

IMPACTOS DA ADEQUAÇÃO DO MERCADO PRODUTIVO BRASILEIRO PARA A FILOSOFIA INDUSTRIAL 4.0

José Tadeu de Oliveira – tadeubh@hotmail.com
Professor desempregado e Consultor para Ensino em Engenharia
Rua José Félix Machado, 470 – Balneário Lagoa dos Mares
33500-000 – Confins - MG

Resumo: *Mais uma vez, o Brasil enfrenta evolução tecnológica sem a transição adequada para a maior parte dos afetados: o parque industrial brasileiro apresenta indústrias com processos completamente manuais sem qualquer malha de controle da produção ou aquisição de dados; apresenta indústrias com processos parcialmente automatizados; apresenta indústrias com processos completamente automatizados, porém, sem sistemas cyber-humanos e apresenta, também, indústrias já adequadas à produção segundo a Quarta Revolução Industrial, isto é, as Fábricas Inteligentes completamente inseridas no contexto globalizado 4.0. Este trabalho apresenta considerações sobre a Educação 4.0; sobre a necessidade da convivência das diferentes filosofias de produção no mercado brasileiro e aborda a necessidade de programas de incentivo à modernização das instalações industriais do país com vistas à capacitação de profissionais e preparação para os desafios da segurança nas operações segundo a filosofia 4.0 e, ainda, alerta para a necessidade de que o Brasil precisa elaborar um projeto para a educação e capacitação profissional que seja programa de estado.*

Palavras-chave: Educação 4.0. Modo de Vida 4.0. “Smart People”. Adequação para Indústria 4.0. Fábricas Inteligentes.

1 INTRODUÇÃO

A produção industrial no Brasil é realizada em um conjunto de organizações profundamente heterogêneo: indústrias cujos processos produtivos não possuem qualquer técnica de controle e automação, porém, muito importantes na cadeia produtiva pelos postos de trabalho e, eventualmente, fornecerem insumos para a produção de outras indústrias; indústrias parcialmente automatizadas e cuja operação situa-se na fronteira da relação custo operacional versus resultado e, assim, investimentos significam endividamento; indústrias completamente automatizadas para as quais a evolução para a filosofia 4.0 é natural e aquelas já adequadas à produção nos moldes da Quarta Revolução Industrial (OLIVEIRA, 2017).

O contexto sócio e econômico dos últimos anos exige cautela para investimentos na produção e grande parte das empresas não possuem capacidade de endividamento ou condições para captação de recursos financeiros no mercado e, não raro, as condições de participação nos programas de fomento ou incentivo governamentais excluem a indústria de base.

É natural supor que otimização de processos; racionalização do uso da energia; aumento da efetividade e redução de custos de mão de obra signifique agregação de valor ao produto ou serviço, no entanto, o custo financeiro desse processo econômico é um Sistema Complexo, isto é, o todo é maior do que a soma das partes (OLIVEIRA, 2017): requalificação de mão de obra;

introdução de gama de profissionais de várias áreas na estrutura de cargos e salários; adequação de instalações e processos estabelecidos e, talvez o mais difícil; convivência com o compartilhamento de informações na estrutura organizacional e consequente redução de poder de indivíduos em prol do poder global onde a ociosidade ou ineficiência não têm lugar.

Um dos grandes desafios da produção segundo a filosofia 4.0 é a infraestrutura dos sistemas de informação, a qual envolve a operacionalidade da rede; a conectividade e; principalmente, a segurança da informação para a constituição de Big Data confiável e de difícil violação.

Outro desafio, talvez ainda mais severo, é a contratação de profissionais diante da vastidão de competências necessárias para a gestão de processos produtivos segundo a filosofia da Indústria 4.0. Em estruturas de grande porte; não há problemas para a contratação de diferentes profissionais com diferentes formações para a constituição de uma equipe multidisciplinar para as tarefas transdisciplinares da produção no contexto 4.0, porém, as estruturas de menor porte precisam de um ou dois profissionais que consigam transitar nas diferentes áreas do conhecimento necessárias para a gestão dos processos produtivos da indústria 4.0 e deverão estabelecer grupo de fornecedores nas diferentes tecnologias do processo produtivo com inevitável elevação do custo operacional e consequente redução do rendimento líquido.

O Censo da Educação Superior 2016 (MEC/INEP, 2017), permite concluir que a maior parte dos estudantes de engenharia do país estão em Instituições de Ensino Superior - IES's particulares e que as matrículas nos cursos de graduação tecnológicos, tanto presenciais quanto à Distância, sofreram redução. A carga horária mínima de 3600 horas (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2007) é amplamente praticada nas IES's e a inclusão de novas disciplinas para atender necessidades específicas nos cursos de graduação não é tarefa simples.

