



A produção *Stricto Sensu* sobre Mecatrônica

Rodolfo Lovera¹, Jocilaine Araujo²; Roberto Kanaane³

Resumo: As transformações que a Revolução Industrial está gerando, com suas tecnologias inovadoras, vem requerendo competências pertinentes a área de Mecatrônica. Este artigo teve como objetivo Investigar as produções dos programas de Mestrado Profissional, entre 2015 e 2020, relacionadas a área de Mecatrônica no Brasil. A pesquisa foi exploratória, bibliográfica, documental, seguida de uma SURVEY. A coleta de dados deu-se através de um levantamento de dissertações registradas no Catálogo de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). As entrevistas semiestruturadas foram realizadas com mestres em áreas relacionadas à Mecatrônica; o questionário foi distribuído à professores de ensino Profissional Técnico em Mecatrônica. Identificou-se 110 publicações de programas de Mestrado Profissional. Houve 20 respostas dos professores ao questionário. Os dados da pesquisa sinalizaram reduzida adesão às publicações acadêmicas por parte dos respondentes. Um dado relevante evidenciou que os sujeitos da pesquisa, normalmente, tem acesso à materiais voltados à indústria 3.0. Evidentemente sugere-se que estudos posteriores sejam implementados objetivando apreender os conceitos aderentes à Indústria 4.0 com o propósito de contribuir para a formação do profissional de mecatrônica sob a perspectiva contemporânea.

Palavras-chave: Mecatrônica; Indústria 4.0; Tecnologias Inovadoras; e Competências.

Abstract: The transformations that the Industrial Revolution is generating, with its innovative technologies, have been requiring relevant competences in the Mechatronics area. This article aimed to investigate the productions of Professional Masters programs, between 2015 and 2020, related to the area of Mechatronics in Brazil. The research was exploratory, bibliographical, documentary, followed by a SURVEY. Data collection took place through a survey of dissertations registered in the Theses Catalog of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). Semi-structured interviews were conducted with masters in areas related to Mechatronics; The questionnaire was distributed to teachers of Professional Technical Teaching in

¹ Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, rodolfo.lovera@cspsoz.sp.gov.br

² Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, jocilaine.araujo@cspsoz.sp.gov.br

³ Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, roberto.kanaane@cspsoz.sp.gov.br

Mechatronics. 110 publications of Professional Master's programs were identified. There were 20 responses from teachers to the questionnaire. The survey data signaled reduced adherence to academic publications by respondents. A relevant data showed that research subjects usually have access to materials aimed at industry 3.0. Evidently, it is suggested that further studies be implemented aiming to apprehend the concepts adherent to Industry 4.0 with the purpose of contributing to the training of the mechatronics professional under the contemporary perspective.

Keywords: Mechatronics; Industry 4.0; Innovative Technologies; and Skills.

1. Introdução

É sabido que mudanças advindas de revoluções industriais promovem impactos em diversas áreas do conhecimento e do saber, como também na cultura e na sociedade de maneira geral. Estas mudanças, caracterizadas pelo efeito da introdução de novas tecnologias, impactam direta e profundamente o mercado de trabalho e os modelos econômicos de cada época.

A partir de 2010 entramos na quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0 (TELES, 2017) que é baseada nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Segundo Teles:

A Indústria 4.0 é a transformação digital da fabricação, alavancada por tecnologias como Big Data/Analytics, IoT – Internet das Coisas, exigindo a convergência de Tecnologia da Informação e Tecnologia Operacional, robótica, computação cognitiva e processos de fabricação. Visando ter fábricas conectadas, fabricação inteligente descentralizada e sistemas de auto otimização. (TELES, 2017)

As modificações se tornaram mais rápidas e cada vez mais as inovações geradas pelas e com as TIC são renovadas e reforçam que vivemos em um momento digital de transições constantes. O modo como lidamos com as tecnologias implica em uma aceleração destas transformações.

Em decorrência desta revolução industrial o mercado de trabalho sofreu, e ainda sofre, constantes variações em sua estrutura. Muitas carreiras e profissões têm sido extintas, entretanto, novas oportunidades são geradas. O mercado de trabalho diante da Revolução 4.0 tem exigido novas posturas e competências não somente técnicas como relacionais (SILVA; VIANA; VILELA JR., 2020, p. 159).

