



ANÁLISE DOS IMPACTOS DA REVOLUÇÃO 4.0 NO PERFIL PROFISSIONAL DO ALUNO DE ENGENHARIA, BEM COMO NA METODOLOGIA DE ENSINO

Leonardo Feliciano Maciel
leonardo.maciel@aedb.br
FER

Anderson Elias Furtado
anderson.furtado@aedb.br
FER

Resumo: Neste trabalho foi feita uma revisão da literatura para que pudesse ser analisado o perfil profissional para a indústria 4.0, a fim de determinar a metodologia de ensino superior ideal para suprir as exigências e necessidades do mercado de trabalho. Foram apresentadas as competências consensuais dos autores, além da exemplificação da adaptação feita no curso de engenharia da Faculdade de engenharia de Resende.

Palavras Chave: Indústria 4.0 - Metodologia - Ensino superior - Profissional ideal -

1. INTRODUÇÃO

A indústria 4.0, também conhecida inicialmente como quarta revolução industrial, é um regime industrial baseado no uso de tecnologia de sistemas cyber-físicos, ou CPS da sigla em inglês. Nessa nova concepção de indústria, são esperadas diversas mudanças no que é visto hoje como processo produtivo e fornecimento de serviços. Serão geradas novas oportunidades, modelos de negócios e sistemas cyber-físicos, que deverão ser baseados em informações geradas em tempo real. Isso permitirá que as necessidades e expectativas da sociedade provoquem impacto imediato no ambiente laborativo, tendo influência direta no processo produtivo.

O consenso com relação à estrutura do novo regime industrial, ou indústria 4.0, salienta o uso massivo de sistemas de redes inteligentes e a internet das coisas, IoT (da sigla em inglês), deixando claro o objetivo da criação de produtos e processos inteligentes.

Especificamente, empresas que se mostrarem capazes de adotar esses parâmetros, estarão menos propensas a distúrbios ocasionados pela complexidade e intensidade da geração de dados provenientes das necessidades e exigências da sociedade, mantendo assim um processo produtivo mais eficiente. Em empresas inteligentes, a comunicação entre funcionários, máquinas e recursos deverá acontecer de maneira natural, podendo ser comparada às redes sociais. Os produtos e serviços inteligentes gerados conhecerão os detalhes de sua fabricação, bem como seu modo de uso indicado. Como resultado dessas mudanças, a indústria 4.0 deverá ser realizada de maneira interdisciplinar, ou seja, irá exigir conhecimentos diversos de seus operadores, podendo depender de distintos fatores de diferentes áreas da tecnologia (MOTYL, 2017).

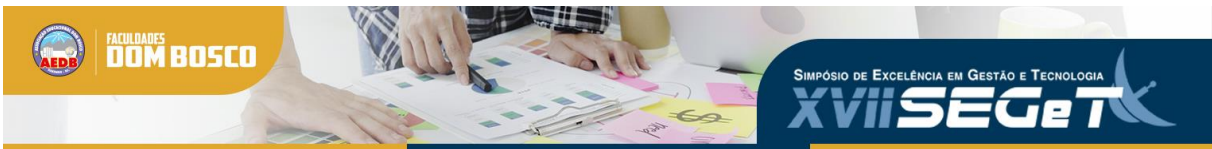
Espera-se que a capacitação e qualificação contínuas do novo profissional seja um fator de suma importância para que sejam atingidos os objetivos da indústria 4.0, uma vez que irão ocorrer mudanças substanciais tanto no perfil profissional dos trabalhadores, quanto em suas habilidades laborativas.

Como consequência das alterações no regime industrial, deverão se tornar ainda mais importantes as parcerias entre as empresas e instituições de ensino superior, enfatizando também a importância da acessibilidade aos cursos de ciências e engenharia (conhecidos por STEM, na sigla em inglês), priorizando a avaliação das habilidades do estudante.

É importante que seja analisado o conhecimento que pode ser transmitido, considerando o contexto acadêmico do curso de engenharia, tendo em vista o que tem maior relevância na indústria 4.0.

