

Da primeira à quarta REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: a geo-história da técnica da humanidade

Cândido Edmundo Alberto Comissário

Assur Felizardo Mutete Mobeliua¹

RESUMO

A Revolução Industrial deu-se inicialmente na Inglaterra na segunda metade do século XVIII. Esta estende-se mais tarde pelo resto da Europa e pelo mundo a partir do século XIX. Essencialmente, esta consiste em transformações profundas nos modos de produção artesanais à manufatura e emprego de máquinas simples na produção industrial. As características básicas das revoluções que se sucederam centram-se na constante substituição do trabalho braçal pelo trabalho mecanizado, facto que vem ao longo do tempo deixando rastros de grandes massas de desempregados, problemas ambientais e de outra ordem socioeconómica e urbanos. Com o tema “Da primeira à quarta REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: a geo-história da técnica da humanidade”, procura-se neste artigo, discutir em torno do que fora causado pelas transformações decorrentes da revolução industrial desde a primeira até a sua quarta fase, que também é chamada de manufatura avançada em muitos dos acervos bibliográficos contemporâneos referentes a esta temática. De ressaltar que nossa pesquisa é essencialmente bibliográfica.

Palavras-chave: revolução industrial, manufatura avançada, fases da revolução industrial, divisão do trabalho.

Introdução

A Revolução Industrial representou a lenta e inevitável evolução do capitalismo que, em última instância, substituiu a força motriz humana pelas máquinas, com profundas consequências económicas, políticas, sociais e culturais.

Geograficamente esta situa-se na Inglaterra a partir dos meados do século XVIII, podendo-se, com isso, afirmar-se que esta seria a então fase da maturidade do capitalismo que ia se desenvolvendo na Europa, ou seja, podemos ainda afirmar que foi a consolidação do capitalismo e da burguesia.

¹Trabalho de carácter avaliativo, apresentado sob forma de seminário, na disciplina de Geografia da Indústria, ministrada no curso de Licenciatura em Ensino de Geografia com Habilitação em Turismo, na Universidade Pedagógica, Delegação de Nampula. Departamento de Ciências da Terra e Ambiente, Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente, 2018.

A produção manual é que antecede à Revolução Industrial e esta conheceu duas etapas bem definidas, dentro do processo de desenvolvimento do capitalismo: primeiro o artesanato, foi a forma de produção industrial característica da Baixa Idade Média, durante o renascimento urbano e comercial, sendo representado por uma produção de carácter familiar, com a particularidade de não existência de especialização ou divisão de trabalho para a confecção de um produto; e uma segunda fase em que se introduz a divisão do trabalho e a especialização. Nesse momento, já ocorre um aumento na produtividade do trabalho, devido à divisão social da produção, onde cada trabalhador realizava uma etapa na confecção de um único produto. Outra característica desse período foi a interferência do capitalista no processo produtivo, passando a comprar a matéria-prima e a determinar o ritmo de produção.

A substituição das ferramentas pelas máquinas, da energia humana pela energia motriz e do modo de produção doméstico pelo sistema fabril constituiu a Revolução Industrial; revolução, em função do enorme impacto sobre a estrutura da sociedade, num processo de transformação acompanhado por uma notável evolução tecnológica.

Com o tema “Da primeira à quarta REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: a geo-história da técnica da humanidade”, procura-se neste artigo, discutir em torno do que fora causado pelas transformações decorrentes da revolução industrial desde a primeira até a sua quarta fase, que também é chamada de Manufatura Avançada em muitos dos acervos bibliográficos contemporâneas referentes a esta temática, nesta que é, essencialmente uma revisão bibliográfica em torno das fases da Revolução Industrial.

A evolução da actividade industrial

Ao longo dos tempos a necessidade de produção sempre esteve junto ao homem. Primitivamente tal necessidade pode ser considerada latente no homem primitivo. Do homem nómade ao homem sedentário tal latência acaba sendo superada de forma mais evidente com o seu desenvolvimento técnico-científico e económico.

O primeiro modo de produção de acordo com Mendonça (2011), era a actividade artesanal, que em tempos passados (anteriores a manufatura e a Revolução Industrial) constitui-se na única forma que o homem conhecia para transformar materiais em novos produtos. O autor ainda refere-se a temática evolutiva da actividade industrial numa

perspectiva estrutural do modo de produção em que circunscreve não só o modo de produção, como também a sua evolução temporal ou periódica onde se estabelece que,

O produto era feito por uma única pessoa, o artesão, que realizava sozinho todo o processo de transformação. A produção era feita na própria casa do artesão ou em pequenas oficinas que reuniam alguns trabalhadores manuais. Os produtos feitos eram destinados para o uso da família ou para vender. Esta prevaleceu até meados do século XVII, mas sobrevive nos dias atuais. Sua principal característica é a produção individual, que desenvolve todas as fases de produção e comercialização do produto, sem divisão de tarefas e apenas com o uso de ferramentas simples (MENDONÇA, 2011, P. 5).

