



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO,
CONTABILIDADE E ATUÁRIA

Curso de Ciências Econômicas

IGOR CAGNIM VIANA DOS SANTOS

**ECONOMIA INDUSTRIAL: REVOLUÇÃO 4.0 E O MERCADO DE
TRABALHO**

Departamento de Economia
São Paulo
2024

IGOR CAGNIM VIANA DOS SANTOS

**ECONOMIA INDUSTRIAL: REVOLUÇÃO 4.0 E O MERCADO DE
TRABALHO**

Monografia submetida à apreciação de banca examinadora do Departamento de Economia, como exigência parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas, elaborada sob a orientação do Professor Ricardo Carlos Gaspar.

Junho/2024

O autor desta obra autoriza sua publicação eletrônica na Biblioteca Digital da PUC-SP. Este trabalho é somente para uso privado de atividades de pesquisa e ensino. Não é autorizada sua reprodução para quaisquer fins lucrativos. Esta reserva de direitos abrange a todos os dados do documento bem como seu conteúdo. Na utilização ou citação de partes do documento é obrigatório mencionar nome da pessoa autora do trabalho e demais itens da referência bibliográfica.

Igor Cagnim Viana Dos Santos

Economia Industrial: Revolução 4.0 e o Mercado de Trabalho –
São Paulo, 2024, 40 p.

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Ciências
Econômicas

Orientador: Ricardo Carlos Gaspar

1. Antecedentes. 2. Transformações. 3. Adaptações e Desafios.
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária

RESUMO

Este trabalho explora os impactos da Revolução 4.0 no ambiente de trabalho e na sociedade em geral. Analisamos como as tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA) e a análise de Big Data, estão moldando a forma como as empresas operam, tomam decisões e enfrentam desafios. Discutimos as ameaças e oportunidades trazidas pela automação e robotização, bem como a importância da resiliência, flexibilidade e habilidades sociais no mercado de trabalho. Além disso, examinamos o papel das políticas governamentais e regulamentações na garantia de uma transição equitativa para a Revolução 4.0 e a necessidade de promover a inclusão social e igualdade de gênero. Este é um momento emocionante e desafiador na história, no qual aqueles que abraçam a mudança e investem em aprendizado contínuo estão bem posicionados para prosperar na era da Revolução 4.0.

Palavras-chave: Revolução 4.0, Indústria 4.0, Inteligência Artificial, Big Data, mercado de trabalho, automação, resiliência, flexibilidade, inclusão social, igualdade de gênero, tecnologia, inovação, políticas governamentais, competências do futuro.

ABSTRACT

This work explores the impacts of the Fourth Industrial Revolution on the workplace and society at large. We analyzed how emerging technologies such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), and Big Data analytics are shaping the way businesses operate, make decisions, and face challenges. We discussed the threats and opportunities brought about by automation and robotization, as well as the importance of resilience, flexibility, and social skills in the labor market. Additionally, we examined the role of government policies and regulations in ensuring an equitable transition to the Fourth Industrial Revolution and the need to promote social inclusion and gender equality. This is an exciting and challenging moment in history, where those who embrace change and invest in continuous learning are well positioned to thrive in the era of the Fourth Industrial Revolution.

Keywords: Fourth Industrial Revolution, Industry 4.0, Artificial Intelligence, Big Data, labor market, automation, resilience, flexibility, social inclusion, gender equality, technology, innovation, government policies, future skills.

Introdução

A economia industrial tem sido profundamente impactada pela emergência da Revolução 4.0, marcada pela convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas que estão redefinindo os paradigmas de produção, consumo e interação humana. Nesse contexto, o mercado de trabalho enfrenta desafios e oportunidades sem precedentes, moldados pela automatização, inteligência artificial, Internet das Coisas (IoT), análise de big data e outras inovações disruptivas.

A escolha deste tema é justificada pela sua relevância no cenário contemporâneo, onde as transformações impulsionadas pela Revolução 4.0 estão reconfigurando não apenas os processos industriais, mas também as dinâmicas laborais, os modelos de negócios e as relações socioeconômicas. Compreender os impactos dessa revolução no mercado de trabalho torna-se fundamental para antecipar tendências, desenvolver estratégias de adaptação e maximizar as oportunidades oferecidas por esse novo contexto econômico.

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar e discutir as implicações da Revolução 4.0 no mercado de trabalho da economia industrial, explorando seus efeitos sobre a empregabilidade, as habilidades requeridas, as relações de trabalho, a distribuição de renda e outros aspectos relevantes. Além disso, busca-se identificar estratégias e políticas que possam promover uma transição justa e inclusiva para os trabalhadores e as organizações, visando garantir uma sociedade mais equitativa e sustentável neste novo contexto econômico.

1 Antecedentes e tendências da revolução industrial 4.0

Este trabalho tem como assunto central a revolução industrial 4.0 e as mudanças no mercado de trabalho. Para introduzir as características e transformações que a indústria 4.0 oferece foi feita uma releitura das revoluções industriais anteriores para melhor compreensão e será feito um breve resumo. As revoluções industriais são caracterizadas por profundas alterações no modo de produção, cada qual tendo características marcantes.

Antes do marco da primeira revolução industrial, os produtos manufaturados eram com baixo volume de produção, não padronizados e com altos custos para se fabricar. Apenas alguns trabalhadores qualificados dominavam todo o processo da produção e comercialização, deixando assim a fabricação nas mãos de poucos (SACOMANO et al., 2018).

Para suprir a escassez de produtos manufaturados artesanalmente, famílias passaram a reunir seus parentes para produzir bens e serviços, buscando atingir os altos ganhos dos artesões e atender a uma demanda crescente.

Paralelo a isso e ao crescimento da população, pode-se dizer que a Primeira Revolução industrial iniciou na Inglaterra, por volta de 1760, com o aparecimento do tear mecânico e do aprimoramento das máquinas a vapor para o uso nas indústrias (GUEDES, 2019).

As mudanças no processo produtivo trouxeram resultados significativos em nível econômico e social. O artesão, que até o momento controlava o processo produtivo, desde a exploração da matéria prima até a venda do produto, passou a trabalhar para um patrão que controlava todo o processo (COELHO, 2016).

A Revolução Industrial teve seu marco histórico a partir das transformações ocorridas na indústria que foram capazes de mudar de forma significativa o modo de produção a ponto de afetar diretamente a sociedade e a economia. Francisco Iglesias entende que a Revolução Industrial teve início com o emprego de máquinas em substituição do trabalho do homem e não apenas como meio de auxiliá-lo em suas atividades produtivas, deste modo há o início da “maquinofatura” em substituição a manufatura.

A Revolução Industrial assinala a mais radical transformação da vida humana já registrada e não foi uma mera aceleração do crescimento econômico, mas uma aceleração de crescimento em virtude da transformação econômica e social” (HOBSBAWM, 2000).

Francisco Iglesias afirma ainda que a consolidação da Revolução Industrial aconteceu por completo com a introdução do conceito de produção em série voltado ao abastecimento de grandes mercados consumidores, conforme podemos ver a seguir:

Enquanto antes se produzia para certo mercado, constituído por pessoas conhecidas, agora se produz para um mercado anônimo; enquanto antes o artigo era feito por um artesão, uma pessoa, agora o é pela máquina ou por várias pessoas, que dividem as tarefas de modo a tornar o labor mais racional e rentável. (IGLÉSIAS, 1984).

A primeira Revolução Industrial surgiu em 1784, graças a invenção de máquinas a vapor. Foi o período em que a maioria das sociedades agrárias e rurais se tornou industrial e urbana. O tempo de produção diminuiu pois tudo era na base artesanal, além das locomotivas férreas que ajudou a diminuir e muito o transporte de mercadorias e pessoas.

A segunda Revolução Industrial veio à tona a partir de 1870, marcada como o período da eletricidade e de novas invenções, introduzindo linhas de montagem e trouxe o conceito de produção em massa, otimizando os custos de produção e elevando o lucro.

Caracterizou-se pelo uso da ciência como forma de obter aumento produtivo e maximização do lucro no processo industrial. Esta fase, ao contrário da primeira, não ficou restrita a um único país. Ela teve desdobramentos nos Estados Unidos, Japão e em alguns países da Europa como por exemplo: França, Alemanha e Itália. (SOUSA,2016).

Enquanto na primeira fase o vapor era a principal força de energia, nesta obteve-se grande avanço na produtividade industrial com a utilização da eletricidade e do petróleo. Evidenciou-se também grandes resultados com a racionalização do processo produtivo com divisões do trabalho ao longo das linhas de produção (EDUCABRAS, 2016).

Neste período surgiu a filosofia de produção em massa que consistia em elevar a oferta de produtos a preços baixos para conquistar uma gama maior de consumidores com base nestes objetivos, que o americano Herry Ford criou um modelo de produção onde peças eram transportadas até os operários através de esteiras transportadoras. Este novo método ficou conhecido como modelo de produção Fordista ou simplesmente de Fordismo (SCHAFER, 2015).