Normalmente, o conhecimento técnico, bem como as habilidades científicas, podem ser mensuradas e diretamente relacionadas à capacitação específica recebida. Habitualmente, as especialidades usuais esperadas de um engenheiro são representadas pelo domínio matemático e numérico, a capacidade de resolução de problemas, criatividade e também a destreza no desenvolvimento de projetos e novos *designs* relacionados aos processos produtivos, tudo isso somado aos conhecimentos de programação de softwares e processamento de informações (MOTYL ET AL, 2017). São atribuídas também como habilidades do engenheiro a capacidade de entender padrões da indústria, o conforto na utilização de computadores para a criação de projetos, sendo possível a simulação de produtos e processos.

Em contrapartida, as aptidões sociais, apesar de menos tangíveis, são tão importantes quanto as aptidões técnico-científicas supracitadas. Tendo como referência o curso de engenharia mecânica, destacam-se como habilidades sociais o forte pensamento analítico, a



habilidade de comunicação, a capacidade de trabalhar em equipe e liderar um grupo de pessoas.

Existem também as habilidades digitais, cada vez mais requisitadas com a chegada da quarta revolução industrial, causando mudanças também no mundo acadêmico. Essas abrangem desde os estágios básicos de alfabetização e capacitação digital dos trabalhadores em geral, até os aspectos mais específicos de profissionais de tecnologias da informação e comunicação – TIC.

As habilidades digitais têm se mostrado cada vez mais importantes para o desenvolvimento profissional dos trabalhadores, uma vez que é através delas que são realizadas tarefas relativamente simples, como o uso de aplicativos de comunicação e pesquisa, e, mesmo apesar dos requisitos mínimos de algumas dessas habilidades sejam específicos para cada setor, aptidões como o entendimento do processamento de informações será aplicado praticamente todos os setores (COMISSÃO EUROPEIA, 2016).

1.1 JUSTIFICATIVA

A indústria 4.0 tem exigido uma revolução no perfil profissional das mais diversas áreas do mercado. Quando levada em consideração a terceira revolução industrial, boa parte das instituições de ensino superior já se mostra obsoleta, evidenciando o despreparo para realizar a transição para a indústria 4.0. Dessa maneira, é justificada a pesquisa para facilitar a adequação eficiente à quarta revolução industrial.

1.2 OBJETIVO

Para que sejam atendidos os requisitos para a formação de profissionais atuantes nesse novo regime industrial, esse trabalho tem como objetivo entender qual é o consenso, com base na literatura, de quais serão as habilidades exigidas, de modo que possa ser realizada a adaptação das instituições de ensino, sendo o ensino superior o foco desse trabalho. Com isso, será possível adequar tanto o conteúdo teórico, quanto a metodologia necessária para desenvolver as competências evidenciadas como essenciais para o novo profissional 4.0.

2. METODOLOGIA

2.1. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A revisão sistemática da literatura é uma avaliação do estado da literatura sobre um tópico específico ou questão de pesquisa. É uma abordagem estruturada para a síntese da pesquisa, seguindo uma série de etapas pré-determinadas (BURGERS, 2019). O primeiro passo de uma revisão sistemática da literatura é determinar uma questão de pesquisa específica que é desejado que seja respondida. É importante que essa questão de pesquisa seja colocada na forma de uma pergunta ou hipótese que possa ser respondida através de uma comparação de estudos relevantes. Dito isso, dar início a uma revisão sistemática da literatura com uma descrição geral do tópico não é recomendado. Desta forma, a pesquisa pode gerar diferentes tipos de estudos, que são difíceis de comparar. As revisões sistemáticas da literatura produzem pontos de vista mais relevantes ao iniciar uma pergunta que restringe o tópico de interesse. Essa questão de pesquisa deve concentrar-se explicitamente no enquadramento metafórico, excluindo, assim, outros tipos de enquadramento a priori. À medida que essa questão é determinada, os pesquisadores precisam estabelecer critérios de inclusão, especificando quais tipos de estudos serão usados para responder a essa pergunta (Boland et al., 2017).