Como objeto de estudo desta pesquisa, referenciamos a área da mecatrônica, pois dada a sua concepção, está intrinsecamente relacionada com as TIC`s, e portanto, tem sido profundamente impactada. A mecatrônica teve seu surgimento ocorreu em uma das revoluções anteriores, porém não se limitou aos conceitos de sua criação. Criada no Japão na década de 70 como uma junção dos termos “mecânica, eletrônica e processamento digital” (ROSÁRIO, 2004, p. 4), a mecatrônica veio se renovando de acordo com as exigências e demandas do período vigente e atualmente ela se adequa às demandas da Revolução 4.0.

Para um mercado que se torna cada vez mais competitivo (em diversos aspectos) e exigente, a formação dos profissionais da área de mecatrônica

deve ser desenvolvida a partir de exigências que são requeridas para seu desempenho tanto em nível individual quanto coletivo. Esta formação deve ter como alicerce as produções acadêmicas dando base para o desenvolvimento de conhecimento tanto do docente quanto do discente.

Neste contexto, questiona-se quais são as produções acadêmicas de nível superior, no período de 2015 a 2020 em nível nacional, que subsidiam a área de Mecatrônica? Com a finalidade de responder este questionamento, esta pesquisa tem como objetivo geral: investigar as produções dos programas de Mestrado e Doutorado Profissional, entre 2015 e 2020, que fornecem subsídios na área de Mecatrônica no Brasil. Justifica-se a construção desta análise da produção científica em Mecatrônica a partir de suas teses e dissertações, por despertar a reflexão quanto a construção de conhecimento, potencialidade, desafio e contribuições sobre a temática, dispostas nos programas de pós-graduação *Stricto Sensu*.

2. Referencial Teórico

O artigo integrou em sua revisão teórica os seguintes tópicos relacionados aos conhecimentos voltados à área de Mecatrônica: Mecatrônica; Indústria 4.0; Tecnologias Inovadoras; e Competências requeridas pela Indústria 4.0. A apreensão das concepções relatadas é relevante para os sistemas produtivos e educacionais, com o propósito de disseminar propostas destinadas a formação e desenvolvimento do profissional relacionado à Mecatrônica.

2.1. Mecatrônica

A palavra Mecatrônica foi criada buscando representar uma aplicação tecnológica com as tecnologias que representavam o momento científico. A palavra vem da junção de mecânica e eletrônica, duas palavras que demonstram duas áreas da engenharia com atuações distintas, mas que passam a ser utilizadas com o propósito de ampliar a variedade de atuação de sistemas mecânicos (MARZANO; MARTINOVIS; USCA, 2019, p. 214).

A aplicação da Mecatrônica é o resultado da aplicação de conceitos de mecânica; elétrica e eletrônica; e sistemas computacionais na automação de controle de processos. O homem sempre desejou que as atividades que exigiam atenção pessoal (não só a força humana) fosse realizada de maneira autônoma. Há registros que mostram que os gregos criaram as primeiras máquinas automáticas utilizando a tecnologia da época, a mecânica. “[...] por volta de 300 a.C. Um relógio de água, inventado por Ktesibios, funcionava através do gotejamento de água, a uma taxa constante, em um recipiente de medição.” (NISE, 2017, p. 3).

Durante séculos houve o predomínio da utilização da tecnologia mecânica sempre com o foco de transmitir a força humana para a criação de algum elemento. Com o avanço científico, segundo Parente (2018), a criação e a transferência de energia passam da mão do ser humano para as máquinas mecânicas, ampliando a capacidade e a quantidade de produção. O controle dos processos produtivos passam a exigir menos atuação braçal, mas continua

a requerer a atenção de operadores na supervisão e manutenção dos equipamentos.

Da utilização da energia mecânica, migrou-se para o uso da energia elétrica, gerando uma maior facilidade na transmissão e como consequência na manufatura dos elementos, ampliando as possibilidades de criação. “[...] ocorreu durante as décadas de 50 e 60 [...], simplificando a transmissão de informações e contribuindo para a disseminação de sistemas de controle automático.” (PARENTE, 2018, p. 102). O controle operacional da fabricação, que até então requeria uma quantidade significativa de intermediadores humanos, passa a ser realizado por uma combinação de elementos elétricos e posteriormente por instrumentos eletrônicos. A atividade humana começa a ser mais intelectual do que corporal, demandando não só conhecimentos técnicos do equipamento a ser operado como também sobre a rotina de produção, com atividades mais administrativas e gerenciais.