Outro modelo de racionalização da produção foi o Taylorismo, criado pelo também americano Frederick Winslow Taylor, que consistia basicamente na divisão do trabalho para deixar os operários especialistas em apenas uma determinada parte do processo. Todos os movimentos dos operários foram estudados e procedimentos de operação foram criados para disciplinar e evitar movimentações desnecessárias com estimativa de tempo para realização de tarefas. Para convencer os operários a produzirem mais e evitar descontentamento geral, Taylor sugeriu pagamento de bonificações para os que conseguissem alcançar as metas de produção estipuladas.

A terceira Revolução Industrial, também conhecida como Revolução tecnológica, teve início no século XX e ficou marcada pela introdução de novidades tecnológicas, principalmente as relacionadas a eletrônica e informática nos processos industriais, contribuindo para um significativo ganho de produtividade (PENA, 2016).

A ideia de produção em massa foi dando lugar a produção em lotes, necessários para atender a demanda com redução e controle de estoques. Os produtos passaram a ter um maior valor agregado, até mesmo para compensar o tempo gasto em pesquisas e desenvolvimento tecnológico empregado ao processo, diferentemente das duas primeiras revoluções.

No século XX, com o fim da Segunda Guerra Mundial, o Japão encontrava-se devastado, o que fez com que o governo se incentiva a redução de desperdícios. Diante desse motivo a Toyota, indústria automobilista, aperfeiçoou o sistema de produção em massa da Ford, para um modelo mais competitivo e flexível: o Sistema Toyota de Produção. O processo prezava por uma produção enxuta, ou lean manufacturing, padronização, redução de estoques, parcerias entre produtor e fornecedor, redução do ciclo de produção de produtos e automação (SACOMANO et al., 2018).

Já no fim dos anos 1960, começaram a surgir os controladores lógicos programáveis (CLP), que facilitaram a automação industrial, a fim de reduzir o esforço ao empreender tarefas repetitivas, tornando o processo controlado por dispositivos, como os softwares (SACOMANO et al., 2018). A eletrônica foi evoluindo, tornando-se 17 vezes mais barata e sendo usada mais intensamente no controle de manufatura, o que levou a um crescimento da utilização de semicondutores, dos computadores, automação e robotização nas fábricas. Com o armazenamento de informações e processamento digital,

comunicação e a internet, essa época começou a ser considerada a terceira revolução industrial (COELHO, 2016).

Já no início do século XXI, dentre as diversas transformações, como explica Sacomano et al. (2018, p. 28):

O mundo vê surgir o fenômeno da digitalização, também chamada de transformação digital, caracterizada pela onipresença de computadores, tablets e smartphones, conexão à internet de amplo acesso e convergência das mídias de comunicação para o formato digital. O conteúdo da web torna-se colaborativo e surgem as redes sociais incluindo em torno de 37% da humanidade. Nesse contexto, o mercado se prepara para uma nova geração de consumidores nativos digitais e são traçadas estratégias de marketing com base na análise de grandes bases de dados (big data) e redes sociais. Empresas de base tecnológicas criam modelos de negócio radicalmente inovadores que ameaçam os modelos tradicionais (como a Uber, no transporte urbano, e o Airbnb, na hospedagem).

O processo industrial se torna cada vez mais “inteligente”. Isto está sendo alcançado graças à introdução da TI (Tecnologia da Informação) no chão de fábrica, impulsionado pelo uso de grande quantidade de dados digitalizados, das inúmeras redes de comunicação e do crescente aumento no poder de processamento computacional.

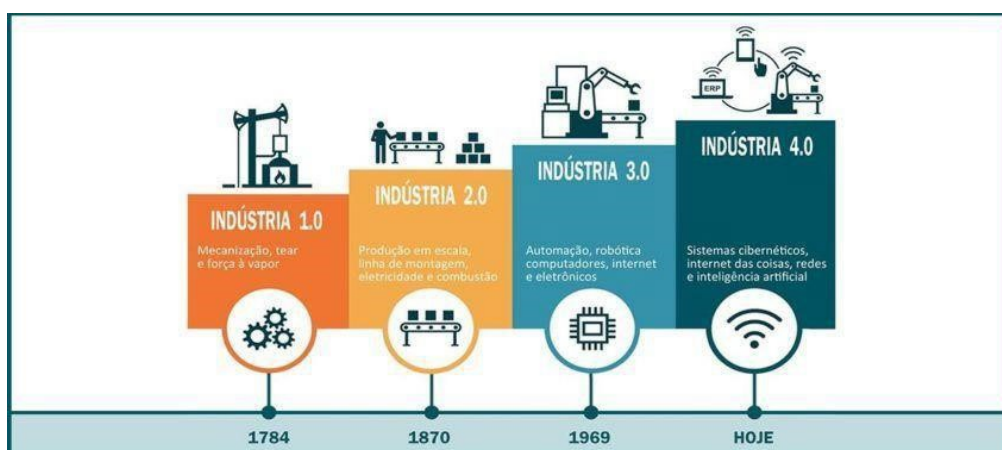
Indústrias inteligentes não são apenas aquelas que possuem um alto grau de automação, mas sim aquelas onde os equipamentos e produtos precisam comunicar-se entre si e desenvolver atividades de forma autônomas, tomando decisões sem intervenção de operadores. Parece até uma história retirada de filmes e livros de ficção científica, mas em algumas indústrias automobilística isto já está acontecendo. São lugares que todo o processo está sendo executado sem interferência humana, onde o operador apenas supervisiona o processo através da tela de computadores.

Na Indústria Inteligente, os produtos serão inteligentes com tags ou etiquetas de autoidentificação eletrônica. Os produtos serão capazes de se comunicar com o ambiente, gravar e armazenar informações sobre si. No processo produtivo, trocarão informações com os equipamentos. Depois, se comunicarão com os sistemas de armazenagem, distribuição e venda, e com o consumidor final. As máquinas serão dotadas de sensores e de sistemas de controle, com a capacidade de identificar e se comunicar com os produtos, se comunicar e interagir com outros sistemas na internet. Poderão, por exemplo,

obter parâmetros e se autoajustar para produzir um produto customizado, ou reduzir desgastes ou consumo de energia. (PORTO,2016)

Todas estas mudanças que estão ocorrendo no ambiente industrial estão contribuindo para a consolidação do que se convencionou chamar de: “quarta revolução industrial” ou simplesmente “INDÚSTRIA 4.0” (CASSAPO, 2016).

Figura 1 - características das revoluções industriais (2016).



Fonte: ESTADÃO (2016).

A hipótese é que, assim como as outras revoluções industriais, com a revolução 4.0 diversas profissões, postos de trabalho, meios de negócios e indústrias serão extintos, enquanto outras surgirão com novas competências repaginadas. Trabalhadores menos qualificados serão substituídos, e o Estado terá papel importante no processo de requalificação e na criação de políticas para a sociedade, especificamente para cidadãos cujos postos de trabalho forem eliminados. Esse trabalho é importante, pois no Brasil estamos presenciando o início dessa revolução, que já é uma realidade mais difundida nos países de primeiro mundo. Estudar essa revolução industrial poderá nos deixar um passo à frente do que estará por vir no futuro, antecipando as demandas e mudanças necessárias para sua implantação de forma menos drástica para o mercado de trabalho. Além disso, o estudo da indústria 4.0 poderá mostrar a necessidade de investimento em capacitação, desenvolvimento e tecnologia para trazer benefícios para a indústria, tanto na parte de produção, organização e matriz indústria

Schwab (2016) descreve que, o fundamento básico da Indústria 4.0, implica que conectando máquinas, sistemas e ativos, pode-se criar redes inteligentes ao longo de toda

cadeia de valor, dando autonomia aos módulos de produção, possibilitando agendar manutenções, além de prever e antever falhas no processo.

Neste novo modelo de indústria, a produção é baseada na interação automatizada entre o equipamento físico, a máquina, e um sistema digital, com o objetivo de automatizar a produção, aumentando sua eficiência. Toda ferramenta, máquina, sensor, peça ou computador adquire a capacidade de trocar dados entre si. O desenvolvimento econômico passa a ser entendido como um processo escalonado de enormes ondas, levando a profundas mudanças estruturais e produtivas dentro da economia e em quase toda a sociedade (PEREZ, 2004, p. 46). Essa revolução industrial traz consigo mudanças significativas no mercado de trabalho, tanto em termos das profissões que serão mais demandadas quanto na forma como as pessoas trabalham. Algumas das mudanças previstas são:

- Automação de processos: com a robotização e a automatização de tarefas repetitivas, algumas profissões podem deixar de existir, enquanto outras serão transformadas.
- Novas habilidades: a tecnologia exige novas habilidades dos trabalhadores, sobretudo em áreas como programação, análise de dados e desenvolvimento de soluções tecnológicas.
- Trabalho remoto: a possibilidade de trabalhar de qualquer lugar, graças às tecnologias de comunicação, pode tornar o trabalho mais flexível e reduzir a necessidade de deslocamento.
- Economia compartilhada: a revolução industrial 4.0 impulsiona o surgimento de novos modelos de negócios baseados na economia compartilhada, que podem mudar a forma como as pessoas trabalham e se relacionam com as empresas.
- Novas profissões: a revolução industrial 4.0 também traz consigo novas profissões, como desenvolvedor de aplicativos, especialista em cibersegurança e engenheiro de dados. Em resumo, a revolução industrial 4.0 traz desafios e oportunidades para o mercado de trabalho. É preciso estar preparado para se adaptar às mudanças e desenvolver novas habilidades para acompanhar o ritmo acelerado de inovação que a tecnologia traz consigo.