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. DESAFIOS E MUDANÇAS NA METODOLOGIA DE ENSINO POR CONTA DA INDÚSTRIA 4.0

A quarta revolução industrial, ou revolução 4.0, se dá primeiramente pela confluência das áreas não só de mecânica e eletrônica, mas também de comunicação, informação, redes de computadores e processamento de dados, gerando um sistema de hardwares e softwares no qual todos esses fatores funcionam simultaneamente, em completa harmonia.

Tendo observada essa nova metodologia multidisciplinar, considerando também o atual regime tradicional de estudo da engenharia, evidencia-se como um dos principais desafios às instituições não só do curso de engenharia mecânica, mas das engenharias como um todo, suprir a deficiência dos novos alunos com relação a sua familiaridade com os conceitos relacionados à infraestrutura de tecnologias da informação e comunicação – TIC, bem como arquiteturas de controle e gerenciamento corporativo.

Conhecimentos nas áreas de redes de computadores, digitalização e modelagem de dados e informações, enfatizando os aspectos cibernéticos de um sistema de produção, também se mostram faltantes nos estudantes da área de engenharia, gerando um grande desafio aos professores, que é ensinar aos educandos como trabalhar com a parte cibernética da indústria, especialmente seus softwares, bem como a dinâmica da comunicação e transmissão de informações no ambiente de trabalho da indústria 4.0 (Wermann, 2019).

Suárez Fernández-Miranda e colaboradores (2017) evidenciam que, para que seja implementada de maneira eficiente, a indústria 4.0 já tem exigido uma grande demanda de profissionais capazes não só de construir, mas também de manter essas novas fábricas, bem como seu novo processo de produção e administração. Consequentemente, fica claro que alunos deverão cada vez mais ter domínio de um equilíbrio entre a engenharia mecânica clássica e tecnologia da informação, proporcionando aos engenheiros a oportunidade de exercer uma competitividade ainda maior no mercado.

Além disso, tem se tornado cada vez mais evidente o interesse por parte da indústria em profissionais qualificados para lidar com novos desafios emergentes no ambiente laborativo, deixando clara a importância das universidades nesse processo de transição do regime industrial. Suárez Fernández-Miranda (2017) diz também que a chave para a adaptação a indústria 4.0 está na relação minuciosa que deve haver entre as competências adquiridas pelos alunos durante a graduação e o perfil profissional exigido pelas mudanças da indústria, onde será esperado que trabalhadores sejam capazes de exercer diferentes profissões.

3.2. INFLUÊNCIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NO MERCADO DE TRABALHO

A indústria 4.0, ou quarta revolução industrial, trouxe, desde seu início, mudanças consideráveis no mercado de trabalho, relacionadas principalmente ao processo de produção industrial, por conta dos diversos avanços na área de robótica, biotecnologia, nanotecnologia, da inteligência artificial e tecnologias de informação, oferecendo uma nova perspectiva de relação com os clientes e colaboradores, gerando também novas demandas de produtos e serviços (Schwab, 2016).

Segundo Gelbert (2015), as principais transformações esperadas para o novo regime industrial têm ligação com o potencial de maior flexibilidade e velocidade do processo produtivo, gerando uma maior produtividade e qualidade dos produtos, processos e serviços. É esperado que essa revolução industrial exerça influência também em outros domínios da sociedade, como a economia, a política, no governo como um todo e em seus indivíduos.

Tendo isso em vista, estão previstos grandes impactos nas relações de trabalho, em virtude da união dos avanços nos setores anteriormente citados, que irão gerar grandes mudanças no cenário industrial por todo o mundo, modernizando as linhas de montagem possibilitando inovação e customização dos produtos, utilizando um processo inteligente com robôs cada vez mais integrados ao processo (ESTÚDIO ABC, 2016, documento on-line). Dito isso, são necessários novos atributos para o perfil profissional para a nova indústria para que sejam atendidas as exigências das organizações, atributos como a capacidade da colaboração entre funcionário e robôs, para que possa ser aprimorada a produtividade da empresa, e a multidisciplinaridade dos funcionários, gerando assim um profissional flexível capaz de atuar em todo o processo.