Ao longo de sua evolução a humanidade vem assistindo uma transformação na capacidade do homem em produzir, evoluindo de forma contínua até aos dias de hoje. *O homem desenvolveu novas técnicas, usou cada vez mais novos produtos, o que lhe permitiu uma maior quantidade e variedade de produtos. Para que isso acontecesse, várias transformações foram necessárias na forma de produzir* (MENDONÇA, 2011, p. 5).

As necessidades de maximização da capacidade produtiva das instâncias produtoras sempre foram marcadas pelo aumento do consumo, pois este gera uma crescente procura por determinados produtos. Contudo, não se deve desconsiderar o facto de que a rede de produção é complexa e possui diversos segmentos de conexão com graus de dependência e interdependência entre as partes envolvidas no fenómeno naturalmente social que é a busca pelo progresso. Segundo Mendonça (2011, p. 5),

Com o tempo, houve a necessidade de aumentar a produção dessas oficinas e consequentemente o número de trabalhadores empregados. Os donos das oficinas perceberam que dividindo a tarefa entre os trabalhadores, a produção tornava-se mais rápida e maior e com isso os lucros aumentariam. Surgiu assim a manufatura, isto é, em vez de uma pessoa sozinho fabricar o produto inteiro, esse trabalho passou a ser dividido entre várias pessoas, cada uma fazendo uma parte do produto. Esse tipo de indústria, que surgiu nos séculos XVII e XVIII, representou os primórdios do sistema capitalista. Suas características principais são a divisão de tarefas e o uso de ferramentas e máquinas simples. Instituiu a figura do dono dos meios de produção (o patrão) e o trabalhador assalariado (o empregado).

Estes acabam, sem dúvidas, sendo os marcos do início de uma indústria moderna e de novas relações de trabalho entre os homens, onde visava-se a maximização da produção, ou seja, uma que pauta pela produtividade da actividade produtiva e fabril.

Com base no que é descrito por Mendonça (2011) pode-se entender que a indústria moderna substituiu as ferramentas e as máquinas simples pelas máquinas mais potentes e velozes, movidas por novas fontes de energia e não mais pela força do trabalhador,

umentando assim a capacidade de produção. Esta marca-se com a Revolução Industrial e compreende o actual estágio de desenvolvimento industrial, caracterizando-se principalmente pelo uso intensivo de máquinas, das mais simples às mais sofisticadas; diversificação das fontes de energia e a produção em larga escala. As formas de gerenciamento promovem a divisão de tarefas, a automação industrial e a especialização da produção e do trabalho.

A Revolução Industrial: causas e efeitos

A Revolução (evolução) Industrial representou o uso da maquinofactura e muito provavelmente a consolidação capitalista, graças à abundância de capitais acumulados e também de mão-de-obra praticamente disponibilizada pelo crescimento demográfico.

Contudo torna-se

...Pertinente enfatizar que a Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra no século XVIII foi o grande precursor do capitalismo, ou seja, a passagem do capitalismo comercial para o capitalismo industrial. É fascinante, como a revolução industrial mudou a vida das pessoas daquela época e como até hoje seus reflexos continuam transformando o nosso dia-a-dia com a revolução tecnológica (CAVALCANTE e SILVA, 2011, p. 1).

No entanto, como todo e qualquer facto ocorrido ou passivo de ocorrência no mundo a Revolução Industria possui a sua geohistoricidade factual e suas respectivas consequências que a fez ser o que se conhece, até então, como sendo um conjunto de transformações iniciadas na Inglaterra, no final do século XVIII.

Factores da Revolução Industrial

A Revolução Industrial ocorreu primeiramente na Europa devido a três factores:

1) Os comerciantes e os mercadores europeus eram vistos como os principais fabricantes e comerciantes do mundo, detendo ainda a confiança e reciprocidade dos governantes quanto à manutenção da economia em seus estados;

2) A existência de um mercado em expansão para seus produtos, tendo a Índia, a África, a América do Norte e a América do Sul sido integradas ao esquema da expansão económica europeia;

3) O contínuo crescimento de sua população, que oferecia um mercado sempre crescente de bens manufacturados, além de uma reserva adequada (e posteriormente excedente) de mão-de-obra.