É nesse interim, como já citado, que nasce a Mecatrônica, na década de 70, como uma união de duas palavras, mas que representa a intersecção entre a Mecânica, a Eletroeletrônica e a Tecnologia da Informação (BRUCIAPAGLIA, 2017, p. 53). Os elementos utilizados não são só empregados para operação, mas também para monitoração e supervisão da produção, possibilitando uma melhora na qualidade dos elementos que serão produzidos. Com a evolução dos elementos computacionais junto com a rede de comunicação de computadores, a Tecnologia da Informação alcançou um nível de acessibilidade além da zona industrial, estando disponível para qualquer pessoa que tenha um elemento computacional, como um celular, desta forma tem-se as posições de Paz e Loos, a saber:

Existe uma busca incessante por parte da indústria na busca de novas maneiras de agilizar a produção sem deixar de lado a qualidade. A situação ideal é aquela onde se eleva a produção, mantendo níveis de controle cada vez apurados, de forma a evitar falhas, interrupções, descontinuidade ou desvio do padrão. (PAZ; LOOS, 2020, p. 181)

Com as tecnologias mecânicas, eletrônicas e computacionais adaptáveis a diversos ambientes, a Mecatrônica se torna uma ciência de apoio a qualquer realidade profissional e científica, necessitando de profissionais com conhecimentos multidisciplinares cada vez maiores.

Dado que a mecatrônica é multidisciplinar e representa a combinação de vários sistemas, seu escopo é muito vasto e se relaciona a vários campos e domínios, [...] O escopo cada vez mais numeroso de aplicações da mecatrônica nos traz ao problema de quais competências são necessárias para ser capaz de trabalhar em tantos campos diferentes. (MARZANO; MARTINOVIS; USCA, 2019, p. 214, tradução nossa)

A Mecatrônica, uma subárea da Engenharia de Controle, é dependente da tecnologia vigente, ou seja, é necessário compreender o momento tecnológico atual, a partir de 2010, como também as tecnologias inovadoras que atuam no período, contribuindo para a apreensão do processo da Mecatrônica e os conceitos e práticas envolvidos.

2.2. Indústria 4.0

A Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Revolução 4.0, Indústria 4.0 ou apenas I4.0 é uma caracterização de um momento histórico impactado pela tecnologia da digitalização aliada a Internet. O impacto gerado por esta Revolução, assim como as três Revoluções anteriores, vide citações após a figura 1, atinge principalmente o formato produtivo dos países que a utilizam. As revoluções anteriores causaram modificações na forma da produção através de tecnologias para a indústria com o intuito de aumentar a quantidade produzida e diminuir os custos relativos à produção, porém a atual revolução busca não somente aumentar a capacidade de criação como também aumentar a acessibilidade e eficiência de toda a cadeia de valor, desde o nível de fabricação e desenvolvimento da fabricação até o nível do contato com o cliente do produto (TEIXEIRA, 2019, p. 28297; SESI, 2020, p. 19).

Figura 1 – Integração das etapas da cadeia de valor.



Fonte: Confederação Nacional da Indústria, 2016, p. 12

A Primeira Revolução Industrial trouxe a tecnologia de controle autônomo com a máquina a vapor, criada por James Watt em 1769. A Segunda Revolução foi baseada na energia elétrica e no aumento da capacidade produtiva através da implementação de equipamentos mais versáteis para controle de processos do que os mecânicos. A Terceira Revolução foi transformadora devido aos componentes eletrônicos, que permitiam realizar funções similares aos componentes elétricos (chaveamento de circuitos elétricos) e a tecnologia computacional (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017, p. 3; SILVEIRA, 2017, p. 30)

A I4.0, originada na Alemanha em 2010, foi criada buscando ampliar a capacidade produtiva das indústrias desta nação visando uma maior competitividade mundial, utilizando como base para este avanço as tecnologias computacionais e de rede de comunicação de computadores. Uma busca semelhante foi realizada por outras nações como Estados Unidos e China, mas o impacto gerado não foi tão grande quanto o que a nação germânica obteve gerando uma influência para o mundo todo (PARENTE, 2018, p. 105; SESI, 2020, p. 18).

Cada revolução ocorreu não só pela tecnologia criada ou utilizada, mas pela transformação que ela proporcionou. A tabela 01 mostra a época em que ocorreu cada Revolução bem como os principais avanços tecnológicos.

Tabela 1 - Características Tecnológicas das Revoluções Industriais

Revolução Industrial	Período	Características
1ª	Iniciou na segunda metade do século XVIII e avançou até meados do século XIX. Ocorreu entre as décadas de 1760 a 1840.	<ul style="list-style-type: none">• Máquina a Vapor.• Substituição da produção artesanal pela produção fabril.• Sistema de produção taylorista-fordista – divisão do trabalho manual e intelectual.