Figura 2 – Os novos pilares da indústria 4.0



Fonte: SCHAWAB (2016).

Faz-se imprescindível uma breve explicação do que cada um desses pilares significa, a fim de compreender melhor essas tecnologias digitais aplicadas na Indústria 4.0.

Internet das coisas, é a ideia por trás da internet das coisas é fazer a conexão de objetos à rede mundial de computadores, estabelecendo a união das redes dos humanos com as diversas redes de objetos (EVANS, 2011). A variedade de objetos conectados é grande e as aplicações podem ser as mais diversas possíveis. Por exemplo, é possível conectar um smartphone à geladeira informando o usuário que está faltando algum item. Assim como também é possível indicar ao gerente de manutenção que chegou a hora de realizar uma troca de uma correia que alcançou o seu tempo de operação ou que atingiu um desgaste excessivo (NETSERVICE, 2016)

Big Data, no mundo dos negócios possuir a informação exata na hora certa é o que determina sucesso ou fracasso. As empresas buscam esse bem, a informação, para garantir a sobrevivência de suas operações e atualmente o local de pesquisa é o que o Big Data (CANALTECH, 2016).

O termo Big Data refere-se a um grande volume de dados estruturados ou não que utilizados de maneira correta podem contribuir com insights que podem ajudar na tomada de decisões e no planejamento estratégico das empresas.

O Big Data também pode ser definido como um conjunto de tecnologias de armazenamento e processamento de grande volume de informações. As informações que dão corpo ao Big Data são oriundas de diversas fontes, tais como: redes sociais, sensores de máquinas, sensores meteorológicos, bancos de dados, GPS, transações bancárias e etc.

O Big Data ganhou foco no ano de 2000 através de Doug Laney, quando o definiu sob a perspectiva dos três “V”, como mostra a Figura 12. A perspectiva dos três “V” se refere à: volume que é a quantidade de dados gerados dentro e fora das empresas; velocidade com que os dados trafegam nas redes exigindo um processamento quase que em tempo real e variedade de formatos que os dados são apresentados (TARIFA; NOGARE, 2014)

Robótica autônoma, os robôs industriais foram desenvolvidos para executar tarefas repetitivas que exigem força ou precisão, as primeiras gerações destas máquinas apresentam programação fixa e executam somente o que foi previamente definido e qualquer alteração no processo resulta em paradas para reprogramação (ROMANO; DUTRA, 2016).

A robótica autônoma inspira uma nova geração de robôs capazes de sentir o ambiente em sua volta e operar por longas horas sem a supervisão direta de humanos. Estes equipamentos poderão aprender novas funções e se auto programarem o que permitirá o seu uso em processos de produção flexível.

Manufatura aditiva possibilita a exploração de novas oportunidades de negócios oferecendo produtos customizados a preços reduzidos. Com isso cria-se a possibilidade de atender um novo público de consumidores interessados em produtos feitos em lotes reduzidos e com baixo custo.

A manufatura aditiva, conhecida por impressão 3D, consiste na fabricação de peças 3D através da adição de camadas de material. Este modo de fabricação permite criar peças com designs complexos e com tamanhos minúsculos (STEFANI, 2014).

Computação nas nuvens refere-se à possibilidade de ter acesso a serviços de TI através de uma conexão à internet. Com esta tecnologia precisa-se apenas de um browser no dispositivo (computador, tablete ou smartphone) e desta forma pode ter acesso a seus arquivos ou aplicativos de qualquer lugar.

O termo nuvens é utilizado porque os detalhes técnicos e a infraestrutura por trás dos serviços de TI são invisíveis para o usuário final. Os responsáveis por controlar e manter toda essa infraestrutura são os provedores. (MICROSOFT, 2016).

Cyber Segurança, criará um cenário onde haverá conexão entre vários setores do processo produtivo. Sendo que estas interligações serão fundamentais para garantir o gerenciamento e o acompanhamento da performance de produtos durante seu ciclo de vida. Entretanto este cenário pode apresentar risco caso haja uma violação deste sistema de comunicação (AFFINITY, 2016).

Sistemas de controle industrial podem ser encontrados em plantas de manufatura até complexos sistemas nucleares de geração de energia. De modo que uma invasão a estes sistemas pode acarretar perdas econômicas ou colocar vidas humanas em risco (SCHNEIDER, 2016).

Os sistemas industriais antes estavam protegidos devido ao seu isolamento e a falta de conexão com redes externas o que não representa a realidade atual. Estudos apontam que 35% das anomalias no funcionamento das redes industriais podem ser atribuídas a invasões cibernética (KASPERSKY, 2016).

Simulação, as tecnologias de virtualização estão se mostrando ferramentas importantes para o chão de fábrica ao permitirem a criação de cópias fiéis das linhas de produção, possibilitando testar configurações de maquinário e medir os resultados antes de implementar qualquer alteração no ambiente real.

Realidade aumentada conhecida no mundo dos jogos e entretenimento está chegando no ambiente industrial.

O portal da FIEB faz a seguinte definição da realidade aumentada.

Realidade Aumentada (RA) é a integração do ambiente real e virtual em tempo real, por meios tecnológicos, ou seja, através da utilização de um computador com webcam que executa um programa, proporcionando a exibição de imagens virtuais no ambiente real. A principal característica da RA é a utilização e apresentação de objetos virtuais em situações reais(...).” A realidade aumentada fornecerá dados precisos e em tempo real que poderão ser utilizados na elaboração de projetos. As possibilidades para seu uso são diversas e aplicáveis em vários seguimentos da economia (TOTAL IMMERSION, 2016).

Integração de sistemas é a unificação dos sistemas de gerenciamento e controle de modo a conectar diretamente o chão de fábrica com nível corporativo. Com esta junção pretende-se aumentar a competitividade, reduzir custos e aumentar a flexibilização da produção. Esta integração verticalizada dos sistemas não ficará limitada por um único espaço físico, mas interligará cadeias logísticas, fornecedores, fabricantes e

consumidores, gerando possibilidades de abertura de novos negócios, melhoria e desenvolvimento de novos produtos.

Outro aspecto importante é a descentralização industrial. Isso acontece porque as inovações nas técnicas de comunicação e transporte permitem que as indústrias migrem para qualquer região que lhe seja vantajosa, onde encontram matérias-primas abundantes, mão de obra. Isto transforma o produto, que normalmente é um objeto passivo, em um agente ativo da manufatura que, por si mesmo, pode “decidir” como deve ser fabricado. Estas mudanças tornarão a produção e a logísticas mais flexíveis, já que a informação não mais será processada por uma única unidade central. Para o futuro sucesso econômico da indústria 4.0 os países desenvolvidos não deverão apenas adotar a quarta revolução industrial: eles devem também contribuir para a sua definição e construção e ajudar os países em desenvolvimento a alavancarem sua indústria, através da união entre o setor produtivo e o governo como o caminho para os países avançarem em relação à capacitação de profissionais e adequação de empresas para a realidade da quarta revolução industrial.

Estudando um pouco do cenário atual e o quanto a indústria 4.0 já foi implementada no Brasil, em pesquisa feita em 2016 pela CNI (Confederação Nacional de Indústrias) o cenário conclui que o Brasil está lento no processo de transição para indústria 4.0, onde 57% das indústrias entrevistadas desconhecem tecnologias voltadas para indústria 4.0 e 66% dizem que não irá implantar pelo alto custo. Apesar dessa tendência tem sido adotada por algumas empresas, há um longo caminho a se percorrer para se tornar uma realidade generalizada, o baixo incentivo, falta de busca na informação, falta de infraestrutura de TI adequada e de profissionais qualificados para lidar com as novas tecnologias são alguns dos desafios que o Brasil terá na implantação desse sistema. Algumas iniciativas vêm sendo tomadas no país, como o programa “Indústria 4.0” lançado em 2019 pelo Ministério da Economia, com o objetivo de fomentar a adoção de tecnologias avançadas nas indústrias brasileiras por meio de incentivos fiscais e financeiros. Das poucas indústrias que já vem adotando esse modelo destaca-se a Embraer, por meio de sistema de monitoramento das aeronaves em tempo real e Ambev que adotou automação para tornar a produção mais eficiente em suas fabricas

No Brasil, a indústria ainda se encontra em transição do que seria a segunda revolução industrial (qualificada pela utilização de linhas de montagem e energia elétrica) para a terceira revolução industrial (automação através da eletrônica, robótica e programação). Apesar do atraso em alguns setores, a indústria automotiva do país é a mais adiantada a essa nova onda de produção (FIRJAN, 2016).