A respeito, em Mendonça (2011, p. 1) tem-se que,

Na passagem da ordem feudal para a capitalista, o processo de transformação das terras comunais em propriedades privadas, chamadas cercamentos, significou mudanças na estrutura fundiária inglesa. Esse processo também se relaciona à Revolução Agrícola, ocorrida no século XVIII. Os senhores de terras, adoptando técnicas modernas para a época, eliminaram os campos comunais utilizados pelos pequenos camponeses. A criação de ovelhas ganhou importância, sobretudo na produção de lã para a indústria têxtil².

Esse processo de industrialização e evolução industrial demorou vários séculos para acontecer e se desenvolveu em diferentes épocas e nos diversos países do mundo de forma diferente preservando suas especificidades. Por isso, nem todos os países têm hoje o mesmo desenvolvimento industrial, científico e tecnológico.

O Pioneirismo Inglês

No entanto esta revolução não se deu inicialmente em toda a europa, ela ocorre na europa norte-ocidental, sobretudo na Inglaterra a partir de 1750. O Reino Unido (Inglaterra) foi pioneiro no processo da Revolução Industrial por diversos factores:

1. Pela aplicação de uma **política económica liberal** desde meados do século XVIII. Antes da liberalização económica, as actividades industriais e comerciais estavam cartelizadas pelo rígido sistema de guilda, razão pela qual a entrada de novos competidores e a inovação tecnológica eram muito limitados. Com a liberalização da indústria e do comércio ocorreu um enorme progresso tecnológico e um grande aumento da produtividade em um curto espaço de tempo.

2. O processo de enriquecimento britânico adquiriu maior impulso após a Revolução Inglesa, que forneceu ao seu capitalismo a estabilidade que faltava para expandir os investimentos e ampliar os lucros.

3. A Grã-Bretanha firmou vários acordos comerciais vantajosos com outros países. Um desses acordos foi o Tratado de Methuen, celebrado com a decadência

² A indústria têxtil foi a primeira a receber máquinas.

da monarquia absoluta portuguesa, em 1703, por meio do qual conseguiu taxas preferenciais para os seus produtos no mercado português.

4. A Grã-Bretanha possuía grandes reservas de ferro e de carvão mineral em seu subsolo, principais matérias-primas utilizadas neste período. Dispunham de mão-de-obra em abundância desde a Lei dos Cercamentos de Terras, que provocou o êxodo rural. Os trabalhadores dirigiram-se para os centros urbanos em busca de trabalho nas manufacturas.

5. A burguesia inglesa tinha capital suficiente para financiar as fábricas, adquirir matérias-primas e máquinas e contratar empregados.

Para ilustrar a relativa abundância do capital que existia na Inglaterra, pode se constatar que a taxa de juros no final do século XVIII era de cerca de 5% ao ano; já na China, onde praticamente não existia progresso económico, a taxa de juros era de cerca de 30% ao ano.

Segundo Mendonça (2011) a indústria inglesa moderna nasceu do desenvolvimento da extracção do carvão e da actividade do comércio marítimo, que assegurava ao mesmo tempo, o reabastecimento em matérias-primas e o escoamento dos produtos fabricados. Por conseguinte, parece razoável procurar as grandes regiões industriais inglesas na zona das minas de carvão e ao redor dos grandes portos. Facto que a certo modo, condicionava a localização das indústrias inglesas, uma vez que, a densidade dos estabelecimentos industriais é particularmente grande, onde a extracção do carvão chega até o mar ou até grande estuários que permitem à navegação marítima penetrar no interior das terras.

A actividade industrial continua evoluindo nos dias de hoje, empregando técnicas cada vez mais modernas e sofisticadas. Nos países mais industrializados há muitas indústrias onde quase tudo é feito automaticamente e por máquinas robotizadas, apenas programadas pelos trabalhadores (MENDONÇA, 2011, p. 6).

Retrocedendo, a utilização do carvão mineral como força motriz teve início com o aperfeiçoamento da máquina a vapor, em 1769. Mas apenas em meados do século XIX, na Inglaterra, a máquina a vapor substituiu o tear hidráulico. Fora das fábricas, a revolução do carvão expressou-se no sector de transportes. As ferrovias e os navios a vapor “encurtaram” as distâncias, ou seja, diminuíram o tempo utilizado nos deslocamentos, reduzindo brutalmente os custos de transporte de matérias-primas e alimentos.