2ª	Iniciou no século XIX e avançou a primeira metade do século XX. Ocorreu entre 1850 e finalizou por volta de 1945	<ul style="list-style-type: none"> • Energia Elétrica. • Automação e produção em massa. • Sistema de produção taylorista-fordista – divisão do trabalho manual e intelectual.
3ª	Iniciou na segunda metade do século XX e avançou até o final deste século. Ocorreu entre as décadas de 1960 e 1990.	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento da informática e avanço das comunicações. • Surge a sociedade do conhecimento. • Sistema de produção flexível.
4ª	Iniciou no século XXI, em 2010 e perdura até hoje.	<ul style="list-style-type: none"> • Internet mais ubíqua e móvel, sensores menores, mais poderosos e baratos e inteligência artificial. • Fusão das tecnologias e a interação entre domínios físicos, digitais e biológicos. • Sistemas e máquinas inteligentes conectados possibilitando um sistema de produção de personalização em massa.

Fonte: adaptado de AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017, p. 8

O surgimento da Mecatrônica ocorreu na Terceira Revolução Industrial, com a junção da tecnologia transformadora da época, a computacional, com os avanços da eletrônica junto com a mecânica. Essa combinação sinérgica possibilitou o desenvolvimento dos controles de processos proporcionando maior inteligência no ambiente produtivo. Com a I4.0, a Mecatrônica pode ser aplicada em qualquer área do conhecimento, seja em área industrial, predial ou residencial, seja em automobilística, ou hospitalar, seja em mineração ou áreas acadêmicas, devido os equipamentos possuírem a mesma estrutura dos elementos de automação, ou seja, “sensoriamento, comunicação e computação” (MARZANO; MARTINOV; USCA, 2019, p. 214, tradução nossa).

2.3. Tecnologias Inovadoras

Na atual Revolução, de acordo com a Confederação Nacional da Indústria (2016), algumas tecnologias inovadoras estão sendo utilizadas para ampliar o horizonte onde quer que seja utilizada, seja no ambiente industrial, seja no ambiente residencial. O foco destas tecnologias é transformar qualquer cenário controlado por pessoas, por um cenário inteligente, no qual haverá menos necessidade de monitoração humana, ou seja:

Tais tecnologias permearão todas as áreas da economia, provocando múltiplas transformações econômicas e sociais nos próximos anos. Um número crescente de dispositivos capazes de se comunicarem uns com os outros e coletar dados do ambiente e dos usuários [...], certamente abrirão espaço para a criação de novos modelos de negócios e poderá alterar a forma como as empresas se relacionam com clientes e fornecedores. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016, p. 10)

Um estudo realizado pelo Sesi, em 2020, demonstra que as tecnologias chaves da I4.0 são elementos essenciais para a transformação de um ambiente de produção em uma fábrica inteligente. A tabela 2 elenca, de maneira sintetizada, as dez tecnologias inovadoras que estão transformando o atual cenário mundial e que irão impactar a nação brasileira nos próximos anos. É importante salientar que todas as tecnologias têm em comum a digitalização e a comunicação em redes de computadores que são os elementos fundamentais desta revolução.

Tabela 2 – Tecnologias Inovadoras da I4.0

Tecnologia	Definição
Big Data & Analytics	Realiza a coleta e a análise de uma grande variedade de dados relacionados a um negócio.
Cibersegurança	Proteção de dados e dispositivos conectados na Internet de modo a permitir um fluxo de dados controlado entre organizações ou entre usuários.
Computação na Nuvem	Relacionadas ao armazenamento dos dados permitindo uma infraestrutura mais flexível para usuários e organizações.
Integração de Sistemas	Conectar todos os elementos de uma cadeia de relacionamento para agilizar a tomada de decisão dentro do processo produtivo.
Internet das Coisas	Rede de comunicação de dispositivos com capacidade de processamento de dados.
Manufatura Aditiva	Construção de produtos físicos através de modelos digitais tridimensionais.
Realidade Aumentada	Interação do real com elementos virtuais.
Simulação	Modelagem matemáticas aliado com a virtualização para simular elementos reais através de formulação física ou químicas.
Sistemas Autônomos	Transformam conjuntos robóticos em sistemas independentes para realizar tarefas.
Automação digital	Sistemas de produção altamente flexíveis para produção de bens personalizáveis

Fonte: Adaptado de Sesi, 2020 e Confederação Nacional da Indústria, 2016

“Essas são as inovações a dar forma às “fábricas inteligentes [...]” (SESI, 2020, p. 20). Tecnologias conectadas que transformam toda a esfera produtiva em um ambiente controlado, com equipamentos e ferramentas que possuem a necessidade de parametrização e configuração suportada pelos conceitos mecatrônicos (MARZANO; MARTINOV; USCA, 2019, p. 214).