Uma das referências no Brasil na utilização de tecnologia digital na produção é a empresa da Jeep, em Goiana (PE), que pertence ao grupo Fiat Chrysler Auto mobiles. A unidade possui conectividade, realidade virtual e digitalização em seu processo produtivo. Uma das inovações é a flexibilidade em alguns processos, permitindo a troca de modelos facilmente, além do mapeamento das etapas de fabricação e integração com fornecedores e todos outros parceiros que fazem parte do processo (VIALLI, 2016).

Além do exemplo da Jeep, pode-se citar a Mercedes-Benz que inaugurou em São Bernardo do Campo, São Paulo, uma linha diferente de montagem de caminhões. A tecnologia digital, a hiper conectividade, Internet das coisas e armazenamento em nuvem, são alguns elementos da Indústria 4.0 que já são realidade nessa fábrica. A tecnologia virou aliada dos colaboradores, obtendo altos padrões de produtividade e 25 qualidades, além de maior flexibilidade no atendimento a expectativa do cliente.

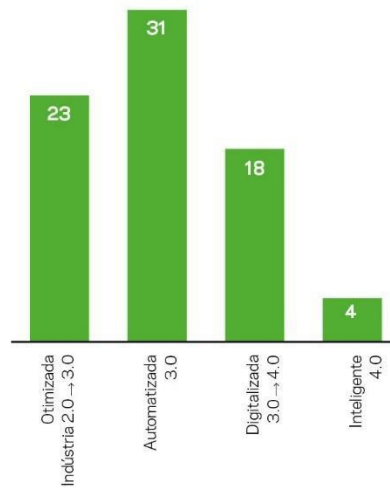
Tais exemplos reforçam a ideia de que essas novas tecnologias aplicadas, aumentam a competitividade global e auxiliam no desenvolvimento econômico do país.

Com a chegada da Indústria 4.0 e sua implementação em indústrias brasileiras, o grande desafio para o país concentra-se em fatores como: obter políticas estratégicas inteligentes, incentivos e fomentos por parte do governo; reunir empresários e gestores da indústria com visão, arrojo e postura proativa; dispor de desenvolvimento tecnológico e formação de profissionais altamente qualificados por parte das instituições acadêmicas e de pesquisa, preferencialmente em grande proximidade com a indústria. Superando-se progressivamente os desafios, será possível absorver e implementar na indústria nacional o conjunto de tecnologias e vantagens que esta quarta revolução industrial é capaz de trazer, firmando a competitividade brasileira perante as grandes potências mundiais e até mesmo pioneiras neste processo de adoção da Indústria 4.0. (FIRJAN, 2016, p. 17-18).

Figura 3- indústrias 4.0 no Brasil.

SÓ 4% DAS INDÚSTRIAS SÃO 4.0

Mais da metade das empresas não chegou à terceira revolução industrial (3.0), em %



Fonte: Sondagem Fiesp da Indústria 4.0 (2ª edição)

Fonte: FIESP (2016)

Neste capítulo abordamos sobre os antecedentes das revoluções industriais, abordando suas fases, e detalhando as inovações de cada período e como seu deu cada transformação. No capítulo seguinte iremos estudar e apresentar a revolução 4.0 e como ela mudou nosso cenário no mercado de trabalho.

2 Transformações no Mercado de Trabalho devido à Revolução 4.0

O presente capítulo aborda as transformações significativas no mercado de trabalho resultantes da Revolução 4.0. Essa revolução é marcada pela automação, inteligência artificial e conectividade, e está alterando a natureza dos empregos, demandando novas habilidades dos profissionais e criando tanto desafios quanto oportunidades no mercado de trabalho. A transição para um mercado de trabalho mais digital e orientado por dados exige que os trabalhadores adquiram habilidades técnicas e de adaptação, pois muitas tarefas rotineiras estão sendo automatizadas. Ao mesmo tempo, surgem novas oportunidades em áreas relacionadas à tecnologia e à gestão de dados. É crucial entender e se preparar para essas mudanças para se manter relevante no mercado de trabalho da Revolução 4.0.

2.1 Automação e robotização: ameaças e oportunidades

A automação e a robotização são temas centrais na discussão sobre a Indústria 4.0 e suas implicações no mundo do trabalho e na sociedade como um todo. Essas tecnologias são ambivalentes, apresentando tanto ameaças quanto oportunidades. Esta ambivalência é um ponto crucial a ser considerado, pois, embora a automação e robotização possam melhorar a eficiência da produção e criar empregos, elas também podem gerar desemprego e desigualdade.

A automação, que envolve a substituição de tarefas humanas por máquinas e sistemas automáticos, é vista como uma ameaça para muitos trabalhadores, especialmente aqueles em empregos de baixa qualificação. A substituição de trabalhadores por robôs em setores como a indústria automobilística é um exemplo evidente disso. Conforme a automação avança, a preocupação com a perda de empregos é legítima, e é necessária uma resposta adequada para requalificar a força de trabalho (COELHO, 2016).

No entanto, a automação também oferece oportunidades. Ela pode aumentar a eficiência da produção, reduzir erros e melhorar a qualidade dos produtos. Além disso, a automação pode criar empregos na manutenção e programação de sistemas automatizados. É importante reconhecer que a automação não precisa ser uma ameaça absoluta ao emprego, mas sim uma oportunidade para transformar a natureza do trabalho.

A robotização, por sua vez, envolve a utilização de robôs para executar tarefas físicas ou cognitivas. Os robôs podem ser particularmente valiosos em ambientes

perigosos ou repetitivos, onde a segurança e a precisão são essenciais. No entanto, a robotização também suscita preocupações, especialmente no que diz respeito à ética e à privacidade. A interação crescente entre humanos e robôs requer um debate sobre questões éticas, como a autonomia dos robôs e seu potencial impacto na sociedade (DAVIS, 2019).

A robotização pode ser uma oportunidade para melhorar a qualidade de vida das pessoas. Por exemplo, robôs podem ser usados na assistência a idosos ou em cirurgias de alta precisão. Além disso, a robotização pode criar empregos na manutenção e programação de robôs, bem como na concepção e fabricação dessas máquinas.

É importante notar que a automação e robotização não são fenômenos isolados. Elas estão intrinsecamente ligadas à revolução digital e à inteligência artificial. Como destaca Chris Davis em seu artigo sobre adoção de inteligência artificial (IA), a IA desempenha um papel fundamental na automação e na capacidade dos robôs de aprender e se adaptar (DAVIS, 2019). Isso significa que, para maximizar as oportunidades da automação e robotização, é essencial investir em educação e treinamento em tecnologias digitais e IA.

A resposta apropriada a essas mudanças está intrinsecamente ligada à administração e à sociedade como um todo. A administração desempenha um papel crucial na gestão das transformações decorrentes da automação e robotização (DUCKER, 2001). Isso envolve a formulação de políticas de recursos humanos, treinamento e desenvolvimento de habilidades, bem como a criação de ambientes de trabalho colaborativos e inclusivos.

A Indústria 4.0 representa mais um passo nessa evolução, com a automação e robotização desempenhando papéis fundamentais. No entanto, para que essas tecnologias se traduzam em benefícios reais, é essencial que a sociedade e as organizações estejam preparadas para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades que elas oferecem.

Portanto, a automação e robotização são, de fato, ameaças e oportunidades simultaneamente. A maneira como essas tecnologias serão adotadas e gerenciadas determinará o impacto que terão no mundo do trabalho e na sociedade como um todo. É imperativo que governos, empresas e instituições de ensino se unam para preparar a força de trabalho, estabelecer regulamentações éticas e promover uma transição suave para uma era de automação e robotização, aproveitando ao máximo as oportunidades que elas oferecem.

2.2 Inteligência artificial e aprendizado de máquina no ambiente de trabalho

A integração da inteligência artificial (IA) e do aprendizado de máquina (AM) no ambiente de trabalho tem desempenhado um papel de destaque na transformação da Indústria 4.0. A Indústria 4.0 é uma tendência que promove a digitalização e a automação avançada dos processos industriais. Essa transformação está revolucionando a maneira como as empresas operam, incluindo aspectos relacionados à gestão do conhecimento.

A inteligência artificial se destaca na capacidade de analisar grandes volumes de dados e extrair insights valiosos. Isso é particularmente relevante no ambiente de trabalho, onde a coleta de dados é constante. A análise de dados com o auxílio da IA permite a identificação de padrões e tendências que podem ser usados na tomada de decisões estratégicas. O trabalho sublinha a importância de alavancar o conhecimento organizacional, e a IA tornou-se uma ferramenta fundamental para esse propósito. (FLEURY, 2001)

O aprendizado de máquina, por sua vez, é uma vertente da inteligência artificial que permite que sistemas aprendam e se adaptem a partir dos dados, sem a necessidade de programação explícita. Isso tem implicações significativas no ambiente de trabalho, especialmente quando se trata de manutenção preditiva, o aprendizado de máquina é essencial para prever falhas em máquinas e equipamentos, permitindo que as empresas realizem manutenção de forma proativa (BALDISARELLI & FABRIO, 2016).