A Revolução Industrial alterou profundamente a condição de vida do trabalhador braçal, provocando inicialmente, um intenso deslocamento da população rural para as cidades, criando-se assim, enormes concentrações urbanas. A população de Londres cresceu de 800.000 habitantes em 1780 para mais de 5 milhões em 1880.

Durante o início da Revolução Industrial, os operários viviam em condições horríveis se comparadas às condições dos trabalhadores do século seguinte. Muitos dos trabalhadores tinham um cortiço como moradia e ficavam submetidos a jornadas de trabalho que chegavam até as 80 horas por semana. O salário era medíocre (em torno de 2.5 vezes o nível de subsistência) e tanto mulheres como crianças também trabalhavam, recebendo um salário ainda menor.

A produção em larga escala e dividida em etapas iria distanciar cada vez mais o trabalhador do produto final, já que cada grupo de trabalhadores passava a dominar apenas uma etapa da produção, mas sua produtividade ficava maior. Esta é a então chamada alienação do trabalhador.

Em resposta a conjugação desses factores

Os empregados das fábricas formaram os sindicatos com o objectivo de melhorar as condições de trabalho dos empregados. Houve movimentos violentos como, por exemplo, o ludismo. Também conhecidos como "quebradores de máquinas", O cartismo foi mais brando na forma de actuação, optou pela via política, conquistando diversos direitos para os trabalhadores. Estes movimentos de certa forma deram base para a formação das leis trabalhistas que vieram depois (CAVALCANTE e SILVA, 2011, p. 1).

A mecanização desqualificava o trabalho, o que tendia a reduzir o salário. Havia frequentes paradas da produção, provocando desemprego. Nas novas condições, caíam os rendimentos, contribuindo para reduzir a média de vida. Uns se entregavam ao alcoolismo. Outros se rebelavam contra as máquinas e as fábricas, destruídas em Lancaster (1769) e em Lancashire (1779) (CAVALCANTE e SILVA, 2011). Proprietários e governo organizaram uma defesa militar para proteger as empresas.

Em função disso, entende-se em Cavalcante e Silva (2011, p. 1) que escritores consagrados como Adam Smith, Karl Marx, Eric Hobsbawm, entre outros, exploram a importância da Revolução Industrial e o surgimento do capitalismo moderno. Contudo deve-

se dar importância de forma contextualizada as transformações da Revolução Industrial na vida das pessoas da época e comparar seus reflexos com a Revolução Tecnológica que vivemos actualmente.

A SEGUNDA FASE DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL (1830 – 1940)

A segunda fase da evolução industrial caracteriza-se por uma espécie de expansão do processo industrial, pois este não só se estreita a Inglaterra, se espalha para outros cantos do mundo, com destaque dos EUA e do Japão a juntarem-se aos países europeus nesse processo. O primeiro ciclo tecnológico da era industrial restringiu-se, praticamente, ao Reino Unido. No segundo ciclo, caracterizado pelo grande salto da siderurgia, permitindo o uso do aço, em meados do século XIX, a industrialização se espalhou pela Europa, firmando raízes na Bélgica, França, Alemanha, Suécia, entre outros países. Além destes, a indústria estabelecia-se nos Estados Unidos e no Japão (MENDONÇA, 2011).

Isso porque após 1830, a produção industrial se descentralizou da Inglaterra e se expandiu rapidamente pelo mundo, principalmente para o noroeste europeu, e para o leste dos Estados Unidos da América. Porém, cada país se desenvolveu em um ritmo diferente baseado nas condições económicas, sociais e culturais de cada lugar. Como exemplo temos a Alemanha, Itália, Rússia, os EUA e o Japão.

Na Alemanha com o resultado da Guerra Franco-prussiana em 1870, houve a Unificação Alemã que, liderada por Bismarck, impulsionou a Revolução Industrial no país que já estava ocorrendo desde 1815. Foi a partir dessa época que a produção de ferro fundido começou a aumentar de forma exponencial.

Na Itália a unificação política realizada em 1870, à semelhança do que ocorreu na Alemanha, impulsionou, mesmo que atrasada, a industrialização do país. Essa só atingiu ao norte da Itália, pois o sul continuou basicamente agrário.

Muito mais tarde, começou a industrialização na Rússia, nas últimas décadas do século XIX. Os principais factores para que ela acontecesse foram a grande disponibilidade de mão-de-obra, intervenção governamental na economia através de subsídios e investimentos estrangeiros à indústria.

Nos Estados Unidos a industrialização começou no final do século XVIII, e foi somente após a Guerra da Secessão que todo o país se tornou industrializado.

