.0 reflete no mercado de trabalho, as influências das tecnologias nas novas profissões e na formação de novos profissionais e importância da inserção dessa tecnologia no âmbito acadêmico.

3 O MERCADO DE TRABALHO COM A INDUSTRIA 4.0

A revolução da indústria que se apresenta atualmente, teve início em 2011 quando o governo alemão apresentou na Feira de Hannover uma série de estratégias voltadas à tecnologia capazes de transformar a organização das cadeias de valor globais por meio do surgimento de “fábricas inteligentes”. Desde então, o interesse acadêmico, científico, empresarial e político sobre o tema tem se expandido rapidamente, muito em função do fato de que pela primeira vez uma revolução industrial está sendo observada antes de se tornar, concretamente, realidade (TESSARINI; SALTORAT, 2018).

As principais potências industriais do mundo têm adotado políticas em prol da indústria 4.0, dando início, assim, a uma corrida internacional em direção à indústria do futuro, com potencial de redefinir as posições de liderança no setor. As aspirações, contudo, variam de caso a caso, e são motivadas em grande medida pela avalição das forças e das debilidades da indústria de transformação em cada país.

Conforme a carta IEDI edição 954 (2019), há países, como Alemanha, Coreia do Sul e Japão, em que o objetivo é manter a posição de liderança mundial de suas empresas industriais nos setores de alta tecnologia, diante de uma concorrência global cada vez mais intensa. Em outros, como Estados Unidos, França e Reino Unido, as estratégias adotadas buscam reverter o recuo industrial das décadas anteriores, ampliar o peso da produção e do emprego industrial na economia doméstica e capturar parcela significativa de valor nas articulações estratégicas das cadeias globalizadas.

Há ainda um terceiro grupo, ao qual pertencem China e Índia, em que as políticas buscam aproveitar as oportunidades oferecidas pela revolução tecnológica em curso para realizar alterações estruturais e reduzir a distância que os separa das nações desenvolvidas. A China, com uma postura das mais ambiciosas, adotou um plano de longo prazo, com horizonte em 2049 e metas intermediárias para 2025 e 2035. O objetivo explícito é o reordenamento da indústria do país em torno das tecnologias de manufatura avançada. Os chineses buscam alcançar autonomia tecnológica mediante o desenvolvimento de inovações autóctones, com presença estatal. Já a Índia aposta na atração do investimento direto estrangeiro para acelerar a introdução das tecnologias de manufatura avançada no setor industrial doméstico.

As diretrizes de cada um desses países também refletem suas diferenças no campo das competências industriais e de pesquisa científica e tecnológica e definem prioridades específicas das políticas que vêm sendo adotadas (CNI, 2016; FIRJAM, 2016):

I. Na Alemanha, por exemplo, a ênfase foi colocada na integração de tecnologias digitais em maquinário de produção industrial e “fábricas inteligentes”, com atenção aos sistemas integrados, sistemas ciber-físicos e à Internet das Coisas (IoT).

II. No Japão, o governo identificou uma oportunidade estratégica de liderar o mundo com “robôs na era da Internet das Coisas”, mediante a integração de robótica avançada e inteligência artificial.

III. Na Coreia do Sul, a prioridade é estabelecer um ecossistema industrial avançado, mediante a disseminação a operação de fábricas inteligentes e o desenvolvimento de tecnologias relacionadas a IoT, impressão 3-D e Big Data.

IV. Nos Estados Unidos, a estratégia para a pesquisa industrial enfatiza os sistemas de tecnologia da informação (TI) ou tecnologias emergentes baseadas na ciência e a utilização de materiais de última geração e da engenharia daí decorrente.

V. Na França, a política identifica como prioridades: manufatura aditiva (impressão 3-D), virtualização da fábrica e objetos conectados e realidade aumentada.

VI. No Reino Unido, as áreas prioritárias da política são inteligência artificial e Big Data, crescimento sustentável, mobilidade e inovações para atender as necessidades da sociedade em envelhecimento.

VII. Na China, as prioridades da política são: a modernização do parque industrial, a obtenção de autonomia tecnológica e o desenvolvimento de um setor produtor de equipamentos industriais de alto valor agregado.

VIII. Na Índia, a ênfase da política reside na superação das deficiências estruturais que dificultam a modernização da indústria e atração de investimento direto estrangeiro.

Apesar do potencial impacto positivo da tecnologia no crescimento econômico, se mostra relevante, abordar o seu possível impacto negativo, pelo menos a curto prazo, no mercado de trabalho, e estes impactos veem de tempos atrás.

Em 1931, o economista John Maynard Keynes, citado por Schwab (2016, p. 41), alertou sobre a difusão do desemprego, “pois nossa descoberta dos meios de

economizar o uso de trabalho ultrapassa o ritmo no qual podemos encontrar novos usos para o trabalho”. Provou-se que isso estava errado, mas durante os últimos anos reacendeu- se o debate, pois os computadores estavam substituindo vários empregos, a saber, guarda-livros, caixas e operadores de telefone.

Segundo Schwab (2016), as razões por que a nova revolução tecnológica provocará mais agitações do que as revoluções industriais anteriores são aquelas mencionadas na introdução: velocidade (tudo está acontecendo em um ritmo muito mais rápido do que antes), amplitude e profundidade (há muitas mudanças radicais ocorrendo simultaneamente), e a transformação completa de sistemas inteiros.