2.4. Competências requeridas pela Indústria 4.0

No momento atual, há uma amplitude de possibilidade de atuação para o profissional de Mecatrônica, o que traz algumas dificuldades sobre quais elementos deve buscar domínio. Além da diversidade de tecnologia, há também a abundância de “múltiplos campos e domínio” (Marzano; Martinovs; Usca, 2019, p. 214, tradução nossa). Conforme a Confederação Nacional da Indústria (2016) será necessário uma capacitação ampla para os profissionais poderem se adequar ao ambiente proporcionado pela I4.0.

Aires, Moreira e Freire, em seu estudo de 2017 com o título Competências Requeridas Aos Profissionais Da Quarta Revolução Industrial, listou 45 competências dando ênfase em 5, “as competências dos trabalhadores da indústria 4.0 mais requeridas são: criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos” (p.14). Em um estudo mais detalhado realizado pelo Sesi em 2020, relacionou as habilidades presentes na I4.0 em três grupos, a saber, sociocomportamentais; de gestão; e técnica, de acordo com as dez tecnologias inovadoras (ver tabela 2).

Figura 2 – As dez primeiras habilidades para a I4.0



Marzano, Martinovs e Usca (2019) se preocuparam em descrever as competências necessárias para um profissional em Mecatrônica, com o destaque de que poderia atuar em qualquer área de conhecimento, sinalizado que os conhecimentos de competências estariam fundamentados na robótica como tecnologia chave além de outras tecnologias. As aptidões padrões são:

Projetar algoritmos para processos de automação e desenvolver tarefas para projeto de máquinas; usar software para controle de máquina; monitoramento de máquinas mecatrônicas; detecção de falhas, reparo e manutenção de máquinas automatizadas; definir planos tecnológicos de produção; avaliar os níveis de automação da produção; escolher materiais adequados para a construção da máquina; desenvolver softwares para controles automatizados; determinar a vida útil de um sistema mecatrônico; projetar processos para garantir a operabilidade das máquinas com qualidade em longo prazo; avaliar soluções técnicas economicamente vantajosas; planejar a conclusão das tarefas em tempo hábil; gestão de pessoal; garantir requisitos e padrões ambientais, de saúde e segurança. (Marzano; Martinovs; Usca, 2019, p. 216, tradução nossa).

3. Metodologia

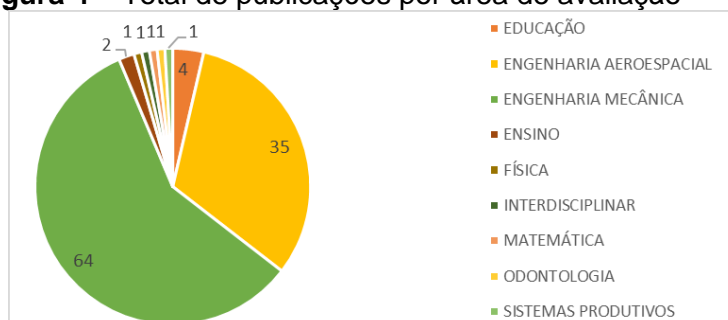
Conforme Vergara (2016), esta investigação é classificada quanto aos fins e aos meios. Quanto aos fins, é uma pesquisa exploratória. Exploratória pois ainda que exista uma quantidade significativa de publicações na área de Mecatrônica, é considerada restrita a sistematização dos conhecimentos que já foram construídos. Quanto aos meios, é bibliográfica, documental e uma pesquisa de levantamento (SURVEY). Adotou-se pesquisa bibliográfica, pois foi realizado uma investigação em artigos científicos, dissertações e livros sobre a publicação dos temas: Mecatrônica, Industria 4.0, Tecnologias Inovadoras, Mercado de trabalho, Competências requeridas pela Industria 4.0, no período compreendido entre 2015 a 2020. A pesquisa é documental pois se valeu de dissertações registradas no Catálogo de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A pesquisa é uma SURVEY envolvendo entrevistas com coordenadores do curso técnico de Mecatrônica; além de aplicação de questionário distribuído aos professores.