A modernização do Japão data do início da *era Meiji*, em 1867, quando a superação do feudalismo unificou o país. A propriedade privada foi estabelecida. A autoridade política foi centralizada possibilitando a intervenção estatal do governo central na economia, o que resultou no subsídio a indústria. E como a mão-de-obra ficou livre dos senhores feudais, ocorreu assimilação da tecnologia ocidental e o Japão passou de um dos países mais atrasados do mundo a um país industrializado e um dos mais avançados da época.

A TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

O longo reinado de petróleo, iniciado no terceiro ciclo tecnológico da Revolução Industrial imprimiu suas marcas em diferentes escalas do espaço geográfico. Afinal, a tecnologia do motor a combustão interna, impulsionados pela explosão de óleo *diesel* ou gasolina, ambos derivados do petróleo, dentro de um cilindro, movimentam não apenas caminhões e automóveis como também barcos e aeronaves, continua a ser ponto-chave na logística de transportes das sociedades modernas.

Além de sua inegável importância como fonte primária de combustível para os transportes e para a geração de calor em fornos e caldeiras industriais, o petróleo também serve de matéria-prima para um dos mais importantes sectores industriais da actualidade: a indústria petroquímica.

Esta é uma fase em que o processo de industrialização ocorre a escala global na segunda metade do século XX. Contudo, isso não significa exactamente o início, mas sim a consolidação da mesma, principalmente na transição pós-Segunda Guerra.

Neste advento o transporte passa a ser intermodal. Tem como base energética, combustível multiplataforma com predomínio dos derivados de petróleo. Em termos tecnológicos esta passa a introduzir a informática, a computação e robótica, facto que implica a acoplação às indústrias sistemas *hardware* e *software*.

A conjugação desses elementos permitiu às indústrias uma maximização da produção e produtividade, visto que, barreiras de tempo, informação e distâncias já possuíam dinamizastes na sua superação.

A Terceira Revolução Industrial, também denominada *Revolução técnico-científica*, desenvolveu-se desde meados dos anos 1970. Consolida-se mais plenamente no transcorrer do século XXI. Ela se iniciou tanto nos Estados Unidos, sobretudo na Califórnia (informática, telecomunicações), como no Japão (robótica, microelectrónica) e na Europa ocidental, em particular na Alemanha (biotecnologia, química fina). É marcada pelo predomínio de indústrias altamente sofisticadas, como as mencionadas, assim como a natural exigência de muita tecnologia e maior qualificação da força de trabalho.

Diferentemente da primeira e segunda fase da revolução industrial, na terceira, não se pauta por uma mão-de-obra barata e pouco qualificada, assim como a sobrevalorização da matéria-prima; pauta-se por uma mão-de-obra qualificada em função dos avanços técnico-científicos que se verificam, a mão-de-obra pouco qualificada aqui, via-se, ser substituída por robôs, facto que também gerou um declive na valorização da matéria-prima em detrimento dos níveis de desenvolvimento técnicos e científicos.

A criatividade dos trabalhadores torna-se mais importante que sua técnica e esta o torna flexível e dinamizador da produção, pelo que começa a conferir maior importância aos trabalhadores mais flexíveis nas indústrias. Outro facto de tamanha importância, reside na desvalorização do tempo do trabalho pela flexibilidade do trabalhador, pois o tempo passa a não incidir decisivamente, visto que, a questão já é a qualidade do trabalho e não o quão se trabalha.

A respeito, Mendonça (2011) entende que a influência dos funcionários vê-se aumentada, apesar da redução da necessidade da força de trabalho. Precisa-se a cada dia, de menos trabalhadores, porém mais qualificados e importantíssimos para o funcionamento da produção flexível. A mão-de-obra criativa substitui aos poucos a força de trabalho técnica. Por esse motivo, esses funcionários qualificados passam a ser essenciais numa empresa moderna, mais importantes que as matérias-primas ou as fontes de energia.

Nesse contexto, o que define a localização das indústrias é a proximidade aos centros de pesquisas e às universidades, os chamados **Tecnopolos**.

Há inúmeros exemplos dessas novas regiões industriais de ponta, que reúnem centros produtores de tecnologia e indústrias de informações ou biotecnológicas. Alguns teóricos chamam essas novas regiões industriais da Terceira Revolução Industrial de tecnopolos. *O*

grande exemplo é o Vale do Silício (Silicon Valley), a 48 km ao sul de São Francisco, no condado de Santa Clara, entre Paio Alto (onde está a Universidade de Stanford, considerada a iniciadora e impulsionadora desse polo tecnológico) e San José, na costa oeste dos Estados Unidos.