Tendo em conta esses fatores impulsionadores, há uma certeza: as novas tecnologias mudarão drasticamente a natureza do trabalho em todos os setores e ocupações. A incerteza fundamental tem a ver com a quantidade de postos de trabalhos que serão substituídos pela automação.

Para começarmos a compreender isso, precisamos entender dois efeitos concorrentes que a tecnologia exerce sobre os empregos:

> “Primeiro, há um efeito destrutivo que ocorre quando as rupturas alimentadas pela tecnologia e automação substituem o trabalho por capital, forçando os trabalhadores a ficar desempregados ou realocar suas habilidades em outros lugares. Em segundo lugar, o efeito destrutivo vem acompanhado por um efeito capitalizador, em que a demanda por novos bens e serviços aumenta e leva a criação de novas profissões, empresas e até mesmo indústrias “(SCHWAB, 2016, pg.42).

Há cerca de dois campos opostos quando se trata das mudanças emergentes no mercado de trabalho aqueles que acreditam em um final feliz os trabalhadores deslocados pela tecnologia vão encontrar novos empregos e a tecnologia irá desencadear uma nova era de prosperidade, e aqueles que acreditam que o fato levaram a um progressivo Armagedon social e político, criando uma escala maciça de desempregos tecnológicos (SCHWAB, 2016).

Sempre foi o caso de que a inovação tecnológica erradica alguns trabalhos que, por sua vez, são substituídos por novos empregos em uma nova atividade diferente e possivelmente em outros locais.

3.1 SUBSTITUIÇÀO DO TRABALHO

Nos Estados Unidos no início do século XIX, 90% da força de trabalho era constituída por pessoas que trabalhavam na terra, mas hoje elas somam menos de 2%, essa redução plástica ocorreu de forma relativamente tranquila, com poucas perturbações sociais ou desempregos em massa (SCHWAB, 2016).

Segundo Schwab (2016, p. 43), diferentes categorias de trabalho, particularmente aquelas que envolvem o trabalho mecânico repetitivo e o trabalho manual de precisão, já estão sendo automatizadas outras categorias seguiram o mesmo caminho, enquanto a capacidade de processamento continuar a crescer exponencialmente antes do previsto pela maioria o trabalho de diversos profissionais diferentes poderá ser parcial ou completamente automatizado, a saber, advogados, analistas financeiros, médicos, jornalista, contadores, corretor de seguros ou bibliotecários.

Até o momento, a evidência é a seguinte a quarta Revolução Industrial parece estar criando menos postos de trabalho para novas indústrias do que as revoluções anteriores de acordo com estimativa do *Oxford Martin Programme on Technology*, apenas 0,1% da força de trabalho dos Estados Unidos está empregado em indústrias que não existiam na virada do século (SCHWAB, 2016).

Dois pesquisadores da *Oxford Martin School*, o economista Carlos Benedikt e Frey e o especialista em aprendizagem automática Michael Osborne, quantificaram o efeito potencial da inovação tecnológica no desemprego; eles classificaram 702 profissões de acordo com a probabilidade de sua automatização, desde que as que correm menor risco de serem automatizadas até as com maior risco (de o trabalho ser substituído por algum tipo de computador).

A seguir a tabela de algumas profissões com grande probabilidade de serem automatizadas e aquelas com menor probabilidade.

Exemplos de profissões mais e menos propensas à automação	
Mais propensas	
Probabilidade	**Profissão**
0,99	Operadores de telemarketing
0,99	Responsáveis por cálculos fiscais
0,98	Avaliadores de seguros, danos automobilísticos
0,98	Árbitros, juízes e outros profissionais desportivos
0,98	Secretários jurídicos
0,97	*Hosts* e *Hostesses* de restaurantes*, lounges* e cafés
0,97	Corretores de imóveis
0,97	Mao de obra agrícola
0,96	Secretários e assistentes administrativos, exceto os jurídicos, médicos e executivos
0,94	Entregadores e mensageiros
Menos propensas	
0,0031	Assistentes sociais de abusos de substancias de saúde mental
0,0040	Coreógrafos
0,0042	Médicos e cirurgiões
0,0043	Psicólogos
0,0055	Gerentes de recursos humanos
0,0065	Analistas de sistemas de computador
0,0077	Antropólogos e arqueólogos
0,0100	Engenheiros marinhos e arquitetos navais
0,0130	Gerentes de vendas
0,0150	Diretores

TABELA 1 – Exemplos de profissões mais e menos propensas à automação
Fonte: Carl Benedikt Frey e Michael Osborne, Universidade de Oxford (2013, p.45, *nossa tradução*).

Em relatório do banco suíço UBS, divulgado no Fórum Econômico Mundial de Davos, em 2016, a Quarta Revolução Industrial está ancorada em duas forças: “A primeira é a automatização extrema nos negócios, governo e vida privada. A segunda, é a extrema conectividade, que aniquila a distância e o tempo como obstáculos à comunicação [de forma] cada vez mais ampla e mais rápida” (UBS, 2016). Ela estaria sendo motivada por três grandes mudanças no mundo: “avanço exponencial da

capacidade dos computadores; imensa quantidade de informação digitalizada; novas estratégias de inovação” (VENTURELLI, 2015).