No tocante a amostra, em conformidade com Vergara (2016), foi não probabilística por acessibilidade dos pesquisadores; tendo sido aplicado a 25 professores de educação profissionalizante de nível técnico através de formulário eletrônico (Google Formulários), com retorno de 20 respostas; a aplicação do questionário eletrônico destinou-se a professores que estejam sintonizados com o ensino da Mecatrônica e com as tendências atuais de Mercado de Trabalho. A entrevista foi destinada a 3 formandos de programas de mestrado profissional, que produziram dissertações voltadas a área de Mecatrônica, visando captar a percepção e o conhecimento acerca da bibliografia relacionada ao propósito do artigo.

O instrumento utilizado para a coleta de dados com os professores de ensino técnico foi um questionário composto por livre consentimento. O

seguido pela região Sudeste com 43%. As demais regiões, juntas possuem 4% da quantidade total das publicações. É possível perceber que as maiores concentrações de publicações estão no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) com 55 (50% do total) publicações, e no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) no estado de São Paulo com 35 (32% do total) publicações.

Figura 4 – Total de publicações por área de avaliação



Fonte: Elaborado a partir do acervo pessoal, 2021

Nas figuras 4 e 5 é possível notar outro dado complementar, em que a quantidade mais relevante de publicações ocorre na área de Engenharia Mecânica, na instituição IFSC, seguido pela área de Engenharia Aeroespacial no ITA. Uma segunda observação foi realizada buscando encontrar a quantidade de publicações direcionadas para a área de ensino e educação, investigando as produções avaliadas na área de ensino e na de educação, além de reparar os títulos e palavras-chave que contêm os termos: educação; e ensino. O total de dissertações são 10, representando 9% do total.

Figura 5 – Total de publicações por área de publicação

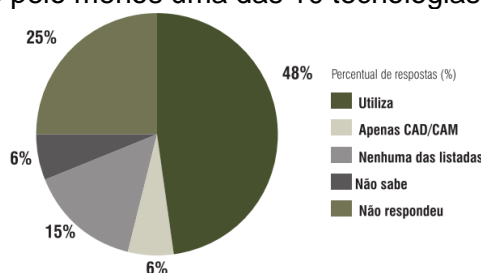


Fonte: Elaborado a partir do acervo pessoal, 2021

É distinguível que a maior parte das publicações está na área de Engenharia Mecânica. Este número pode corroborar o atual momento tecnológico de nosso país, conforme evidenciado por Silva; Viana; Vilela Jr. em 2020 e Passos (2020), que declaram existir um ambiente propício para o desenvolvimento de uma cultura digital da I4.0; porém há uma defasagem na implantação dentro de ambientes industriais brasileiros. "As indústrias nacionais estão agora aderindo à terceira revolução industrial, onde se faz o

uso da automação através da eletrônica, robótica, programação e redes." (SILVA; VIANA; VILELA JR., 2020, p.159).

Figura 6 – Utilização de pelo menos uma das 10 tecnologias digitais listas na tabela 2



Fonte: Confederação Nacional da Indústria, 2016, p. 19

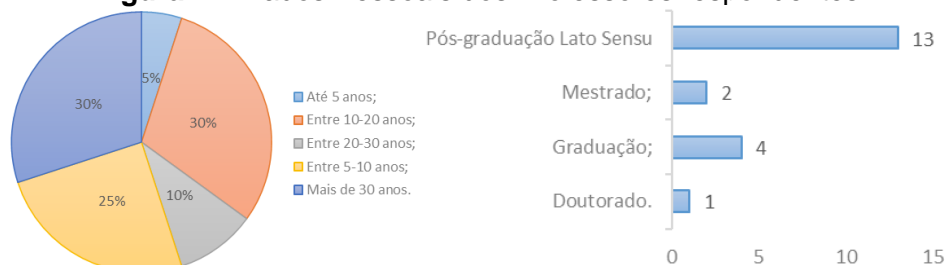
No estudo realizado pela Confederação Nacional da Indústria (2016), expõe que a implantação da Indústria 4.0 no país ainda não é de forma massiva, dado que a maior parte das empresas no Brasil desconhecem ou utilizam muito pouco as tecnologias inovadoras, conforme indicado na figura 6. “Perfil da amostra: 2.225 empresas [...]. De 29 Setores da Indústria de Transformação e Extrativa. Período de coleta: 4 a 13 de janeiro de 2016.” (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016, p. 19).