A Ciência e a Tecnologia se desenvolvem principalmente em universidades e institutos de pesquisas, que são muito comuns - e de ótima qualidade - nessas regiões, onde há uma integração entre as indústrias de alta tecnologia e esses institutos e universidades.

Ao longo dessas revoluções e evoluções a organização do trabalho é dada principalmente pelo Taylorismo, Fordismo, Toyotismo e o Just in Time.

O Taylorismo

No taylorismo, o trabalhador é monitorado segundo o tempo de produção, cada indivíduo deve cumprir sua tarefa no menor tempo possível, sendo premiados aqueles que se sobressaem, isso provoca a exploração do proletário que tem que se “desdobrar” para cumprir o tempo cronometrado.

A cronometragem estabeleceu, para cada operário, o tempo de execução de certo trabalho, cabendo aos engenheiros – e não aos trabalhadores – definir esse tempo. O empregado era comparado a uma máquina, passível de ser “programado”.

O fordismo

Henry Ford surpreendeu o mundo ao anunciar, em 1914, um salário mínimo de US\$ 5 por dia, quando nos Estados Unidos a média salarial era de US\$ 2,34 por uma jornada de nove horas.

Fez mais: instituiu a jornada de oito horas e a semana de 40 horas. Condições de trabalho que virariam bandeiras de sindicatos da América do Norte e da América do Sul. Para os empresários da época, especialmente os da área de mineração e siderurgia, que olhavam com preocupação o movimento que passou à história como ‘Fordismo’, ele tinha uma resposta pronta: “Se você corta os salários, simplesmente corta o número de seus consumidores.”

Tratava-se então de um prosseguimento à teoria de Taylor.

Na realidade, Ford é mais do que um grande capitão de indústria: o Fordismo é um sistema de produção em massa e de consumo em massa, que teve (e ainda) tem grande impacto na maneira como trabalhamos, vivemos e pensamos. Até aos anos 60 a indústria automóvel norte-americana e os seus métodos baseados no taylorismo-fordismo reinaram sem contestação. A partir de 1970, dá-se início a um processo de reestruturação tanto espacial como organizacional.

O Toyotismo

O Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System* – TPS) tem sido, mais recentemente, referenciado como Sistema de Produção Enxuta. A produção enxuta (do original em inglês, *lean*) é um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança.

Segundo a lógica tradicional, o preço era imposto ao mercado como resultado de um dado custo de fabricação somado a uma margem de lucro pretendida. Desta forma, era permitido ao fornecedor transferir ao cliente os custos adicionais decorrentes da eventual ineficiência de seus processos de produção.

O objectivo da Toyota é atender da melhor maneira as necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços da mais alta qualidade, ao mais baixo custo e no menor tempo possível. Tudo isso enquanto assegura um ambiente de trabalho onde segurança e moral dos trabalhadores constituíam-se em preocupação fundamental da gerência.

Na verdade, a essência do Sistema Toyota de Produção é a perseguição e eliminação de toda e qualquer perda. É o que na Toyota se conhece como *princípio do não-custo*. Este princípio baseia-se na crença de que a tradicional equação $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço}$, deve ser substituída por $\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$

O Just in time

Outra inovação japonesa tem sido implantada em todo o mundo: o *Just in time* – “tempo justo”, que determina que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exacta. Pode ser aplicado em qualquer organização, para reduzir estoques e os custos decorrentes. As actividades diárias da fábrica são programadas em função das demandas:

quanto produzir? Qual é a cor preferida? Quem vai querer os acessórios? As respostas, definidas pela rede de distribuição e vendas, desencadeiam a produção. Assim, o capital não fica empatado nos depósitos da indústria, aguardando as vendas, e pode se reproduzir no sistema financeiro voltado à produção quando preciso.

O conceito de *just in time* está relacionado ao de produção por demanda, onde primeiramente vende-se o produto para depois comprar a matéria-prima e posteriormente fabricá-lo ou montá-lo. Com isso, a matéria-prima existe apenas em quantidades necessárias e a necessidade pelo produto é anterior a sua produção.

Tanto na Primeira como na Segunda Revolução Industrial, a margem de lucro das empresas se elevava à proporção que os salários decresciam. Quanto menor o salário, maior era o lucro retido pela empresa. O processo de expansão das multinacionais intensificou-se a partir da década de 50 em direcção aos países periféricos e seguia este mesmo princípio: a elevação das taxas médias de lucro tinha como pressuposto-base, a exploração da mão-de-obra barata desses países.