As tecnologias que trazem essa transformação são: as tecnologias financeiras em plataformas digitais e cadeia de blocos (*Blockchain* e o *Bitcoin* - a moeda virtual); Inteligência Artificial; Robótica; Cibernética; veículos autônomos; a Internet das Coisas (IoT), que conecta todo e qualquer dispositivo do dia-a-dia das pessoas à internet, que podem ser controlados à distância; o *Big Data* e *Analytcs,* que é a capacidade de processamento de grandes volumes de dados em tempo real, identificando falhas no processo, otimizando os serviços e a utilização dos recursos de produção; a computação em nuvem, ou seja, um banco de dados possível de ser acessado em qualquer lugar do mundo, por qualquer dispositivo conectado à internet; a manufatura aditiva (impressão 3D) que molda produtos com a adição de matéria-prima, sem a necessidade de moldes físicos; e a manufatura híbrida, que mescla manufatura aditiva e usinagem numa mesma máquina.

No Brasil, apesar de já existirem alguns projetos focados na Indústria 4.0, o país ainda precisa aprimorar seu entendimento sobre os determinantes e os impactos da nova realidade, de maneira que possa acompanhar essa revolução, principalmente reduzindo externalidades e impactos negativos, assim como atingir o potencial e os benefícios de longo prazo que ela possa trazer para a economia nacional.

Em cada mudança tecnológica, é grande o medo do desemprego em massa. Com as “tecnologias 4.0” se tornará mais difícil para trabalhadores menos qualificados encontrar um emprego. Muitos postos de trabalho poderão desaparecer inclusive no setor de média qualificação.

A combinação dos processos de decisão autônomos, a inteligência artificial, com a integração entre dispositivos e mercadorias proporcionada pela “internet das coisas” e mais o acesso a grandes volumes de dados para apoio à decisão, eliminaria a necessidade de participação do homem em uma variedade de atividades, em praticamente todos os setores da economia, levando a um desemprego crônico (TESSARINI; SALTORAT, 2018).

Diante disso, Khor (2017) levanta algumas preocupações a respeito de sérias consequências de tamanha automação e digitalização da produção mundial, que trará transtornos generalizados em diversos setores ou mesmo para economias inteiras, especialmente no caso dos países em desenvolvimento, devido à grande desigualdade já existente ali.

O risco da automação para os empregos nos países em desenvolvimento está estimado em 55% a 85%, de acordo com estudo feito em 2016 pela "*Martin School and Citi*", da Universidade de Oxford. Grandes economias emergentes estarão sob alto risco, inclusive a China (77%) e a Índia (69%), maior do que o risco médio (57%) dos países desenvolvidos da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (KHOR, 2017).

Dentre os setores que serão mais afetados, destaca-se o setor de hospedagem e alimentação, com a perspectiva de que 73% das atividades sejam automatizadas, seguido pela manufatura (59%) e o varejo (53% de substituição de empregos pela automação). Além disso, profissionais como vendedores, repórteres, jornalistas e locutores, contadores, médicos e alguns gestores médios também estão ameaçados nesse novo ambiente tecnológico. Com tamanha capacidade de destruição de empregos, a perspectiva é de que a disparidade de renda no mundo cresça e as economias se desestabilizem consideravelmente.

Em 2016, o tema principal em discussão no Fórum Econômico Mundial de Davos foi a Indústria 4.0, seu potencial, as limitações e suas consequências sociais dessa revolução no mundo, em especial com relação ao mercado de trabalho.

De acordo com Allen (2016), a maioria das nações ainda não está preparada para lidar com toda a automação que está em desenvolvimento e grande parte da população mundial pode ser excluída desse processo, com muitos trabalhos de hoje sendo assumidos por redes de máquinas e robôs.

No Brasil, alguns exemplos de tecnologias 4.0 já se fazem presentes em importantes setores. É o caso, por exemplo, dos trens da linha 4 do Metrô de São Paulo, que operam sem maquinistas e dos caixas inteligentes de supermercados (*self-checkout*), nos quais os próprios clientes registram e pagam suas compras. Cidades como Porto Alegre, Belo Horizonte e algumas da região do Grande ABC, em São Paulo, já contam com caixas inteligentes em supermercados, alguns já em plena atividade.

Assim como em outras revoluções industriais, a indústria 4.0, também, deve criar alguns empregos, porém, em menor quantidade do que deve ser destruído ou substituído. Robôs, por exemplo, precisam de programadores e profissionais especializados para lidar com eles. O *Big Data*, em função do imenso conjunto de dados armazenados, necessita de pessoas aptas a analisá-los e que tirem destes o máximo de oportunidades de negócios.

"Um estudo realizado em quinze economias e divulgado durante o Fórum Econômico Mundial de Davos de 2016, as novas tecnologias devem criar aproximadamente dois milhões de empregos, porém, sete milhões de empregos desaparecerão nos próximos cinco anos, o que representa uma perda líquida de cinco milhões de vagas de trabalho. Os novos empregos criados serão, principalmente, para especialistas nas áreas de tecnologia e informática (CASTELLI, 2018)".

As sugestões do Fórum para o setor público lidar com esse dilema apontam para a necessidade de revisão dos tradicionais modelos de educação e treinamento, fomentando a educação continuada e a colaboração público-privada em novos arranjos trabalhistas, compatíveis com o emprego à distância e com plataformas flexíveis de prestação de serviços, além de Integrar mercados regionais em tecnologias chave, priorizando investimentos em P&D para que não se tornem apenas consumidores da tecnologia de terceiros (LINS, 2016).

Sendo assim, mesmo que o Brasil esteja fora do conjunto de economias que serão mais afetadas em curto prazo por essas mudanças, o desemprego estrutural associado à automação demandará iniciativas de proteção social, garantia de emprego e renda para os setores que serão mais afetados, além de esforços em formação e treinamento profissional avançado para lidar com as novas demandas tecnológicas (CASTELLI, 2018.)