Dois fatores que fundamentam essa inferência referem-se a distribuição de produções durante os anos mensurados e a quantidade de produções relacionadas a educação e ensino. Nas figuras 3 e 5 pode-se constatar que ambos os fatores decaem ao longo dos anos. Em 2015 houve 50 produções (45,45%) com 5 relacionadas a educação, havendo contudo uma publicação (0,9%) em 2020 relacionada ao ensino.

4.2. Percepção de professores de ensino profissionalizante nível técnico

O resultado do questionário realizado pelos docentes sinaliza que a maior parte dos respondentes (65%) possui experiência, em docência, acima de 20 anos e parte significativa (30%) está entre 10 e 20 anos, conforme constatado pela figura 7. Podemos observar, também, que apenas 3 professores (15%) possuem nível *Stricto Sensu* e 13 (65%) possuem *Lato Sensu* como maior titulação.

Figura 7 – Dados Pessoais dos Professores respondentes



Fonte: Elaborado a partir do acervo pessoal, 2021

Os professores afirmam, através da pesquisa, que as competências técnicas, socioemocionais e de gestão são de muita importância para o profissional em Mecatrônica. A tabela 3 lista quais foram as competências

questionadas, separadas em colunas e destaca alguns dados estatísticos, no qual é possível perceber que a média e o desvio padrão de cada tipo de competência está bem próximo (5,336 e 0,23; 5,195 e 0,259; 5,0714 e 0,2706). Além disso, os demais valores demonstram proximidade, como valores: máximos, mínimos e amplitude; e o intervalo.

Tabela 3 – Importância das competências técnicas, socioemocionais e de gestão

Técnicas	Média	Socioemocionais	Média	Gerenciais	Média
Reparo e manutenção de equipamentos	4,9	Mentalidade Digital	5,15	Controle de qualidade	5,3
Desenvolvimento de equip. automatizados e/ou robóticos	5,6	Inteligência emocional	4,85	Gestão de Pessoas	4,8
Controle e operação de equipamentos	5,2	Negociação	4,7	Liderança	4,8
Programação de equipamentos automatizados	5,5	Pensamento Crítico	5,35	Gestão de Projetos	5,45
Instalação de sistemas automatiz. e/ou robotizados	5,45	Orientação de serviço	5,05	Gerenciamento de Recursos Financeiros	4,9
Integração de equipamentos mecânicos e eletrônicos	5,35	Comunicação	5,4	Gerenciamento de Recursos Materiais	4,95
Elaboração de Documentação técnica	5,35	Trabalho em equipe multidisciplinar	5,45	Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade	5,3
		Responsabilidade social e moral	5,4		
		Autonomia	5,2		
		Resiliência	5,4		
<i>Dados Estatíst.: Comp. Técnicas</i>		<i>Dados Estatíst: Comp. Socioem.</i>		<i>Dados Estatíst.: Comp. de Gestão</i>	
Média	5,336	Média	5,195	Média	5,0714
Erro padrão	0,087	Erro padrão	0,082	Erro padrão	0,1023
Desvio padrão	0,23	Desvio padrão	0,259	Desvio padrão	0,2706
Intervalo	0,7	Intervalo	0,75	Intervalo	0,65
Mínimo	4,9	Mínimo	4,7	Mínimo	4,8
Máximo	5,6	Máximo	5,45	Máximo	5,45
Contagem	7	Contagem	10	Contagem	7

Fonte: Elaborado a partir do acervo pessoal, 2021

Com a observação dos resultados da tabela 3, é possível sinalizar que os professores acreditam ser de muita importância a aquisição de todas as competências relacionadas à I4.0, porém ao reparar nas respostas da pergunta aberta realizada sobre quais publicações utilizam como referência, a maior parte declarou utilizar materiais como livros-textos, apostilas e sites. A figura 7, apresenta os termos mais citados pelos professores e é perceptível que não há muitas ocorrências de autores de livros ou expressões relativas a títulos de pesquisa científica.

Estes dados vêm ao encontro com a dedução formada pela quantidade de 110 dissertações comentado anteriormente. A baixa adesão à trabalhos científicos no período de 2015 a 2020 sinaliza que os docentes pesquisados baseam-se, para suas aulas, em materiais relacionados a tecnologias anteriores à Revolução 4.0, tecnologias estas baseadas em computação, eletrônica e mecânica.

Ao aplicar o questionário destinado aos professores, este contemplou uma questão aberta que versou sobre os materiais utilizados como referências para suas práticas em sala de aula. Na sequência foi elaborada uma nuvem de palavras, explicitada na figura 8, através do software <https://www.wordclouds.com/>, com o propósito de identificar o enfoque adotado pelos professores em suas disciplinas.