Além disso, a IA e o AM estão transformando a maneira como as empresas lidam com o atendimento ao cliente. Chatbots e assistentes virtuais, que usam IA para interagir com os clientes de forma mais eficaz, estão se tornando comuns. Essas tecnologias não apenas melhoram a eficiência do atendimento ao cliente, mas também coletam dados valiosos que podem ser usados para melhorar os produtos e serviços oferecidos.

Em termos de gerenciamento de recursos humanos, a IA e o AM podem ser usados para automatizar tarefas rotineiras, permitindo que os funcionários se concentrem em tarefas mais estratégicas e criativas. No entanto, isso também suscita questões sobre o futuro do trabalho e a necessidade de treinamento para garantir que os funcionários estejam preparados para trabalhar lado a lado com sistemas automatizados.

Embora a integração da IA e do AM no ambiente de trabalho ofereça inúmeras vantagens em termos de eficiência, produtividade e tomada de decisões, é importante abordar questões éticas e de privacidade. A coleta e o uso de dados no local de trabalho precisam ser gerenciados de forma responsável, garantindo a segurança e a privacidade dos funcionários.

Em resumo, a inteligência artificial e o aprendizado de máquina estão remodelando profundamente o ambiente de trabalho na era da Indústria 4.0. Essas tecnologias oferecem às empresas a capacidade de analisar dados, melhorar a manutenção preditiva, automatizar tarefas e transformar a interação com os clientes. No entanto, é fundamental que as empresas estejam cientes dos desafios éticos e de privacidade associados a essas tecnologias e que tomem medidas para garantir que os funcionários sejam devidamente preparados para essa nova era tecnológica.

2.3. Internet das Coisas (IoT) e sua influência na indústria

A Internet das Coisas (IoT) tem desempenhado um papel transformador na indústria, redefinindo a maneira como as empresas operam e interagem com seus produtos, serviços e processos. Luis Fernando Ascensão Guedes, em seu trabalho "Era da Informação: o que é e quais são os efeitos nas empresas" (2019), destaca que a IoT é um dos principais impulsionadores da Era da Informação, fornecendo um fluxo constante de dados e conectividade.

A IoT envolve a conexão de dispositivos e sensores à internet, permitindo a coleta de dados em tempo real. Esses dispositivos podem variar desde sensores de temperatura em equipamentos industriais até dispositivos vestíveis. Essa abundância de dados gera insights valiosos para a indústria. No contexto da Indústria 4.0, a IoT tem um papel crucial na manutenção preditiva, permitindo que as empresas identifiquem problemas em máquinas antes que eles causem falhas. A manutenção preditiva é uma competência importante para a Indústria 4.0, impulsionada pela IoT.

A coleta de dados da IoT possibilita a otimização dos processos de fabricação. Sensores em máquinas e na cadeia de suprimentos permitem uma visão mais precisa do que está acontecendo em tempo real. Isso pode melhorar a eficiência, economizar recursos e reduzir o desperdício. A IoT é uma das tecnologias essenciais para a Indústria 4.0, possibilitando cenários de produção altamente eficientes.

Além disso, a IoT tem um impacto significativo na experiência do cliente. Ela permite que as empresas coletem dados sobre como seus produtos são usados pelos clientes. Isso pode ser usado para melhorar o design e a funcionalidade dos produtos, bem como personalizar serviços e suporte. A capacidade de oferecer soluções mais alinhadas com as necessidades do cliente é crucial na atual economia orientada pela experiência. Portanto, a IoT desempenha um papel importante na criação de produtos e serviços voltados para o cliente.

A IoT também tem implicações na segurança e privacidade dos dados. À medida que mais dispositivos estão conectados à internet, é fundamental garantir que essas conexões sejam seguras. Vazamentos de dados ou invasões em sistemas IoT podem ter consequências sérias. Portanto, as empresas devem considerar estratégias de segurança cibernética robustas e proteger as informações dos clientes.

A IoT está transformando a indústria, proporcionando uma coleta de dados mais precisa, eficiência operacional aprimorada e uma experiência do cliente aprimorada. À medida que a Indústria 4.0 continua a se desenvolver, a IoT continuará desempenhando um papel vital na evolução da indústria, e as empresas devem adotar abordagens proativas para maximizar seu potencial e enfrentar desafios relacionados à segurança e privacidade.

2.4. Big Data e análise de dados na tomada de decisões industriais

O uso do Big Data e a análise de dados na tomada de decisões industriais têm se tornado fundamentais na era da Indústria 4.0. Conforme destacado na "Agenda brasileira para a Indústria 4.0: O Brasil preparado para os desafios do futuro" (2019), esse cenário de transformação digital impulsiona a necessidade de coletar, processar e interpretar grandes volumes de dados gerados por máquinas, processos e sistemas, a fim de aprimorar a eficiência e a produtividade na indústria.

A coleta de dados em tempo real é uma característica distintiva da Indústria 4.0, permitindo que as empresas tenham uma visão detalhada de suas operações. Esse nível de visibilidade é essencial para a tomada de decisões industriais eficazes. Os dados são obtidos a partir de sensores incorporados em máquinas, equipamentos e sistemas de produção, criando uma fonte constante de informações para análise.

A análise de Big Data é a chave para extrair informações valiosas desses dados brutos. Ela envolve o uso de algoritmos e ferramentas avançadas para identificar tendências, padrões e insights que seriam impossíveis de perceber com métodos convencionais. À medida que a Indústria 4.0 se expande e as empresas precisam ser capazes de lidar com grandes volumes de dados de maneira eficiente.

A análise de dados não é apenas benéfica para otimizar a eficiência operacional, mas também para melhorar a qualidade dos produtos. Por exemplo, as empresas podem usar dados coletados para identificar defeitos ou variações nos processos de produção e, assim, implementar correções em tempo real. Isso ajuda a evitar desperdícios e reduzir custos, como evidenciado no caso da Mercedes-Benz, que já aplica os princípios da Indústria 4.0 na produção de caminhões (NORTON LUIZ, 2018).

Outro aspecto importante é a capacidade de prever problemas antes que ocorram. A manutenção preditiva é uma aplicação valiosa da análise de dados na indústria. Ao monitorar continuamente o desempenho das máquinas e equipamentos, as empresas podem detectar sinais de desgaste ou falhas iminentes, permitindo a manutenção preventiva e evitando paradas não programadas.

Em resumo, o uso do Big Data e a análise de dados na tomada de decisões industriais estão transformando a forma como as empresas operam na Indústria 4.0. Essas tecnologias capacitam as empresas a tomar decisões informadas, otimizar a produção, melhorar a qualidade dos produtos e reduzir custos operacionais. À medida que a indústria continua sua jornada rumo à digitalização, o papel dos dados e da análise de dados só se tornará mais central na gestão e inovação industrial.

2.5. Novos modelos de negócios e empreendedorismo na era da Revolução 4.0

A Revolução 4.0 trouxe consigo uma transformação significativa nos modelos de negócios e no empreendedorismo. Essa nova era é caracterizada pela convergência da tecnologia digital, automação, Internet das Coisas e inteligência artificial. Essas tecnologias estão moldando o cenário de negócios de maneira sem precedentes, abrindo oportunidades empolgantes para empreendedores e empresas.

A digitalização e a conectividade onipresente permitem que os empreendedores alcancem mercados globais com mais facilidade. Com um simples clique, é possível alcançar clientes e parceiros em todo o mundo, abrindo portas para empreendimentos globais e novos mercados.

Além disso, a era da Indústria 4.0 também está promovendo a personalização em massa. A coleta e análise de dados avançados permitem que as empresas entendam profundamente as necessidades e preferências dos clientes. Esse entendimento é fundamental para a criação de produtos e serviços personalizados, que podem ser ajustados de acordo com as necessidades individuais de cada cliente. Essa abordagem personalizada cria oportunidades de empreendedorismo e permite que as empresas atendam a nichos de mercado de forma mais eficaz.

Os novos modelos de negócios na era da Revolução 4.0 frequentemente incorporam a economia compartilhada. Plataformas digitais têm se tornado uma forma popular de conectar fornecedores a consumidores. Isso cria oportunidades para empreendedores que desejam criar aplicativos, serviços ou plataformas que facilitem a compartilhamento de recursos, experiências ou habilidades.

Além disso, a automação e a inteligência artificial estão desempenhando um papel cada vez mais significativo na otimização de processos de negócios. Tarefas rotineiras podem ser automatizadas, permitindo que empreendedores e empresas se concentrem em atividades de maior valor, como inovação e criatividade. Essa eficiência operacional é um pilar fundamental dos novos modelos de negócios na era da Revolução 4.0.