Nesse sentido, em estudo do Senai sobre a indústria 4.0 divulgado no dia 05 de julho de 2018, são elencadas 30 novas profissões que estão emergindo a partir dessa mudança tecnológica, que podem ser vistas na figura abaixo:

AUTOMOTIVO	TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
• Mecânico de veículos híbridos • Mecânico especialista em telemetria • Programador de unidades de controles eletrônicos • Técnico em informática veicular	• Analista de IoT (internet das coisas) • Engenheiro de cibersegurança • Analista de segurança e defesa digital • Especialista em big data • Engenheiro de softwares
ALIMENTOS E BEBIDAS	**MÁQUINAS E FERRAMENTAS**
• Técnico em impressão de alimentos • Especialista em aplicações de TIC para rastreabilidade de alimentos • Especialista em aplicações de embalagens para alimentos	• Projetista para tecnologias 3D • Operador de High Speed Machine • Programador de ferramentas CAD/CAM/CAE/CAI • Técnico de manutenção em automação
CONSTRUÇÃO CIVIL	**QUÍMICA E PETROQUÍMICA**
• Integrador de sistema de automação predial • Técnico de construção seca • Técnico em automação predial • Gestor de logística de canteiro de obras • Instalador de sistema de automação predial	• Técnico em análises químicas com especialização em análises instrumentais automatizadas • Técnico especialista no desenvolvimento de produtos poliméricos • Técnico especialista em reciclagem de produtos poliméricos
TÊXTIL E VESTUÁRIO	**PETRÓLEO E GÁS**
• Técnico de projetos de produtos de moda • Engenheiro em fibras têxteis • Designer de tecidos avançados	• Especialista em técnicas de perfuração • Especialistas em sismologias e geofísica de poços • Especialistas para recuperação avançada de petróleo

FIGURA 3 **-** Novas profissões em oito áreas
Fonte**:** AGÊNCIA BRASIL (2018, *apud* CASTELLI, 2018)

Segundo Castelli (2018), dois problemas graves podem ocorrer a partir da expansão da indústria 4.0 para o mercado de trabalho: a redução líquida de postos de trabalho, ou seja, desaparecer mais postos de trabalho do que serem criados. Sendo que esses efeitos prejudiciais podem ser mais profundos nos países em desenvolvimento, que historicamente são atrasados na corrida tecnológica.

Ainda, citando Castelli (2018), os países latino-americanos enfrentarão dois obstáculos principais:

i) seu estoque de capital e capacitação tecnológica são inferiores aos países desenvolvidos;

ii) uma transição demográfica distinta dos países europeus e Japão.

Com relação ao desemprego tecnológico, muitos estudos publicados nos últimos anos tem apresentado uma redução dos postos de trabalhos decorrente da adoção de novas tecnologias nos próximos anos, mesmo com a criação dessas novas atividades citadas no quadro acima.

Conforme a ONU (2017), com ou sem a ocorrência de novas crises econômicas, em 2035 a taxa global de desemprego alcançará os 20% e até a metade deste século 40% dos postos de trabalho, tal como existem, deixarão de existir. O Citibank, a partir de dados do Banco Mundial, projeta que 57% dos postos de trabalho atuais poderiam ser substituídos por máquinas nos 35 países da OCDE (CASTELLI, 2018).

O McKinsey Global Institute (2017) citado por Catelli (2018), estima que 50% dos atuais postos de trabalho no Brasil poderiam ser automatizados, ou seja, 53,7 milhões de um total de 107,3 milhões. Cerca de 60% das profissões poderiam ter ao menos 30% de suas atividades automatizadas, de acordo com essa estimativa. Na mesma linha, o Fórum Econômico Mundial de Davos em 2016, apresentou a estimativa que até 2020 haverá uma redução de 5 milhões de empregos ao redor do mundo. Uma razão de 7,1 milhões de postos de empregos extintos para 2,1 milhões criados, em decorrência das mudanças estruturais no mercado de trabalho.

Todo esse fenômeno tecnológico não atingirá somente profissões mais simplificadas, também atingirá cargos administrativos, bem como atividades que exigem alta qualificação e experiência, como médicos, advogados e contadores, estes que já estão sendo atingidos pela automatização.

Na China, por exemplo, um modelo de Médico-Robô já está sendo utilizado no tratamento de pacientes. Baseando-se no processo de aprendizado das máquinas e de inteligência artificial, o robô chinês é capaz de lembrar de diagnósticos e receitas realizados por outros médicos que trabalham no centro ambulatorial e a partir disso atender os pacientes. Na mesma linha, já estão disponíveis no mercado robôs com o objetivo de cuidar e entreter pessoas idosas ou enfermas, tais como o *Care-O-Bot*, o *EllieQ* e o *Dinsow* (CASTELLI, 2018).

Em relação a prática da advocacia, o professor Josh Balckman, professor na *South College of Texas of Law* (Faculdade de Direito do Sul do Texas), desenvolveu um aplicativo, chamado de *Harlan,* que poderia substituir o trabalho de advogados e profissionais do Direito na resolução de questões legais mais simples. O aplicativo analisaria informações indicadas pelo usuário sobre o caso – como documentação

relevante, as partes, os fatos etc. – a partir de algoritmos que mapeariam as jurisprudências mais importantes e faria previsões e recomendações legais baseadas em casos parecidos (CASTELLI, 2018).