A adequação dos cursos de engenharia para a indústria 4.0 (OLIVEIRA, 2017) será muito lenta se comparada com a necessidade do mercado. Não é possível, em 5 anos, o nível de especialização necessário nas diferentes áreas da produção segundo a filosofia 4.0, logo, a racionalização é necessária. Esperar que um Engenheiro seja capaz de lidar com todos os sistemas da produção segundo a filosofia 4.0 não é razoável. A introdução de disciplinas generalistas nas grades dos cursos mutuamente cria falsa expectativa e obrigará o treinamento de longa duração após o ingresso no mercado de trabalho.

1.1 "Smart People"

No contexto da globalização 4.0, os projetos de engenharia de produto; os sistemas produção e os programas para comercialização e pós-venda são planejados com a interligação de máquinas em redes corporativas e com interação humana realizada diretamente por meio de sistemas cyber-físicos no formato do gerenciamento do ciclo de vida do produto – PLM ("Product Lifecycle Management"). A produção industrial segundo essas relações homens-máquinas-objetos foi denominada Indústria 4.0, porém, é preferível a generalização desse "status quo" para Modo de Vida 4.0 ou "Way of Life 4.0" por tratar-se do "modus vivendi" do início do Século XXI, como mostrado nas figuras 1 e 2.

A integração de diferentes áreas do conhecimento não é prerrogativa exclusiva da engenharia ou processos produtivos de bens e serviços. Não existem fronteiras bem definidas para conteúdos nas atividades humanas atuais em qualquer das áreas consideradas; por nicho de mercado; para qual classe social ou local do planeta. Apesar disso, pode parecer inimaginável viver sem uso ou emprego de tecnologia, porém, a dura realidade mundial exige a consideração sobre discrepâncias gritantes entre as sociedades produtoras e aquelas de consumo e, naturalmente, mais severas e danosas nas regiões mais carentes e de enormes desníveis sociais e econômicos como acontece no Brasil.

Figura 1. Sistemas interativos homem-máquina.



Fonte: Lenovo

Figura 2: Funcionalidade de sistema interativo homem-máquina.



Fonte: Lenovo

O homem não se comporta como espécie que compartilha os recursos disponíveis na busca de meios para garantir a respectiva perpetuação. A competição desenfreada tem sido a marca da evolução social e os desafios humanos pela vida com dignidade; para a produção de bens e serviços com custos competitivos no mercado globalizado, tornam-se maiores quanto maiores são os índices das nações mais desenvolvidas.

Para muitos do meio acadêmico e científico, a maior invenção humana é a comunicação e, a cada dia, torna-se mais difícil encontrar contestação para essa ideia. Independentemente da discussão em torno da fonte de poder: informação ou detentor da informação, não é possível,

hoje, considerar-se “proprietário” de informação qualquer ou, menos ainda, exclusividade do seu conhecimento qualquer que seja o campo sob análise.

A globalização comercial causou mudanças significativas de conceitos nos últimos anos da década 1991-2000, porém, o desdobramento mais significativo foi, sem sombra de dúvida, a universalização do acesso à informação independentemente da origem ou localização da requisição ou dados utilizados na construção da informação que ocorreu nos primeiros anos do Século XXI. A chegada do Google™ à bolsa de valores em 2004 é um marco muito importante na trajetória humana, pois nenhuma outra atividade mercantil está tão associada ao acesso à informação quanto aquelas desenvolvidas pelo Google ou coligadas a esta marca.

O desenvolvimento das tecnologias a serviço da informação deve-se a uma série de fatores, porém, a pesquisa e o desenvolvimento da indústria microeletrônica possuem papel fundamental nesse processo. A queda de preço vertiginosa e simultânea ao crescimento exponencial da capacidade de processamento e armazenamento tornaram a computação e a INTERNET o centro desse universo. A grande revolução comportamental verificada deve-se à ampliação da comunicação ou, pelo menos, da capacidade de comunicar-se rapidamente e com baixo custo, muitas vezes irrelevante diante do enorme benefício alcançado; o que corrobora a premissa em torno da comunicação. Independentemente da informação ou do respectivo uso, a INTERNET, seja como biblioteca ou como meio para conexão, é o principal agente dessa transformação.

Atualmente, o interfaceamento pessoas-máquinas-objetos torna possível a configuração e operacionalização de sistemas cyber-físicos-humanos em todos os campos das atividades humanas. Sob a ótica da indústria, a formação do profissional deve acontecer para atender as demandas do mercado, o que no contexto globalizado 4,0 são impossíveis para um único profissional.