A quarta revolução não irá impactar somente a indústria, mas também a sociedade como um todo. Para Hecklau (2016), os principais impactos sociais consequentes da indústria 4.0 serão na mão de obra, empregabilidade e na exigência cada vez maior do aperfeiçoamento das competências dos indivíduos que atuam nesse regime industrial emergente, para que possam ser capazes de lidar com o surgimento constante de novas tecnologias. Dentre outros desafios a serem superados estão a mudança demográfica em curso e o envelhecimento da população. A expectativa para o futuro é que irá haver uma grande perda dos postos de trabalho em funções nas quais sejam realizadas atividades de rotina de escritórios e administrativas, paralelo a um considerável aumento das vagas de emprego em áreas como a de matemática, engenharia, computação e arquitetura, além de uma maior exigência com relação ao aumento de produtividade de trabalho, bem como a extensão das habilidades (SCHWAB; SAMANS, 2016).

A interligação entre os aspectos tecnológicos, geopolíticos, socioeconômicos e evolução demográfica, irá originar uma nova gama de empregos e ocupações, gerando também mudanças nas habilidades anteriormente necessárias em antigas e novas ocupações, sendo boa parte dessas mudanças focadas na indústria. Além disso, o ambiente laborativo em si, será fortemente alterado, desde a maneira de se trabalhar, até o local do qual o trabalho será realizado, ocasionando adversidades administrativas e de caráter regulatório (SCHWAB; SAMANS, 2016).

Segundo o relatório “Futuro do Trabalho: Emprego, Competências e Estratégias da força de trabalho para a quarta revolução industrial” publicado no fórum econômico mundial em 2016, em Davos, na Suíça, para a inclusão das empresas, governos e indivíduos no regime emergente em rápida evolução, certas atribuições tem se feito cada vez mais necessárias, como a capacidade de antecipação e preparação às exigências de aptidões futuras, conteúdo do trabalho e efeito agregado sobre o emprego.

Dito isso, para que se adaptem à indústria 4.0, será necessário que os profissionais não só desenvolvam novas habilidades, mas também aprimorem as que já possuem.

3.3. CONSTRUINDO O PERFIL PROFISSIONAL 4.0

A quarta revolução industrial ainda está em curso, o que dificulta que haja um consenso na literatura com relação às competências e habilidades necessárias para a formação do perfil profissional ideal. Inicialmente, baseando-se nas revoluções industriais anteriores, é possível antecipar que será necessária a adaptação às novas tecnologias e, consequentemente, às adaptações organizacionais geradas pelas mesmas, de maneira que possa ser mantida a empregabilidade. No entanto, constatou-se o desenvolvimento de inúmeros estudos nessa área, podendo ser examinadas diversas abordagens e metodologias, a fim de evidenciar e qualificar as possíveis competências e habilidades em concordância, consideradas indispensáveis aos profissionais nesse novo regime industrial e social, independente da função exercida ou suas particularidades.

Tessarini e Saltorato (2018, documento on-line) realizaram um estudo para que pudessem ser apuradas as principais competências consensuais, sob diferentes perspectivas, definindo-as em três categorias:

- Competências funcionais: aptidões que se fazem necessárias no desempenho profissional e técnico das tarefas;
- Competências comportamentais: aptidões mais intrínsecas, tratam diretamente das atitudes do indivíduo;
- Competências sociais: estão diretamente ligadas à capacidade de interagir e trabalhar com outras pessoas.

Com base nessas informações, Tessarini e Saltorato (2018, documento on-line) fizeram uma análise sistemática das competências, chegando à tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Análise sistemática das competências

COMPETÊNCIAS FUNCIONAIS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMPLEXOS; ➤ CONHECIMENTO AVANÇADOS EM TI, INCLUINDO CODIFICAÇÃO E PROGRAMAÇÃO; ➤ CAPACIDADE DE PROCESSAR, ANALISAR E PROTEGER DADOS E INFORMAÇÕES; ➤ OPERAÇÃO E CONTROLE DE EQUIPAMENTOS E SISTEMAS; ➤ CONHECIMENTO ESTATÍSTICO E MATEMÁTICO; ➤ ALTA COMPREENSÃO DOS PROCESSOS E ATIVIDADES DE MANUFATURA.
COMPETÊNCIAS COMPORTAMENTAIS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ FLEXIBILIDADE; ➤ CRIATIVIDADE; ➤ CAPACIDADE DE JULGAR E TOMAR DECISÕES; ➤ AUTOGERENCIAMENTO DO TEMPO; ➤ INTELIGÊNCIA EMOCIONAL; ➤ MENTALIDADE ORIENTADA PARA APRENDIZAGEM.
COMPETÊNCIAS SOCIAIS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ HABILIDADE DE TRABALHAR EM EQUIPE; ➤ HABILIDADES DE COMUNICAÇÃO; ➤ LIDERANÇA; ➤ CAPACIDADE DE TRANSFERIR CONHECIMENTO; ➤ CAPACIDADE DE PERSUAÇÃO; ➤ CAPACIDADE DE COMUNICAR-SE EM DIFERENTES IDIOMAS.