Por fim, a flexibilidade é uma característica intrínseca aos novos modelos de negócios. Empreendedores têm a capacidade de iterar rapidamente, testar novas ideias e ajustar seus negócios com base no feedback do mercado. Esse ambiente de negócios ágil está em consonância com o pensamento inovador e empreendedor.

Em resumo, a era da Revolução 4.0 está redefinindo os modelos de negócios e o empreendedorismo. A tecnologia digital, a globalização, a personalização, a economia compartilhada, a automação e a flexibilidade estão entre as principais características que estão moldando esse novo cenário. Os empreendedores que sabem aproveitar essas tendências podem encontrar oportunidades emocionantes para criar e expandir seus negócios.

No capítulo em questão, dissertamos sobre a revolução 4.0 e seus 5 níveis e transformações, nela exemplificamos e detalhamos como funciona cada nível e como agregou na vida das pessoas e no mercado. No capítulo adiante iremos entender quais são as dificuldades na adaptação dessa nova revolução e quais os desafios que enfrentamos com tal.

3 Adaptação e Desafios para a Força de Trabalho no Contexto da Revolução 4.0

No Capítulo 3, exploramos a necessidade de adaptação e os desafios enfrentados pela força de trabalho diante da Revolução 4.0. Analisamos como a automação e a inteligência artificial estão alterando os empregos e exigindo a aquisição de novas habilidades. Também discutimos a importância da resiliência e da flexibilidade dos trabalhadores para se ajustarem a esse cenário em constante evolução. Além disso, examinamos como as políticas governamentais desempenham um papel crucial na garantia de uma transição justa e na promoção da inclusão social e igualdade de gênero nesse novo contexto. Este capítulo destaca os desafios e oportunidades que a Revolução 4.0 traz para a força de trabalho e a importância de estarmos preparados para enfrentá-los.

3.1. Educação e treinamento para competências do futuro

A preparação da força de trabalho para atender às competências do futuro é um desafio crucial na era da Revolução 4.0. Os dados do IBGE indicam que a população brasileira está em constante crescimento, o que reforça a necessidade de uma educação voltada para as demandas emergentes do mercado de trabalho (IBGE, 2018). As competências técnicas tradicionais ainda são valiosas, mas há uma ênfase crescente em habilidades socioemocionais, como a empatia e a flexibilidade, conforme destacado por Idoeta (2017). Isso sugere a necessidade de um sistema educacional mais amplo e diversificado que prepare os indivíduos não apenas com conhecimento técnico, mas também com habilidades interpessoais.

Belloti, Carvente e Freire (sem data) discutem os impactos da Indústria 4.0 na empregabilidade, ressaltando a importância de os trabalhadores adquirirem competências voltadas para a tecnologia. A rápida evolução tecnológica está criando demanda por especialistas em áreas como inteligência artificial, análise de dados e automação, tornando o treinamento técnico e a formação em STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) cada vez mais relevantes.

A Revolução Industrial no passado oferece lições valiosas para a Revolução 4.0. A transição entre esses dois períodos históricos, atestou que a educação e a formação de competências desempenharam um papel fundamental na adaptação da força de trabalho às novas tecnologias. Da mesma forma, a Revolução 4.0 requer um esforço educacional

significativo para garantir que os trabalhadores estejam preparados para as tecnologias emergentes.

Os impactos da Indústria 4.0 na empregabilidade, ressaltando a necessidade de programas de treinamento e capacitação contínuos para atender às necessidades em evolução da indústria. A aprendizagem ao longo da vida torna-se uma parte essencial da preparação da força de trabalho, pois os trabalhadores devem se adaptar às mudanças tecnológicas ao longo de suas carreiras. Por sua vez, a educação e o treinamento desempenham um papel fundamental na preparação da força de trabalho para as competências do futuro na era da Revolução 4.0. É essencial que os sistemas educacionais se adaptem para fornecer habilidades técnicas, sociais e emocionais necessárias para prosperar em um mercado de trabalho em constante evolução. A história nos ensina que a capacitação é a chave para enfrentar as transformações tecnológicas, e essa lição permanece relevante na era da Indústria 4.0.

3.2 A importância da resiliência e da flexibilidade no mercado de trabalho

A importância da resiliência e flexibilidade no mercado de trabalho é cada vez mais evidente na era da Indústria 4.0, onde as mudanças ocorrem rapidamente, influenciadas pelo avanço tecnológico e a globalização. Conforme apontado pela FIRJAN (2016), a capacidade de se adaptar a novos desafios é essencial para o sucesso profissional. A resiliência, em particular, é a capacidade de superar adversidades e aprender com elas, o que se torna valioso em um ambiente em constante evolução.

De acordo com Fleury e Oliveira (2001), a gestão estratégica do conhecimento se baseia na aprendizagem contínua e na adaptação. Nesse contexto, a flexibilidade desempenha um papel central, pois os profissionais que podem se ajustar rapidamente às novas informações e conceitos são ativos valiosos nas organizações da Indústria 4.0. Aqueles que demonstram resistência a mudanças e relutância em aprender estão em desvantagem.

A Indústria 4.0, com sua ênfase na automação e digitalização, requer uma abordagem proativa à aprendizagem e à mudança. O estudo sobre manutenção preditiva na Indústria 4.0, conduzido por Baldissarelli e Fabrio no ano de 2019, destaca a necessidade de adaptar as práticas de manutenção às tecnologias avançadas. Aqueles que não se ajustam à manutenção preditiva e outras inovações ficam para trás em termos de eficiência e competitividade. À medida que as empresas adotam tecnologias de ponta, procuram funcionários que sejam versáteis e capazes de aprender novas habilidades

rapidamente. Isso coloca os profissionais resilientes e flexíveis em uma posição vantajosa no mercado de trabalho.

Além disso, empresas como a ABB (2016) reconhecem a importância da flexibilidade, chamando-a de "rápida e flexível". Essa flexibilidade é essencial em setores industriais onde as demandas dos clientes podem mudar repentinamente, e as operações precisam se adaptar para atender a essas mudanças.

Em resumo, resiliência e flexibilidade são qualidades cruciais para os profissionais que desejam prosperar na Indústria 4.0. A capacidade de se adaptar a novas circunstâncias, aprender continuamente e superar desafios é valorizada pelas organizações e torna os indivíduos mais resilientes e flexíveis ativos valiosos no mercado de trabalho em constante evolução.

3.3 Políticas governamentais e regulamentações para lidar com as mudanças no mercado de trabalho

Políticas governamentais e regulamentações desempenham um papel fundamental na gestão das mudanças no mercado de trabalho, especialmente em resposta aos desafios impostos pela Revolução 4.0. O Brasil enfrenta a necessidade de adaptar sua legislação e regulamentações para promover a inovação e a adoção de tecnologias avançadas, fomentando, assim, a evolução da Indústria 4.0 no país. (BARROS, 2006).

A importância de políticas que incentivem o desenvolvimento de habilidades tecnológicas, a fim de preparar a força de trabalho para as mudanças decorrentes da Indústria 4.0. Essas políticas podem incluir investimentos em educação e treinamento, a fim de criar uma mão de obra mais adaptável e qualificada.

A adaptação regulatória também deve considerar as implicações éticas e de segurança associadas à automação e à digitalização. O avanço tecnológico exige regulamentações eficazes para garantir a privacidade de dados e a cibersegurança; argumenta que regulamentações inadequadas podem criar desafios em áreas como a Internet das Coisas (IoT), onde a coleta de dados é ubíqua.

Em um contexto histórico, as políticas governamentais desempenharam um papel importante na resposta a mudanças no mercado de trabalho, um exemplo notável é o período do pós-guerra nos EUA. As políticas governamentais após a Primeira Guerra Mundial desempenharam um papel crucial na reconversão da economia, assim como na capacitação de veteranos. Esse exemplo histórico ilustra como as políticas podem influenciar a transição para uma nova realidade econômica e de emprego.

Em resumo, as políticas governamentais e regulamentações desempenham um papel vital na adaptação do mercado de trabalho às mudanças decorrentes da Revolução 4.0. Elas precisam ser projetadas para promover a inovação, preparar a força de trabalho e lidar com questões éticas e de segurança. Lições da história, como o exemplo do pós-guerra nos EUA, demonstram a importância da ação governamental eficaz na gestão de mudanças econômicas e de emprego.

3.4. Abordagens de inclusão social e igualdade de gênero na Revolução 4.0

A inclusão social e a igualdade de gênero são questões cruciais na Revolução 4.0, à medida que a tecnologia redefine os padrões de trabalho e a organização da sociedade. Como apontado por Campos e Bigarelli (2020), as empresas já estão adotando práticas como o home office permanente, o que exige uma análise profunda dessas mudanças para garantir a inclusão de todos os segmentos da sociedade.