Com as novas técnicas e métodos de produção, naturalmente, os costumes das pessoas foram modificados, tanto para o consumo quanto para a contratação de serviços ou aquisição de produtos. A interação entre o consumidor e a indústria para a personalização de produtos, por exemplo, exige interfaceamento inimaginável há algum tempo atrás. A padronização adquiriu flexibilidade para atender a customização e personificação de produtos voltados para o consumidor comum.

A automação, tanto predial quanto residencial, deixou a ficção e é realidade em grande quantidade de lares e edifícios em diversos países do mundo, independentemente do grau de desenvolvimento ou do IDH da respectiva população. A humanidade presencia a evolução das técnicas de produção; da facilidade em usar os meios de transporte; da configuração das redes inteligentes ou “Smart Grids”; dos “Smart Phones”; das “Smart TV’s” e, principalmente, das relações humanas, sejam pessoais, profissionais ou comerciais, pelo controle e difusão da informação em tempos muito curtos, considerados “tempo real”. Assim, o ser humano deve exercer a condição de ser racional ou, pelo menos, tornar-se “Smart People” urgentemente. As “gerações de crianças ‘chipadas’” apresentam grande desenvoltura ao lidar com TI, como mostrado na Figura 3.

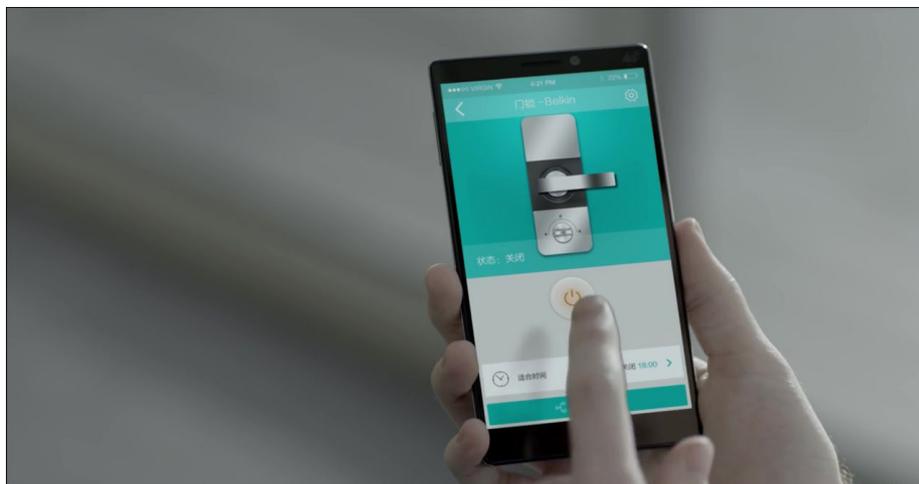
Figura 3. Crianças sentem-se à vontade em sistemas computacionais interativos.



Fonte: Adaptada pelo autor.

Os provedores de identicações globais possuem papel importante na vida cotidiana das pessoas, porém, a vulnerabilidade é inversamente proporcional à flexibilidade operacional, logo, a evolução desses sistemas é fundamental para a solução desse conflito, como permite inferir a Figura 4. É necessário modificar o jargão da insegurança: somente existe segurança e privacidade na “World Wild Web” se, e somente se, permanecer “off line”.

Figura 4. Funcionalidades via Internet das Coisas.



Fonte: Lenovo

Atualmente, vive-se a certeza que, uma vez conectado, a mineração de dados relativos ao acesso pode levar ao recebimento de “ofertas de fornecedores adivinhadores”. Nem por isso, seria razoável defender a censura ou isolamento ou controle absoluto de dados e informações. As atividades presenciais serão reduzidas paulatinamente e a convivência com a possibilidade de fraudes; com o acesso não autorizado a dados pessoais; com a violação de instalações e furtos precisa ser tratada de forma adequada por sistemas de identificação eficazes e de confiabilidade máxima possível. Aquilo o que era futurístico há vinte anos, chegou e, em alguns casos, muito antes e além do imaginado. A experiência permite inferir que nos próximos 10 anos as transformações serão mais significativas e é determinante nos prepararmos

adequadamente para as novas realidades, principalmente, com relação ao emprego e à convivência.