Fonte: adaptado de Tessarini e Saltorato (2018)

Analisando as competências evidenciadas no quadro 1, percebe-se que a indústria 4.0 não irá exigir obrigatoriamente novas habilidades, mas sim um maior rigor para as competências já conhecidas para o cenário atual, podendo ocasionar o desemprego para os profissionais que não atingirem essas expectativas (EDWARDS; RAMIREZ, 2016). Além disso, é visto também que o trabalhador dessa indústria terá competências muito mais generalistas e não especialistas, por conta da exigência das organizações, processos e tecnologias envolvidas, de profissionais com maior conhecimento interdisciplinar.

Dito isso, se torna necessário o estudo para que possa ser possível determinar como deverá ser feito o desenvolvimento das competências e habilidades requeridas pela indústria 4.0 e especificar estratégias para realizar a promoção do potencial humano, a fim de suprir essa necessidade imposta à sociedade. Tessarini e Saltorato (2018) destacaram como

principais estratégias emergentes, uma metodologia focada na aprendizagem e inovação no ambiente de trabalho, evidenciando a necessidade na reformulação dos sistemas educacionais, para que possam ser unificados os interesses públicos, privados e científicos. O ESTÚDIO ABC (2015) explanou as características necessárias para a indústria 4.0, o que pode ser visto na tabela 2, a seguir:

Tabela 2: características necessárias para a indústria 4.0

➤ FORMAÇÃO MULTIDISCIPLINAR	➤ AS INDÚSTRIAS CONTINUARÃO PRECISANDO DE GENTE COM FORMAÇÃO ESPECÍFICA, MAS TERÃO DE LIDAR CADA VEZ MAIS COM ÁREAS SOBRE AS QUAIS NÃO ESTUDARAM NA FACULDADE.
➤ CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO	➤ OS PROFISSIONAIS PRECISARÃO APRENDER A LIDAR COM MÁQUINAS E ROBÔS INTELIGENTES.
➤ SENSO DE URGÊNCIA	➤ SE EXIGIRÁ DOS PROFISSIONAIS, DISCERNIMENTO PARA ENTENDER OS LIMITES ENTRE O QUE É URGENTE E O QUE PODE SER RESOLVIDO DEPOIS.
➤ BOM RELACIONAMENTO	➤ O AVANÇO DA AUTOMAÇÃO EXIGIRÁ COMPETÊNCIAS DIFERENTES DE CADA UM. EM UM AMBIENTE CADA VEZ MAIS DIGITALIZADO, A COLABORAÇÃO GANHARÁ FORÇA.

Fonte: Adaptado de Estúdio ABC (2015)

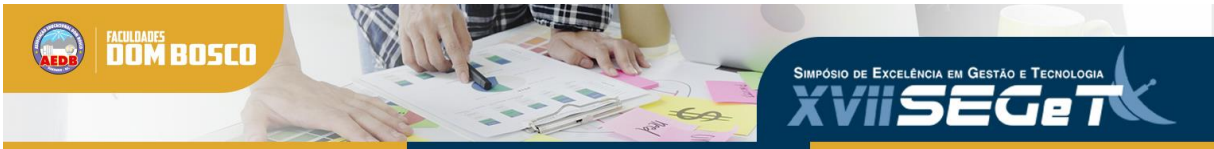
4. CONCLUSÃO

A indústria 4.0 é um tema que ainda gera divergências entre autores com relação às competências específicas necessárias para a atuação eficiente na mesma. Entretanto, como pode ser visto no decorrer do trabalho, há consenso que as habilidades exigidas por essa indústria estão relacionadas às área de informática, robótica e automação, abrangendo conceitos que vão desde capacidade de processar, analisar e proteger dados e informações, programação, operação e controle de equipamentos e sistemas, até raciocínio lógico e alta compreensão dos processos e atividades de manufatura.