Na era da Indústria 4.0, a igualdade de gênero torna-se ainda mais relevante. O estudo de Aires do Amaral, Moreira e Freire (2017) destaca a necessidade de as organizações se concentrarem em garantir oportunidades iguais para mulheres em ambientes tecnológicos, onde tradicionalmente há uma representação desigual de gênero. Abordagens de inclusão que levem em consideração a perspectiva de gênero são essenciais para promover a igualdade no mercado de trabalho.

Além disso, é crucial reconhecer que a Revolução 4.0 tem o potencial de exacerbar as disparidades sociais. Enquanto tecnologias avançadas oferecem oportunidades significativas, elas também podem agravar a exclusão de grupos vulneráveis. Políticas que promovam a inclusão social, como programas de educação e treinamento acessíveis, podem ajudar a reduzir essas desigualdades.

A abordagem inclusiva deve ser adotada tanto pelas empresas quanto pelos governos. Empresas que buscam aderir à tendência do home office permanente, como mencionado por Campos e Bigarelli (2020), devem fazê-lo de maneira a assegurar que todas as categorias de funcionários tenham acesso igual a essas oportunidades, independentemente de sua localização geográfica ou situação pessoal.

Para além disso, as políticas governamentais também desempenham um papel importante na promoção da igualdade e da inclusão na era da Indústria 4.0. A partir do estudo de Aires do Amaral, Moreira e Freire (2017), fica evidente que as instituições públicas podem desempenhar um papel vital na garantia de que a tecnologia não seja uma força excludente, mas, sim, inclusiva e igualitária.

Em síntese, a Revolução 4.0 oferece oportunidades significativas, mas também representa desafios significativos em relação à inclusão social e à igualdade de gênero. Tanto empresas quanto governos precisam adotar abordagens que considerem essas questões, garantindo que a tecnologia beneficie a todos, independentemente de gênero, etnia ou condição social. Essa é uma responsabilidade compartilhada para moldar um futuro mais igualitário e inclusivo.

3.5 Estudos de casos de empresas que se adaptaram com sucesso às transformações da Revolução 4.0

A General Electric (GE) é um exemplo notável de uma empresa que abraçou a transformação digital. Investiram na Internet das Coisas (IoT) e na análise de dados para melhorar a manutenção preditiva de equipamentos industriais, economizando bilhões em custos de manutenção e evitando falhas. Além disso, a GE criou a plataforma Predix para oferecer serviços de IoT a outras empresas.

A Siemens, uma gigante na indústria de automação, é outro exemplo. Eles adotaram a Manufatura Avançada na era da Indústria 4.0, usando tecnologias como robótica avançada, simulação e análise de dados para otimizar a produção. Isso resultou em um aumento na eficiência, redução de custos e produção mais personalizada.

A Amazon revolucionou a logística com a automatização de seus centros de distribuição. Usando robôs autônomos e inteligência artificial (IA), a Amazon pode lidar com um grande volume de pedidos, reduzir erros e acelerar a entrega, tornando-se um líder no comércio eletrônico.

A Tesla é famosa por seus veículos autônomos. Incorporaram sensores avançados e algoritmos de aprendizado de máquina em seus carros, permitindo recursos de direção autônoma. A Tesla está na vanguarda da revolução automobilística.

O Alibaba, gigante do varejo na China, utiliza tecnologia para oferecer experiências de compra únicas. Incorporam IA e análise de dados para personalizar recomendações de produtos, melhorar a logística e até mesmo criar lojas físicas altamente automatizadas.

Esses casos de sucesso demonstram como a adaptação às transformações da Revolução 4.0 resulta em maior eficiência, novas oportunidades de negócios e maior competitividade. Eles são inspiradores para outras empresas que desejam prosperar na era da Indústria 4.0.

Na era da Revolução 4.0, a força de trabalho enfrenta uma série de adaptações e desafios significativos. A rapidez das mudanças tecnológicas exige uma constante atualização de habilidades e conhecimentos. Nesse contexto, a educação e o treinamento desempenham um papel crucial, não apenas para preparar os indivíduos para as demandas do mercado de trabalho, mas também para cultivar habilidades como criatividade, pensamento crítico e colaboração, que são essenciais para o sucesso na economia digital.

As políticas governamentais desempenham um papel vital na facilitação dessa transição, incentivando investimentos em educação, promovendo programas de reciclagem profissional e estabelecendo regulamentações que equilibrem a inovação tecnológica com a proteção dos direitos dos trabalhadores. A inclusão social também é um aspecto crucial, garantindo que todos os segmentos da sociedade tenham acesso igualitário às oportunidades geradas pela Revolução 4.0, reduzindo assim disparidades econômicas e sociais.

Ao enfrentar esses desafios, é essencial adotar uma abordagem colaborativa que envolva governos, empresas, instituições educacionais e a sociedade civil. A capacidade de adaptação e aprendizado contínuo torna-se uma vantagem competitiva tanto para indivíduos quanto para países que buscam prosperar na economia digital em constante evolução. Portanto, investir em educação, promover políticas inclusivas e fomentar uma cultura de inovação e colaboração são elementos essenciais para garantir uma transição bem-sucedida para a era da Revolução 4.0.

3.5 Conclusão

O Capítulo 3 destacou a necessidade premente de adaptação e os desafios enfrentados pela força de trabalho diante da Revolução 4.0. Ao explorar os impactos da automação, inteligência artificial e outras tecnologias disruptivas, examinamos como essas mudanças estão remodelando os empregos e exigindo a aquisição de novas habilidades por parte dos trabalhadores. Além disso, discutimos a importância da resiliência e flexibilidade dos profissionais para se ajustarem a um cenário em constante evolução, bem como o papel crucial das políticas governamentais na garantia de uma transição justa e inclusiva nesse novo contexto.

A educação e o treinamento foram identificados como pilares fundamentais para preparar a força de trabalho para as competências do futuro. A necessidade de uma educação voltada para as demandas emergentes do mercado de trabalho foi ressaltada, com ênfase não apenas nas habilidades técnicas, mas também nas habilidades

socioemocionais. A aprendizagem ao longo da vida foi destacada como essencial, refletindo a importância da adaptação contínua às mudanças tecnológicas ao longo da carreira.

Além disso, a resiliência e a flexibilidade foram reconhecidos como qualidades essenciais para os profissionais que desejam prosperar na Indústria 4.0. A capacidade de se adaptar a novas circunstâncias, aprender continuamente e superar desafios foi valorizada como um ativo importante no mercado de trabalho em constante evolução.

As políticas governamentais desempenham um papel vital na gestão das mudanças no mercado de trabalho, especialmente em relação à promoção da inovação, preparação da força de trabalho e abordagem de questões éticas e de segurança. Lições históricas destacaram a importância da ação governamental eficaz na gestão de mudanças econômicas e de emprego, sugerindo que políticas que incentivem o desenvolvimento de habilidades tecnológicas e promovam a inclusão social são essenciais para uma transição bem-sucedida para a era da Revolução 4.0.

Por fim, a inclusão social e a igualdade de gênero foram identificadas como questões cruciais na Revolução 4.0. A necessidade de garantir oportunidades iguais para todos os segmentos da sociedade, bem como de promover ambientes de trabalho inclusivos e igualitários, foi destacada como uma responsabilidade compartilhada por empresas e governos.

Diante desses desafios, é essencial adotar uma abordagem colaborativa que envolva todos os atores relevantes, incluindo governos, empresas, instituições educacionais e a sociedade civil. Investir em educação, promover políticas inclusivas e fomentar uma cultura de inovação e colaboração são elementos essenciais para garantir uma transição bem-sucedida para a era da Revolução 4.0. Ao enfrentar esses desafios de maneira proativa e colaborativa, podemos aproveitar todo o potencial transformador da Indústria 4.0 e construir um futuro mais igualitário, inclusivo e próspero para todos.

CONCLUSÃO

A Revolução 4.0 trouxe consigo transformações profundas em todos os aspectos da sociedade, especialmente no ambiente de trabalho e nas empresas. As mudanças tecnológicas, como a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA) e a análise de Big Data, estão moldando a maneira como produzimos, trabalhamos e tomamos decisões.

A adaptação a esse novo cenário é essencial para a sobrevivência e o sucesso das empresas. Aqueles que abraçaram a inovação de forma proativa, como a General Electric, Siemens, Amazon, Tesla e Alibaba, demonstraram como a tecnologia pode ser uma aliada poderosa na busca por eficiência, qualidade e competitividade.

No entanto, a Revolução 4.0 também traz desafios significativos, especialmente no que diz respeito às mudanças no mercado de trabalho. A automação e a robotização podem ameaçar certos empregos, tornando crucial o desenvolvimento de competências para o futuro, como a resiliência, a flexibilidade e as habilidades sociais. Além disso, a preocupação com a privacidade e a segurança dos dados aumentou à medida que mais informações pessoais são coletadas e armazenadas.