No Brasil, as tecnologias 4.0 que permitem a automatização do trabalho podem ser vistas no metrô da linha amarela de SP que trabalha sem maquinista, os bancos em plataforma (100% digitais) e as caixas automáticas em redes de supermercados que não precisam de operadores. Na verdade, um dos setores em que as tecnologias 4.0 transformaram a estrutura de seu mercado de trabalho é o bancário.

Nos anos entre 2008 e 2016 as transações financeiras via sistemas digitais e *smartphones* juntas (o *Internet Banking* e o *Mobile Banking*) passaram de 30% para 55% do total das transações bancárias no Brasil, enquanto as realizadas nas agências estão reduzindo, caindo de 18 para 8%. Já o número de bancários no Brasil teria caído entre 2013 a 2016 em 5,3%, muito decorrente do uso dessas novas tecnologias, atingindo um total de 486 mil pessoas (CASTELLI, 2018).

Outro fator a se salientar, segundo Castelli (2018), é que as tecnologias 4.0 podem afetar o mercado de trabalho negativamente ao provocarem a sua precarização através da expansão de um fenômeno conhecido como "*GIG ou Freelance Economy*" ou mesmo "uberização do trabalho". À medida em que o trabalho é flexibilizado, e no Brasil esse processo é intensificado pela reforma trabalhista, cada vez vem surgindo trabalhos sem vínculos empregatícios, como os negócios *peer to peer* (P2P), onde o trabalho é contratado sob demanda, intermediado pelo uso de aplicativos e *softwares* específicos, caso da UBER.

Para Castelli (2018), o que se conclui, é que os efeitos causados pelas tecnologias no mercado de trabalho já é uma realidade. Seus resultados, embora imprevisíveis, mudarão toda a dinâmica do trabalho e inclusive a ideia de que uma carreira profissional segue uma linha retilínea e bem definida está perdendo espaço à medida que essas tecnologias se expandem globalmente. Parar com o avanço dessas tecnologias, no entanto, é impossível, porém, deve-se buscar meios suavizar essa transição e permitir que as novas tecnologias sejam benéficas e não um mal a ser combatido.

Mediante ao fato de que todo esse movimento tecnológico tem modificado as formas do homem comunicar, adquirir/transmitir informações e consequentemente suas relações sociais, e também de trabalho, deve-se pensar como a escola e faculdades tem incorporado essas transformações em sala de aula.

3.2 A INDÚSTRIA 4.0 NA SALA DE AULA

Em um mundo tecnológico, novas ferramentas estão surgindo a cada dia e o uso dessas na sala de aula enriquece e facilita o aprendizado. A preocupação de diversas áreas do ensino é facilitar o acesso dessas ferramentas a população acadêmica para que os alunos aprendam utiliza-las e que esse aprendizado contribua para o processo de ensino- aprendizagem. No entanto, apesar da rapidez com que essas ferramentas estão surgindo, ela não é apresentada ao professor de maneira rápida e eficiente, e isso faz com que esse processo torne-se um desafio para o docente que tem de estar atualizado e integrar essas novas ferramentas a sala de aula (NASCIMENTO, 2012).

As tecnologias estão cada vez mais presentes em nossas vidas sendo assim também inseridos na escola e o professor cada vez mais precisa se atualizar:

> “A educação no mundo de hoje tende a ser tecnológica, por isso, exige entendimento e interpretação, tanto dos professores quanto dos alunos em relação a essas novas tecnologias. Através do uso da tecnologia no ambiente escolar, ficam claros os diversos sentimentos em relação a postura dos professores frente a novos desafios, como a satisfação de estar participando de uma realidade tecnológica ou a ansiedade por enfrentar novas mudanças. E em relação aos alunos também ocorrem transformações, pois passam a ficar mais motivados para estudar e aprender, e as aulas não ficam tão expositivas” (THOALDO, 2010, p. 69).

As tecnologias na escola podem tornar mais atraente para os jovens a relação de ensino-aprendizagem, mas este é um novo desafio para a educação justamente porque essas tendências obrigam a escola reorganizar seu modelo de ensino. Ela tem dificuldade em se adaptar aos novos meios tecnológicos porque estes permitem que os alunos interajam mais, fugindo aos padrões tradicionais de educação que entende o aluno apenas como sujeito passivo da sua própria formação (NASCIMENTO, 2012).

A escola precisa buscar maneiras de fazer com que processo educativo seja mais prazeroso e principalmente contextualizado. De modo que a sua prática de ensino permita que o aluno se reconheça como sujeito fazedor da sua história e da sua cultura. Cabe a ela despertar o desejo pelo saber e oportunizar experiências com o novo.

O fato é que as nossas escolas não acompanharam o desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação e de acordo com as inúmeras pesquisas

que atualmente vem sendo desenvolvidas nessa área, embora haja um processo de informatização nas unidades públicas de ensino, estamos longe de chegar a uma integração plena da educação com o uso dos meios tecnológicos.

Antes de tudo, é preciso deixar claro que esse atraso tecnológico não é uma questão apenas da escola enquanto instituição, ele é parte dos problemas existentes no nosso sistema educacional e resultado de ações políticas que, historicamente, não tem priorizado a educação pública como uma questão fundamental para o desenvolvimento (NASCIMENTO, 2012).

A implementação e o crescimento da indústria 4.0 no País já estão proporcionando a modernização dos postos de trabalho, assim como levando à necessidade de criação de novas funções profissionais no universo corporativo. Isso significa que o mercado de trabalho nacional vem recebendo os reflexos do contexto produtivo criado por esse novo formato industrial, de modo que cabe aos profissionais se prepararem para isso (IEDI, 2019).