Apesar da repercussão na mídia das taxas de crescimento em torno da produção segundo os conceitos da 4ª Revolução Industrial, existe grande quantidade de empreendimentos que não aplicam sistemas de instrumentação e aquisição de dados; automação de processos e, não raro; a produção não possui controles rigorosos dos insumos; da produção e menos ainda; da qualidade do produto. Não é possível afirmar que estas sejam empresas ou processos produtivos sejam administradas por retrógrados ou os proprietários “velhos; desconfiados” ou que estejam fadadas ao fim das operações em breve.

Além de novas funções; serviços e produtos necessários para o mercado, não só produtivo, no contexto globalizado 4.0; torna-se fundamental para o parque industrial brasileiro a adequação paulatina de acordo com a capacidade do empreendimento em absorver os custos, normalmente, elevados, para a imersão no cenário da produção 4.0.

Algumas questões ligadas às exigências técnicas e operacionais para a implantação de um negócio segundo a filosofia 4.0; as possibilidades de adequação, ou pelo menos, a “automação” parcial, a otimização e racionalização das plantas em operação com a preocupação do impacto sobre os trabalhadores e a respectiva realocação funcional e a formação de profissionais considerados capacitados a ocupar posições na estrutura organizacional e no mercado diante das transformações impostas pelas atividades produtivas segundo as técnicas e métodos da filosofia 4.0 devem ser objeto de atenção de todos os setores da sociedade, principalmente das escolas de engenharia e áreas afins, principalmente, sistemas de informação.

Algumas questões conflitantes, tais como aquelas ligadas aos estudantes dos cursos de capacitação técnica de nível médio; do uso da INTERNET como biblioteca e o desenvolvimento da capacidade para abordagem adequada de problemas para os quais não há exemplos resolvidos; questões ligadas à defasagem das instalações acadêmicas e da necessidade crescente de instrução e treinamento de recém-formados em conceitos fundamentais como educação, segurança e saúde do trabalhador; da produção de textos; da postura; da disciplina e, principalmente, disposição para cursos de capacitação permanente devem ser tratados na reestruturação dos cursos de engenharia por motivos óbvios.

1.2 Revoluções Industriais

Revolução industrial pode ser definida como conjunto de transformações técnicas, econômicas e sociais caracterizadas pela substituição da energia física pela mecânica; da ferramenta pela máquina e da manufatura pela fábrica.

Diante dessa definição, a determinação da Primeira Revolução Industrial, ocorrida entre 1750 e 1860, a qual foi marcada pela transição para o tear mecânico e o surgimento da máquina à vapor, torna-se trivial. As causas e consequências daquela Revolução Industrial são bem conhecidas e podem ser resumidas à:

- a) Ampliação dos mercados em função das Grandes Navegações;
- b) Colonização dos países descobertos nas “Rotas para as Índias”;
- c) Formação de mercado mundial;
- d) Acumulação de capital nas nações colonizadoras;
- e) Aumento da produtividade;
- f) Redução dos custos operacionais;
- g) Produção em série e
- h) Agravamento das relações Capital-Trabalho.

O surgimento da “Administração Científica” no final do Século XIX (TAYLOR, 2003), com a introdução da Linha de Montagem e demais aplicações das técnicas decorrentes dos

estudos dos tempos e movimentos são suficientes para classificar a Segunda Revolução Industrial.

Independentemente das análises éticas; de mérito; ou de justiça, as transformações foram significativamente comportamentais nos processos de gerenciamento da produção; da produtividade, da redução de “tempo desperdiçado” e aumento da efetividade da produção, isto é, a avaliação da relação entre o que foi produzido diante daquilo que poderia ter sido produzido em função da capacidade instalada.

A terceira revolução industrial pode ser associada ao uso dos sistemas baseados em instrumentação e controladores lógicos programáveis para controle e automação de processos. A fronteira para a quarta revolução industrial é a expansão da tecnologia da informação e todos os seus desdobramentos. O controle sobre a informação referente ao produto substituído pela administração do ciclo de vida do produto e novas tecnologias; como a Internet das coisas – IoT; “Big Data”; “Cybersecurity”; realidade virtual e etc.

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A globalização no contexto 4.0 é a realidade do mundo produtivo e de consumo, independentemente da aceitação ou da adesão de quem quer que seja. Essa situação, inevitavelmente, cria reflexos na formação e capacitação profissionais com grande impacto nas estruturas acadêmicas de países como o Brasil.

É possível que a formação dos profissionais para a Engenharia 4.0 brasileiros seja mais difícil do que em outros locais, no entanto, é o que o país possui. Os cursos de engenharia, principalmente aqueles voltados para as áreas ligadas aos processos produtivos na filosofia 4.0, devem procurar acertar o passo com o mercado e assegurar a formação de mão de obra capaz de atender à demanda em todas as áreas ligadas ao contexto globalizado 4.0, especialmente, aqueles ligados à tecnologia.