A Revolução Técnico-científica, movida pela produtividade, ao mesmo tempo em que pode gerar mais riquezas e ampliar as taxas de lucros, é também responsável pelo desemprego de centenas de milhares de pessoas em todo o mundo.

Entre os diversos processos de automação industrial, a robotização é o mais avançado. Os países que mais a utilizam são, respectivamente, o Japão e os Estados Unidos. O sector automobilístico apresenta o maior número de robôs da indústria em geral. Nesse sector, no trabalho de solda, atingisse um grau de robotização da ordem de 95% nas fábricas mais modernas do mundo.

A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A quarta revolução é a mais recente e é nossa contemporânea, ela é também comumente conhecida como a Manufatura Avançada.

De acordo com a FEIMEC (Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos), o conceito de Manufatura Avançada foi apresentado pela primeira vez, em 2011, durante a feira de Hannover, Alemanha, como peça da estratégia do governo deste país europeu de desenvolver tecnologia de ponta. Parte do projecto foi iniciado pela Volkswagen e, em 2012,

actividades relativas ao tema já estavam sendo realizadas por lá. Investigações das tecnologias começaram a acontecer no Brasil em 2013. Há poucos anos, os Estados Unidos entraram na corrida para criar inovações, e passaram a chamar a sua versão de Manufatura Avançada de *Smart Industry* (Indústria Inteligente).

Com a Manufatura Avançada, linhas de montagem e produtos “conversam” durante o processo de fabricação e produção. Além disso, unidades em diferentes lugares também trocam informações de forma instantânea sobre compras e estoque.

Embora, a ideia de uma fábrica inteligente tenha um começo bem definido, especialistas do mercado de tecnologia afirmam que não tem um meio ou fim. Que tudo será sempre novo. Facto que vai possibilitar o desenvolvimento de novas ferramentas e atributos e, consequentemente, a criação de produtos que sequer foram imaginados ainda.

Segundo um estudo da consultoria americana *Gartner*, em *Amberg*, a expectativa é que, num futuro tecnológico próximo, sem a interferência de funcionários, máquinas fabricarão continuamente e sob medida (com um baixíssimo índice de defeitos) diferentes componentes encomendados pelo sistema logístico, já que o cruzamento de informações possibilita conectar o pedido de compra a produção, e a distribuição, não dependendo apenas de pessoas para a tomada de decisões.

Esta é caracterizada pelo uso da inteligência artificial, robótica, *internet* das coisas, veículos autónomos, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia, armazenamento de energia.

O que a distingue das outras revoluções é a velocidade, amplitude e profundidade e a fusão de tecnologias e a interacção entre os domínios físicos, digitais e biológicos.

A virtualidade impera, a confiança é sobre os sistemas e não as realidades concretas. Como exemplo Sanson (s/d) cita Tom Goodwin (pp. 28-29): “O *Uber*, a maior empresa de táxis do mundo, não possui sequer um veículo. O *Facebook*, o proprietário de mídia popular do mundo, não cria nenhum conteúdo. *Alibaba*, o varejista mais valioso, não possui estoques. E o *Airbnb*, o maior provedor de hospedagem do mundo, não possui sequer um imóvel”.

O caminho percorrido até a quarta revolução industrial

- A primeira Revolução Industrial aconteceu no século XVIII com a produção mecanizada e o uso de energia de máquinas a vapor.
- A segunda Revolução Industrial veio no final do século XIX, em 1870 graças ao desenvolvimento da energia eléctrica e da produção em massa. 1913 Henry Ford concebe sua primeira linha de montagem.
- Em 1969, houve uma terceira Revolução Industrial com a crescente utilização de tecnologia da informação e de electroeletrónicos. É considerada a revolução baseada no uso da electrónica e TI (Tecnologia Informática) para automação da produção. 1970/1980 *Toyotismo*.
- A quarta Revolução Industrial está baseada no uso de sistemas físico-cibernéticos, caracterizado pela integração e o controle remotos da produção, a partir de sensores e equipamentos conectados em rede. O conceito foi apresentado pela 1ª vez em 2011, na feira de Hannover, na Alemanha.

O momento tecnológico da Manufactura Avançada é fruto da combinação de três aspectos: *o avanço contínuo da capacidade dos computadores e das interfaces software-usuário, da digitalização da informação* (desde a concepção dos produtos, passando por testes com materiais, protótipos e *leiautes*, até a organização da linha de produção e dos respectivos estoques fabris) *e das novas estratégias de inovação, impulsionadas pela integração dessas tecnologias supracitadas com as tecnologias mecânicas e electrónicas*. Neste cenário de indústria avançada, são consideradas tecnologias direccionadas de acções.