A pesquisa investigou as publicações em programas de Mestrado Profissional na área de Mecatrônica, com base no que foi exposto neste estudo, pode-se salientar que há restrita produção na área de Mecatrônica, no período de 2015 a 2020. Neste período, entretanto foram identificadas uma maior incidência de dissertações, abrangendo a área de mecânica no estado de Santa Catarina, porém com um decréscimo ao longo dos anos observados.

Constatou-se que os professores compreendem a necessidade que a Indústria 4.0 impõe na formação do profissional em Mecatrônica, por outro lado não identificam publicações acadêmicas como uma das bases de referência para condução de suas práticas pedagógicas. Uma das possíveis respostas se encontra no momento industrial do país, ainda defasado na implantação de tecnologias da Terceira Revolução Industrial.

Sendo este trabalho voltado a um recorte temporal, as conclusões não podem ser expandidas, por isso é importante ressaltar a necessidade de ampliar a pesquisa sobre a temática investigada, uma vez que o presente estudo não é finalístico. Nesse sentido sugere-se pesquisas complementares que certamente contribuirão para a formação de profissionais em Mecatrônica, uma vez que o mercado de trabalho, a partir da Revolução 4.0 vem se constituindo como uma prática vigente em nível mundial e, conseqüentemente no particular no Brasil.

Referências

AIRES, R. W. do A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. de S. INDÚSTRIA 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. **Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação – ciki**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314>. Acesso em: 14 set. 2021.

BRUCIAPAGLIA, Augusto Humberto et al. Formação em controle e automação no Brasil. In: AGUIRRE, Luis Antonio (Ed.). **Enciclopédia de automática: controle e automação**, v. 1. São Paulo: Blucher, 2017. 450 p.

Confederação Nacional da Indústria. **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016. 34 p.

ENGETELES., Indústria 4.0 – *Tudo que você precisa saber sobre a Quarta Revolução Industrial*. Distrito Federal, 2017. Disponível em: <https://engeteles.com.br/industria-4-0/>. Acesso em 08 Set. 2021

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**, 7 ed.. São Paulo: Grupo GEN, 2019, 230 p.

MARZANO, G.; MARTINOVŠ, A.; UŠČA, S.. Mechatronics education: needs and challenges. In: **ENVIRONMENT. TECHNOLOGIES. RESOURCES. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference**. 2019. p. 214-217. Disponível em: <http://journals.ru.lv/index.php/ETR/article/view/4199>. Acesso em: 09 set. 2021.

NISE, N. S.. **Engenharia de Sistemas de Controle**, 7 ed.. Rio de Janeiro: LTC, 2017, 745 p.

PARENTE, A. P. et al. Automação de Processos Industriais: do Pneumático à Indústria 4.0. **Revista Processos Químicos**, v. 12, n. 24, p. 101-108, 2 jul. 2018. Disponível em: http://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq_n1/article/view/468. Acesso em: 11 set. 2021.

PASSOS, L. H. S.. A Indústria 4.0: Fundamentos e Principais Impactos Na Economia Brasileira. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 12, n. 2, p. 53-63, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.18361/2176-8366/rara.v12n2p53-63>>. Acesso em: 13 set. 2021.

PAZ, A.C., Loos, M. J.. A importância da computação em nuvem para a indústria 4.0. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 16, n. 2, p. 166-185, Abr./Jun. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/9317/7937>>. Acesso em: 10 set. 2021.

ROSARIO, J. M. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2005. 362 p.

SESI. Departamento Regional do Paraná. **Skills 4.0: habilidades para a indústria**. Curitiba: PR, 2020. 100 p.

SILVA, E. C.; VIANA, H. B.; VILELA JR., G. DE B. Metodologias ativas numa escola técnica profissionalizante: Active methodologies in a professional technical school. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 33, n. 1, p. 158-173, 2020. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/18473>. Acesso em: 09 set. 2021.

SILVEIRA, Marcos Azevedo da. Controle e automação: história e caracterização. In: AGUIRRE, Luis Antonio (Ed.). **Enciclopédia de automática: controle e automação**, v.1. São Paulo: Editora Blucher, 2017. 450 p.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez et al. Os discursos acerca dos desafios da siderurgia na indústria 4.0 no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 28290-28309, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/5094>. Acesso em: 12 set. 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.**, 16ed.. São Paulo: Grupo GEN, 2016.