Segundo pesquisa realizada por Wright, Silva & Spers (2010), entre as profissões do futuro que estão em alta em decorrência do aquecimento do mercado pela indústria 4.0, destacam -se aquelas relativas ao setor automobilístico, como programador de unidades de controles eletrônicos, mecânico de veículos híbridos e técnico em informática veicular. No segmento de máquinas, merecem atenção as profissões de operador de High Speed Machine, mecânico de manutenção em automação e projetista para tecnologias 3D.

As funções profissionais mais promissoras nas áreas de tecnologias da informação e comunicação são: especialista em Big Data, analista de Internet das Coisas, engenheiro de software, engenheiro de ciber segurança, bem como analista de segurança e defesa digital (WRIGHT, SILVA & SPERS, 2010).

Na construção civil, profissões de instalador de sistema de automação predial, gestor de logística de canteiro de obras e técnico de construção seca estão entre as mais demandadas.

Por serem novas, muitas dessas ocupações profissionais ainda não têm um curso específico de formação, ou quando ele existe, é ofertado por poucas instituições de ensino e em apenas alguns lugares do Brasil. Por isso, vale a pena apostar na adaptação, buscando por universidades que ofereçam cursos mais tradicionais, como o de administração, mas com abordagem tecnológica e voltada às demandas da indústria 4.0 (WRIGHT, SILVA & SPERS, 2010).

Outra possibilidade é investir em cursos como o de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Banco de Dados, Engenharia da Computação, Gestão da Tecnologia da Informação, Redes de Computadores e Sistemas de Informação. Isso porque essas formações acadêmicas são oferecidas no País e consistem em profissões do futuro que são acessíveis já no presente.

Além destes, há outra opção em algumas universidades brasileiras que é grande aposta da Indústria 4.0: a pós-graduação em Engenharia Robótica, que prepara profissionais para o mercado do futuro.

A chegada da indústria 4.0 traz grandes mudanças para o mercado de trabalho, entre essas modificações importantes estão as profissões do futuro, cuja emergência se deve à necessidade de atendimento às demandas dessa nova ordem produtiva.

Dessa forma, a implementação de novas tecnologias em sala de aula irá colaborar com o desenvolvimento profissional para inserção no mercado de trabalho do futuro.

4 CONCLUSÃO

Desde seu surgimento, no início deste século XXI, a Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, tem realizado mudanças de maneira profunda a organização das cadeias globais de valor, sobretudo a gestão de negócios e no mercado de trabalho.

A literatura apresenta sobre a necessidade das industrias e salas de aula se manterem alinhadas às demandas que surgem a partir da inserção de novas tecnologias no mercado de trabalho, sendo essencial a formação e capacitação dos profissionais nessa nova era de automação tecnológica.

Neste sentido, este estudo buscou verificar as mudanças da tecnologia da informação no mercado de trabalho diante da indústria 4.0, tendo seus objetivos alcançados, como mostram os resultados dos referenciais teóricos pesquisados.

Sendo assim, demonstram importância da tecnologia para o desenvolvimento econômico de um país, no entanto, os trabalhadores possuem pouco conhecimento acerca da indústria 4.0 e suas características, o que pode ser justificado a falta de mão de obra capacitada e a automatização de muitos postos de trabalho.

Também se observou que muito pouco se tem abordado o assunto, se comparado à relevância do tema e dos impactos previstos. Neste contexto, ressalta-se a importância dos trabalhadores conhecerem o fenômeno que, de acordo com Schwab (2016), será capaz de transformar de maneira profunda e radical a vida, o trabalho e até as relações da sociedade, visto que estão fortemente ligados às atividades relacionadas aos negócios e à gestão.

Independente da atuação do profissional ser direcionada principalmente aos aspectos societários ou aos aspectos gerenciais das entidades, a compreensão do contexto das organizações é necessário para o desenvolvimento adequado da profissão.

Com relação aos impactos da indústria 4.0, embora observa-se que haverá ainda mais automatização da mão de obra, criação de novas demandas de profissionais com habilidades e competências distintas daquelas fornecidas pela academia e com impacto positivo na produção e nos negócios.

Por isso, tem-se necessidade de adequação do sistema de ensino/ aprendizagem, para que os futuros profissionais se sintam preparados e capacitados para atuar em um ambiente de indústria 4.0, sendo assim, indicando novos desafios

aos jovens, que na grande maioria não buscam se atualizar para o mercado de trabalho. Pois segundo a Agencia Brasileira de Desenvolvimento indústria, em uma pesquisa realizada no início de 2019, aponta que menos de 40% dos jovens entrevistados tinham conhecimento sobre a indústria 4.0 e mais de 70% ainda preferem as salas de aula tradicionais.

Dada a atualidade e relevância, é um tema ainda pouco discutido no Brasil e no mundo. E que possui tanto mudanças positivas, quanto negativas. Como sugestão para futuros trabalhos, recomenda-se a replicação deste estudo com professores, acadêmicos, gestores, entre outros, com intuito de compartilhar e desenvolver estudos para buscar compreender de que modo poderia ser inserida as novas tecnologias da indústria 4.0 no ambiente de ensino/aprendizagem, para que assim, nossos jovem estejam preparados para o mercado de trabalho diante das mudanças que já estão e que ainda serão implantadas no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Estudo aponta 30 profissões que estão surgindo com a indústria 4.0.** 05 de julho de 2018. Disponível em: http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-07/estudo-aponta-30 profissoes-que-estao-surgindo-com-industria-40. Acesso em: 25 de out. 2019.