O Fórum Económico Mundial, realizado em Janeiro de 2016, em Davos na Suíça, debateu a 4ª Revolução Industrial. Dentre os tópicos discutidos esteve a potencial perda de cinco milhões de empregos antes de 2020, em parte, devido a aceleração da automatização e conectividade. Neste cenário, vale destacar: sobrevive quem for flexível.

Vantagens desta revolução

- Redução de custos;
- Economia de energia;
- Aumento da segurança (?);
- Conservação ambiental;

- Redução de erros;
- Fim do desperdício;
- Transparência nos negócios;
- Aumento da qualidade de vida, personalização e escala sem precedentes.

Consequências

1. Do ponto de vista económico, os conceitos da Indústria 4.0 (algunha alemã para o tema) impulsionam a produtividade e tornam as indústrias mais eficientes, flexíveis, ágeis e aptas para enfrentar esse ambiente cada vez mais competitivo e mutante em que vivemos actualmente.

2. Os profissionais, no entanto, terão que se especializar. Nesse cenário, ganha espaço quem tiver visão macro do mercado. Temas como mecatrónica e tecnologia da informação (TI) serão diferenciais no currículo.

3. Com essas propostas e as rápidas mudanças que se têm planeado, a Manufatura Avançada está sendo chamada de a “4ª Revolução Industrial”. Mas para alguns especialistas em tecnologia, o que está acontecendo é um movimento natural da indústria. Um *upgrade* da era da automação com digitalização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria moderna substitui as ferramentas e as máquinas simples pelas máquinas mais potentes e velozes, movidas por novas fontes de energia e não mais pelo trabalho braçal, aumentando assim a capacidade de produção e produtividade. A evolução da Revolução industrial compreende o actual estágio de desenvolvimento industrial, caracterizando-se principalmente pelo uso intensivo de máquinas, das mais simples às mais sofisticadas diversificação das fontes de energia e a produção em larga escala. Esta característica, confere a Revolução Industrial consequências marcantes no âmbito social como é o caso de uma grande onda de desemprego que até hoje é notória nos países que tendem a industrializar-se. Na actualidade industrial assiste-se a uma tendência cada vez mais inovadora, com uma indústria que procura ao máximo flexibilizar a sua produção e pauta pela produtividade facto que dos profissionais, no entanto, exige que estes se especializem. Nesse cenário, ganha espaço quem tiver visão macro do mercado. Temas como mecatrónica e tecnologia da informação (TI) serão diferenciais no currículo do individuo.

Até ao estágio actual do conhecimento são conhecidas quatro fases da revolução industrial que varia em função da fonte de energia de base para as indústrias constituindo-se pelo seguinte: fase do carvão, ferro e máquina; fase da electricidade e do motor a explosão; fase da energia atómica e da cibernética, a quarta e última fase só existe quando se faz a classificação baseando-se no modo de produção, por isso apresentando-se na seguinte sequência: Primeira Revolução Industrial - *produção mecanizada e o uso de energia de máquinas a vapor*; segunda Revolução Industrial - *desenvolvimento da energia eléctrica e da produção em massa*; terceira Revolução Industrial com a *crescente utilização de tecnologia da informação e de electroeletrónicos*. É considerada a revolução baseada no uso da electrónica e TI (Tecnologia Informática) para automação da produção onde predomina o Toyotismo; e a quarta Revolução Industrial - *uso de sistemas físico-cibernéticos*, caracterizado pela integração e o controle remotos da produção, a partir de sensores e equipamentos conectados em rede. O conceito foi apresentado pela 1ª vez em 2011, na feira de Hannover, na Alemanha.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, Z. V. & SILVA, Mauro L. Siqueira da: **A Importância da Revolução Industrial no Mundo da Tecnologia**. Anais Eletrônico, VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, CESUMAR – Centro Universitário de Maringá, Ed. CESUMAR, Maringá – Paraná – Brasil, 2011;

FEIMAC: **Manufatura Avançada**: Tudo que você precisa saber sobre a 4ª Revolução Industrial e os desafios a serem enfrentados para sua implementação no Brasil, s/d;

MENDONÇA, T. **Introdução à geografia das indústrias**. Apostila. Universidade Estadual do Vale do Acaraú, 2011;

SANSON, Cesar: **Quarta Revolução Industrial: Revolução 4.0**. UFRN/IHU.