Além dos aspectos tecnológicos e dos sistemas de informação, o contexto globalizado 4.0 envolve aspectos comportamentais com grande impacto no relacionamento entre as pessoas e os mercados produtivos e de consumo. Novas questões ligadas à psicologia do trabalho; psicologia do consumo e do consumidor permearão as relações mercantis e comportamentais neste contexto. A aparente segurança transmitida pelo “papel” foi substituída por “QR Code’s” e cartões virtuais válidos somente para transações específicas. Impossível desconsiderar o impacto do contexto globalizado 4.0 no comportamento das pessoas e todos os seus desdobramentos.

Os Sistemas baseados em inteligência computacional estão entre os pilares do contexto globalizado 4.0 e passam a gerir as relações decorrentes do negócio e da gerência do ciclo de vida do produto, ou seja, desde a concepção até o respectivo descarte. A tomada de decisões na estrutura organizacional exige descentralização com interoperabilidade e esse é o grande desafio a ser vencido nas estruturas completamente analógicas cujos produtos e serviços fazem parte da “cadeia de suprimentos” de outras organizações. Consultoria especializada parece ser o caminho de menor custo de implantação e, conseqüentemente, menor impacto na liquidez da empresa.

Os Cursos de Engenharia precisam ser reestruturados para a formação por competências no contexto da globalização 4.0. Trata-se de novo paradigma: Educação 4.0. Tornar-se-á necessário abandonar a carga horária mínima para a construção de grades curriculares capazes de atender a necessidade de capacitação em diferentes áreas do conhecimento; firmar parcerias com as indústrias para inserção dos estudantes na estrutura produtiva para atividades práticas

reais e ofertar cursos de especialização continuada para as habilidades e competências desejadas pelo egresso.

Grandes são as dificuldades para isto: o custo das anuidades e a concorrência absurda pelo menor preço; estágio profissional como mão de obra de baixo custo e, ainda, a necessidade dos estudantes em trabalho para auto sustento ou mesmo, familiar.

Mais uma vez, chega-se ao imbróglcio do sistema educacional e de capacitação profissionais brasileiros: os problemas são profundamente conhecidos; as soluções também o são, porém, o equacionamento para a implementação dessas soluções encontra a dura conjuntura brasileira que faz com que os grandes cresçam; os médios tornam-se pequenos e os pequenos tendem a desaparecer do mercado.

Uma nação não pode negligenciar a inovação, mesmo a conviver com problemas estruturais e conjunturais graves como os atuais. O Brasil precisa elaborar um projeto para a educação e capacitação profissional que seja programa de estado e não de governo. A alternância política deveria ser salutar, porém, o Brasil assiste, a cada governo, abandono das práticas e programas anteriores e recomeço sem nenhuma consideração ao trabalho realizado; às pessoas que o faziam e ao futuro do país. É necessário interromper a "mentalidade" de que o Brasil começa a cada governo.

REFERÊNCIAS

HECKLAU, F. et al. **Holistic approach for human resource management in Industry 4.0.** Procedia CIRP, 54, 1-6. 2016

LENOVO. **Lenovo Tech World - Internet Of Things.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IsiHUfIpNGY>. Acesso em: 16 abr. 2019.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR - **Resolução Nº 2 de 18/06/2007: Carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação, bacharelados, na modalidade presencial.** Brasília, 2007.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP – **Censo da Educação Superior 2016: Notas Estatísticas.** Brasília, 2017.

OLIVEIRA, J. T. **Os cursos de engenharia e a formação de engenheiros para Indústria 4.0.** In: XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2017, Joinville - SC. Anais. Joinville, 2017.

TAYLOR, F. W. **Scientific Management.** Routledge. Reimpressão. New York. 2003

THE BRAZILIAN INDUSTRY SECTOR TRANSFORMATION FOR GLOBAL SCENARIO OF THE INDUSTRY 4.0

Abstract: There are many different levels of companies in Brazilian industry sector: some of them doesn't have any control or automation systems and others leads completely inside the

Industry 4.0. This paper presents some considerations about the transformations in this sector and the relationships with the costumers in the new 4.0 scenario. The expected step-by-step for adaptation didn't happened and now the Brazilian industries must turn smart factories quickly in order to survive. This work presents some considerations about the manners and behavior of new customers, and the facilities of the way of life in the scenario 4.0.

Key-words: Industry 4.0, Education 4.0, Scenario 4.0, Way of life 4.0. Smart factories.