ALLEN, Matthew. **Davos discute futuro da indústria 4.0.** Artigo publicado em 20/01/2016. Disponível em: http://www.bellottiferramentas.com. br/conteúdo/davos-discute-futuro-da-industria40.htm. Acesso em: 03 de out. de 2019.

AREND, M. **50 Anos de Industrialização do Brasil (1955-2005): uma análise evolucionária.** Tese (Doutorado em Economia) -Programa de Pós-Graduação em Economia – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

AREND, M. **Revoluções tecnológicas, finanças internacionais e estratégias de desenvolvimento: um approach neoschumpeteriano.** Porto Alegre, Ensaios FEE, v. 33, n. 2, p. 363-396, nov. 2012.

BRASIL. Lei n. 9.279, de 14 de Maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 de Maio de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm>. Acesso em: 12 de Out. de 2019.

CARTA IEDI n. 935 **“O emprego na indústria brasileira na recente crise econômica”,** de 05/07/2019. Disponível em: https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_935.html. Acesso em: 12 de out. de 2019.

CASTELLI, J. R. Brasil (des) acorrentado: uma análise evolucionária do processo de inserção da economia brasileira nos paradigmas tecno-econômicos da produção em massa e da tecnologia da informação. **Dissertação (Mestrado)–Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,**

2013. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/87470. Acesso em: 25 de jul. 2019.

CASTELLI, J. R. O efeito Westworld no mercado de trabalho. **Revista Desacato**. Disponível em: http://desacato.info/o-efeito-westworld-no-mercado-de-trabalho/. Acesso em: 01 de nov. de 2019.

CASTRO, A. B. de. **El Segundo Catch up Brasileño: características e limitaciones**. In: Revista de la CEPAL. Santiago do Chile, v.80, p.73-83, 2003. Disponível em: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/6/19306/lcg2204eBarros%20de%20Castro.pdf> Acesso em: 05 set. 2019.

CIMOLI, M.; DOSI, G. De los Paradigmas Tecnológicos a los Sistemas Nacionales de Producción e Innovación. **Revista Comercio Exterior**. Cidade do México, v.4, n.8, pp.669-68, ago. 1994.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE INDÚSTRIAS (CNI). **A importância da indústria no Brasil e da Indústria de Transformação no Brasil.** Brasília: CNI, 2017. Disponível:https://iedi.org.br/media/site/artigos/20180918_industria_e_o_brasil_do_futuro.pdf. Acesso em: 25 de out. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE INDÚSTRIAS (CNI). **Relações trabalhistas no contexto da indústria 4.0.** Brasília: CNI, 2017. Disponível: http://www.portaldaindustria.com.br/relacoesdotrabalho/media/publicacao/chamadas/Relacoes_trabalhistas_web.pdf. Acesso em: 25 de out. 2019.

DOSI, G (1982). Technological Paradigms and Technological Trajectories. In: DOSI, G. **Innovation, Organization and Economics Dynamics Selected Essays.** Cheltenham, Reino Unido: Editora Edward Elgar, 2000. p. 47-62.

FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Conjuntura Econômica:** Carga tributária brasileira por setores. 2018. Disponível em: <http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8F4EB14A4C014EB723DDAE49A7>. Acesso em:22 out. 2019.

FOGLIATTO, F. **Organização de Textos Científicos**, 2007. Disponível em:<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/146_seminario_de_pesquisa_2_diretrizes_referencial_teorico.doc. Acesso: 07de jul. 2019.

GUERRA, Wesley S.T. **Indústria 4.0, a revolução silenciosa.** Artigo publicado em 23 de agosto de 2016. Disponível em: http://www.jornal.ceiri.com. br/pt/industria-4-0-a-revolucao-silenciosa/. Acesso em: 03 de out. de 2019.

FREY, B., C.; OSBORNE, M. **"The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation? Oxford Martin School, Programme on the Impacts of Future Technology, University of Oxford**, 17 set. 2013. Disponível em http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/dowloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf. Acesso em 15 de nov. 2019.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). **Indústria 4.0: A Quarta Revolução Industrial e os Desafios para a Indústria e para o Desenvolvimento Brasileiro.** São Paulo: IEDI, julho de 2017. Disponível em:http://www.iedi.org.br/artigos/top/estudos_industria/20170721_iedi_industria_4_0.html. Acesso em: 25 de jul. 2019.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). **Uma estratégia para levar a indústria ao Padrão Mundial.** São Paulo: IEDI, 16 de outubro de 2019. Disponível em: iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_954.html. Acesso em: 17 de out. de 2019.

KAGERMANN, H et al. **Recommendations for implementing the strategic iniative Industrie**. 2013.

KHOR, M. **A nova onda de automação e suas consequências.** Artigo publicado em 17 de abril de 2017. Disponível em: http: outraspalavras.net/posts/os-robos-estao-chegando-seu-emprego-vai-sumir/. Acesso em: 02 de out. de 2019.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAMONICA, M. T.; FEIJÓ C.A..**Mudança da estrutura industrial e desenvolvimento econômico: as lições de Kaldor para a economia brasileira.** UFF Textos para Discussão 265. Dez. 2010.

LINS, B. F. E. **Efeitos Sociais Da Superautomação: O Debate Em Davos 2016.** Estudo da Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Brasília – DF: março de 2016.