Quando observadas as tabelas 1 e 2 fica claro que a indústria 4.0 ainda irá precisar de profissionais especialistas, porém a predominância das competências exigidas é comportamental e social. A sociedade terá grande influência na indústria, uma vez que as inovações tecnológicas buscam a interação entre o cliente e o processo produtivo, agregando valor ao processo e produto, gerando uma maior fidelização por parte dos clientes. Essa constante influência irá exigir dos profissionais competências como a capacidade de interação social, inteligência emocional, flexibilidade e criatividade.

Dito isso, conclui-se que a principal mudança necessária no regime atual de ensino está na metodologia. A palavra chave para a quarta revolução industrial é a interdisciplinaridade: deverão ser disponibilizadas aos alunos atividades nas quais seja desenvolvido o raciocínio lógico, bem como a capacidade de resolução de problemas. Além disso, deverá ser desenvolvida sua aptidão para a comunicação social. Ser um profissional 4.0 significará conhecer todo o processo produtivo de um produto ou serviço, mesmo que superficialmente em certas partes, sendo capaz de se relacionar diretamente com o cliente, a fim de entender sua necessidade e agregar valor à empresa.

Para exemplificação, em complemento a este estudo, está em curso uma análise da percepção dos alunos em relação à mudança no curso de engenharia da Faculdade de Engenharia de Resende. Na nova metodologia de ensino, atividades práticas de laboratório e metodologias ativas tiveram prioridade quando comparadas às atividades de ensino teórico. Comparando essa nova metodologia de ensino adotada no primeiro ano, onde conceitos de programação, desenvolvimento pessoal e trabalho em equipe são evidenciados, a metodologia antiga, onde o foco é a conceituação técnica e estudo teórico, fica clara a mudança no perfil



do profissional que essa instituição pretende formar, buscando o mesmo, uma maior empregabilidade na indústria a emergir.

5. REFERÊNCIAS

RÜBMANN, Michael et al. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015.

SCHWAB, K. A Quarta Revolução Industrial (Edipro). São Paulo. 2016.

TESSARINI, Geraldo; SALTORATO, Patrícia. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. Revista Produção Online, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

EDWARDS, Paul; RAMIREZ, Paulina. When should workers embrace or resist new technology?. New technology, work and employment, v. 31, n. 2, p. 99-113, 2016.

MOTYL, Barbara et al. How will change the future engineers' skills in the Industry 4.0 framework? A questionnaire survey. Procedia Manufacturing, v. 11, p. 1501-1509, 2017.

Comissão européia: e-Skills for growth and jobs [Online] Disponível em: <<http://ec.europa.eu/growth/sectors/digital-economy/e-skills/>> Acesso em: 19 abr, 2020.

WERMANN, Jeffrey et al. Using an interdisciplinary demonstration platform for teaching Industry 4.0. Procedia Manuf, v. 31, p. 302-308, 2019.

FERNÁNDEZ-MIRANDA, S. Suárez et al. The challenge of integrating Industry 4.0 in the degree of Mechanical Engineering. Procedia manufacturing, v. 13, p. 1229-1236, 2017.

ESTÚDIO ABC. Como será o profissional da indústria 4.0? Exame, Rio de Janeiro, RJ, 3 jun. 2016. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/tecnologia/como-sera-o-profissional-da-industria-4-0/>. Acesso em: 15 mai. 2020

BOLAND, Angela; CHERRY, Gemma; DICKSON, Rumona (Ed.). Doing a systematic review: A student's guide. Sage, 2017.

BURGERS, Christian; BRUGMAN, Britta C.; BOEYNAEMS, Amber. Systematic literature reviews: Four applications for interdisciplinary research. Journal of Pragmatics, v. 145, p. 102-109, 2019.