O papel das políticas governamentais e regulamentações é fundamental para garantir que a transformação ocorra de maneira equitativa e que todos possam colher os benefícios da Revolução 4.0. Será necessário investir em educação e capacitação para garantir que os trabalhadores possam se adaptar às mudanças tecnológicas e se beneficiar delas. Além disso, a inclusão social e a igualdade de gênero devem ser prioridades, desenvolver regulamentações e políticas que promovam inovação e a proteção dos direitos, conforme empresas e governos buscam um futuro mais justo e sustentável.

Em resumo, a Revolução 4.0 é uma realidade que está moldando nosso mundo. As empresas e os indivíduos que abraçam a mudança e investem no aprendizado contínuo estão bem-posicionados para prosperar. O futuro pertence àqueles que entendem e aproveitam as oportunidades que a tecnologia oferece, mantendo um foco constante na resiliência, flexibilidade e inclusão social.

Este é um momento emocionante e desafiador, e o sucesso dependerá da capacidade de adaptar-se, aprender e colaborar em busca de um mundo melhor na era da Revolução 4.0. A preparação e adaptação às mudanças será essencial para aproveitar ao máximo a nova era e suas oportunidades.

REFERÊNCIAS

ABB. “Fast and flexible, safe and strong”. 2016. Disponível em: <http://www.abb.co.in/cawp/seitp202/e4b0fd16708cefd5c125795f004c20a1.aspx>. Acesso em: out. 2023.

ACEMOGLU, Daron; RESTREPO, Pascual. Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *Journal of Political Economy*, v. 128, n. 6, p. 2188-2244, 2020.

AIRES do Amaral, Regina Windrack; MOREIRA, Fernanda Kimpner; FREIRE, Patrícia de Sá. Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento. Disponível em: <https://anais.suceg.ufsc.br/index.php/suceg/article/view/49/17>. Acesso em: out. 2023.

AISIS do I Suceg. Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento. *Anais do Seminário Universidades Corporativas e Escolas de Governo*, v. 1, n. 1, 2017.

ALBERTO TDFM, Lima; CHARRUA-SANTOS, F. M. B. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Beatrice_Santos/publication/325060590_INDUSTRIA_40_DESAFIOS_E_OPORTUNIDADES/links/5af426a40f7e9b026bcd081a/INDUSTRIA-40DESAFIOS-E-OPORTUNIDADES.pdf. Acesso em: out. 2023.

ARAÚJO, Lonara Coelho; COELHO, et al. Indústria 4.0 e seus impactos para o mercado de trabalho/Impacts of industry 4.0 on labor market. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 22326-22342, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17921/18901793.2018v13n13p17-22>. Acesso em: out. 2023.

ARNTZ, Melanie, et al. Revisiting the Risk of Automation. *Economics Letters*, v. 159, p. 157-160, 2017. Acesso em: abr. 2024.

ARNTZ, Melanie; GREGORY, Terry; ZIERAHN, Ulrich. The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, n. 189, OECD Publishing, Paris, 2016. Acesso em: abr. 2024.

DAVID, H. Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, v. 29, n. 3, p. 3-30, 2015.

BALDISSARELLI, Luciano; FABRIO, Elton. Manutenção Preditiva na Indústria 4.0. Disponível em: <http://ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/683>. Acesso em: out. 2023.

BALDISSARELLI, Luciano; FABRIO, Elton. Manutenção Preditiva na Indústria 4.0. Disponível em: <http://ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/6835>. Acesso em: out. 2023.

BARROS, José Roberto Mendonça de. A indústria 4.0 e o Brasil. 2016. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,a-industria-40-e-o-brasil,10000067502>. Acesso em: out. 2023.

BCG. Man and Machine in Industry 4.0. 2015. Disponível em: <https://www.bcgperspectives.com/content/articles/technology-business-transformationengineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4/>. Acesso em: out. 2023.

BELLOTI, Rodrigo Tadeu; CARVENTE, Gabriel de Sant'anna; FREIRE, Patrícia de Sá. Impactos da Indústria 4.0 na empregabilidade.

BERTULUCCI, Cristiano Silveira. O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo.

BESSEN, James E. AI and Jobs: The Role of Demand. NBER Working Paper No. 24235, National Bureau of Economic Research, 2018.

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W.W. Norton & Company, 2014.

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew. Race against the machine: how the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy. 1. ed. Lexington, Massachusetts: Digital Frontier Press, 2011.

CAMPOS, Stella; BIGARELLI, Barbara. Companhias já aderem ao home office permanente. Valor, 2020.

CARAVANTES, Geraldo R.; CARAVANTES, Cláudia C. P.; KLOECKNER, Mônica C. Administração: teorias e processos. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

CAVALCANTE, Zedequias Vieira; DA SILVA, Mauro Luís Siqueira. A importância da Revolução Industrial no mundo da tecnologia.

CHIAVENATO, Idalberto. Administração nos novos tempos: os novos horizontes em administração. 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2014. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520445464/cfi/5!/4/4@0.00:45>. Acesso em: ago. 2023.

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à teoria geral da administração. 1929. TGA, v. 1. 6. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001. 7ª reimpressão.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. Rumo à Indústria 4.0. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10316/36992>. Acesso em: set. 2023.

CFA, Conselho Federal de Administração. Campos da Administração. 2019. Acesso em: ago. 2023.

COSTA, Henrique de Oliveira; MATA, Vanessa da Silva. Indústria 4.0: a Revolução 4.0 e o Impacto na Mão de Obra. Faculdade Pitágoras de Betim, Curso de Engenharia de

Produção. MG, Brasil. Disponível em: <http://arktis.com.br/a-quarta-revolucao-daindustria/>. Acesso em: set. 2023.

DAVIS, Chris. 5 bons exemplos de adoção da Inteligência Artificial. 2019.

DIAS, Matheus. 9 Técnicas de amostragem probabilística e não probabilística. 2018.

DRUCKER, Peter. O homem, a administração e a sociedade. São Paulo: Nobel, 2001.

FIRJAN. Indústria 4.0: Panorama da Inovação. 2016. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/642>. Acesso em: out. 2023.

FLEURY, Maria T. L.; OLIVEIRA, Moacir de M. Jr (org.). Gestão estratégica do conhecimento: integrando aprendizagem, conhecimento e competências. São Paulo: Atlas, 2001.

FREEMAN, Christopher; PEREZ, Carlota. Structural crisis of adjustment: business cycles and investment behavior. In: DOSI, G. Et al. (ed.). Technical change and economic theory. London: Pinter Publisher, 1988. p. 38-66.

FREY, Carl Benedikt; OSBORNE, Michael A. The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization? *Technological Forecasting and Social Change*, v. 114, p. 254-280, 2017.

GUEDES, Luis Fernando Ascensão. Era da Informação: o que é e quais são os efeitos nas empresas. 2019.

HECKLAU, Fabian, et al. Human Resources Management, Meta-Study: Analysis of Future Competences in Industry 4.0. 2017.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Technische Universität Dortmund: working paper. 01/2015.

IBGE. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. 2018.

IDOETA, Paula Adamo. Empatia, flexibilidade, cooperação: pesquisa de Harvard explica por que habilidades sociais ganham força no mercado de trabalho. BBC Brasil. São Paulo, 2017.

INDÚSTRIA 4.0. Agenda brasileira para a Indústria 4.0: O Brasil preparado para os desafios do futuro. 2019. Disponível em:
<https://www.industria40.ind.br/artigo/23921industria-40-a-revolucao-tecnologica-esta-transformando-modo-mundo-trabalha>.
Acesso em: out. 2023.

KAGERMANN, Henning. Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0: final report of the Industrie 4.0 working group. Francfort: Acatech, 2013.
Disponível em:
http://thuvienso.dastic.vn:8080/dspace/handle/ttkhcnanang_123456789/357. Acesso em: out. 2023.

KREUZ, Mauro. A indústria 4.0 e os desafios para o ensino da administração. 2018.

LUIZ, Norton. Mercedes-Benz já produz caminhões com a filosofia da indústria 4.0. 2018. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/linha-do-tempo-na-engenhariade-produ%C3%A7%C3%A3o-felipe-morais-menezes>. Acesso em: nov. 2023.

MANYIKA, James, et al. Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation. McKinsey Global Institute, 2017. Acesso em: abr. 2024.

MENEZES, Felipe M. A linha do tempo na Engenharia de Produção. 2016. LinkedIn. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/linha-do-tempo-na-engenharia-deprodu%C3%A7%C3%A3o-felipe-morais-menezes>. Acesso em: nov. 2023.

RIFKIN, Jeremy. The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism. New York: Palgrave Macmillan, 2014.

RIZZETO, Ricardo Silva; GURGEL, Clarisse Toscano de Araújo. O Trabalho na Quarta Revolução Industrial. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, ano 5, ed. 11, v. 20, p. 117-140, nov. 2020.

SCHWAB, Klaus. The Fourth Industrial Revolution. New York: Currency, 2017.

WORLD ECONOMIC FORUM. The Future of Jobs Report. 2018. Acesso em: mar. 2024