MARINHO, E. L.; NOGUEIRA, C. A. G.; ROSA, A. L. T. Evidenciais empíricas da lei de Kaldor-Verdoorn para a indústria de transformação do Brasil (1985-1997). **Revista Brasileira de Economia**. Rio de Janeiro Jul/Set. 2002.

MARION, J.C.; DIAS, R.; TRALDI, M. C. **Monografia para os cursos de administração, contabilidade e economia**. São Paulo: Atlas, 2002.

MARX, K. **El capital; crítica de la economia política**. Tomo I, vol. 2. México, Siglo XXI, 1977, cap. X-XIII. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000189&pid=S0103-63512008000200001000018&lng=en. Acesso em: 05 de out. de 2019.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia**. Brasília, 2002. Disponível em: <www.mct.gov.br>. Acesso em: 06 de Nov. de 2019.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Indicadores**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/29140.html>. Acesso em: 12 de Out. de 2019.

NASCIMENTO, M. R. L. do. A inserção das tecnologias nas escolas e a cultura escolar. **Monografia (Licenciatura em Pedagogia) -** Universidade do Estado do Rio de Janeiro- RJ, 2013. Disponível em: http://www.ffp.uerj.br/arquivos/dedu/monografias/mrln.pdf. Acesso em: 13 de ago. 2019.

PEREZ, C. **Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinâmica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza.** Ciudad de México, México: Siglo XXI Editores, 2004.

PEREZ, C. **Technological revolutions and techno-economic paradigms**. TOC/TUT Working Paper No. 20: 2009.

PEREZ, C. **Ciclo virtuoso ou vicioso?** Disponível em: http://www.carlotaperez.org/downloads/media/Perez_Epoca_Brasil_Abril_2010.pdf. Acesso em: 08 de jul. 2019.

PEREZ, C. El Reto del Cambio de Paradigma Tecnoeconómico. **Revista BCV**. Caracas, v.13, n.2, 1999. Disponível em: <http://www.bcv.org.ve/publica/pdf/rcbcv992.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2019.

RODRIGUES, V. M. O. **Indústria 4.0 no Brasil: impactos no mundo do trabalho.** São Paulo: DIEESE, 30 de junho de 2018. (apresentação de trabalho) Disponível em: http://www.fundacentro.gov.br/Arquivos/sis/EventoPortal/AnexoPalestraEvento/INDUSTRIA%204.0%20E%20IMPACTOS%20NO%20MUNDO%20DO%20TRABALHO.pdf. Acesso em: 26 de out. de 2019.

RUBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.** The Boston Consulting Group: BCG, 2015.

SAKURAI, R.; ZUCHI, J. D. As revoluções industriais até a indústria 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 480-491, 30 dez. 2018. Disponível em:https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/386. Acesso em: 28 de jul. 2019.

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

SHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia.** Tradução Ruy Jungmann. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

SILVEIRA, C. B. **O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo.**Citisystems.2017. Disponível em:< https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 25 de jul. 2019.

SOUZA, N. A. **O Papel da Indústria de Base no Capitalismo e no Socialismo.** Unicamp, 2005. Disponível em: https://www.unicamp.br/cemarx/ANAIS%20IV%20COLOQUIO/comunica%e7%f5es/GT3/gt3m1c6.pdf. Acesso em: 01 de nov. de 2019.

TADEU, H. F.B.; SANTOS, E. S. **O que seria a Indústria 4.0?** Boletim Fevereiro/2016(a). Pesquisa sobre Digitalização. Fundação Dom Cabral. Disponível em:https://www.fdc.org.br/professoresepesquisa/nucleos/Documents/inovacao/digitalizacao/boletim_digitalizacao_fevereiro2016.pdf. Acesso em: 03 de out. de 2019.

TESSARINI, G.; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 743-769, jun. 2018. ISSN 16761901. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2967>. Acesso em: 11 out. 2019.

THOALDO, D.L.P.B. O uso da tecnologia em sala de aula. **Trabalho de Monografia apresentado na pós-graduação em Gestão Pedagógica da Universidade Tuiuti do Paraná 1**: 1-35. 2010. Disponível em:https://tcconline.utp.br/wp-content/uploads/2012/04/O-USO-DA-TECNOLOGIA-EM-SALA-DE-AULA.pdf. Acesso em: 08 de jul. 2019.

TIGRE, P. B. Paradigmas tecnológicos e teorias econômicas da firma. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de janeiro, v.4, nº1, jan./jun. 2005. p.187-224. . Disponível em:https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eitt/iii_ciclo_art_paulo_tigre_paradigmas_tecnologicos_e_teorias_.pdf. Acesso em 01 de nov. de 2019.

UK Office of National Statistics, **“’ Surviving to Age 100’”.** Disponível em: https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/birthsdeathsandmarriages/lifeexpectancies/bu lletins/nationallifetablesunitedkingdom/2014to2016. Acesso em: 10 de out. 2019.

VENTURELLI, M. **Indústria 4.0: Uma Visão da Automação Industrial.** Artigo publicado em 4/11/2015. Disponível em: https://pt.linkedin.com/pulse/ind%C3%BAstria-40-m%C3%A1rcio-venturelli. Acesso em 03 de out. de 2019.

WRIGHT, J., SILVA, A., & SPERS, R. (2010). **O mercado de trabalho no futuro: uma discussão sobre profissões inovadoras, empreendedorismo e tendências para 2020.** INMR - Innovation & Management Review, 7(3), 174-197. Disponível em: http://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79186. Acesso em: 02 de nov. 2019.