



FACULDADE SENAI DE TECNOLOGIA MECATRÔNICA

INDÚSTRIA 4.0: UM ESTUDO SOBRE SUA APLICAÇÃO NO ENSINO TÉCNICO PROFISSIONALIZANTE

INDUSTRY 4.0: A STUDY ON ITS APPLICATION IN VOCATIONAL TEACHING EDUCATION

George Geraldo de Oliveira Silva^{1, i}

Daniel Camusso^{2, ii}

Daniel Otávio Tambasco Bruno^{3, iv}

Jorge Antonio Giles Ferrer^{4, iii}

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar como as instituições de educação técnica profissionalizante estão se preparando para formar profissionais capazes de atuar na Indústria 4.0. Para se cumprir este objetivo, realizou-se uma pesquisa de campo de natureza quantitativa que contou com a participação de 90 respondentes, sendo professores, instrutores e educadores de escolas profissionalizantes do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Com os dados coletados e tratados, verificou-se, dentre outras conclusões, que as tecnologias da Indústria 4.0 já é algo presente no ambiente de aprendizagem e que para muitos alunos, o primeiro contato com essas tecnologias é durante o ensino técnico/ profissional. A pesquisa de campo também refletiu, de modo geral, que há um engajamento do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial quanto as tecnologias da Indústria 4.0 nas metodologias de aprendizagem.

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze how professional technical education institutions are preparing to train professionals able to work in the Industry 4.0. In order to fulfill this objective, a quantitative field research was carried out with the participation of 90 respondents, being teachers, instructors and educators of vocational schools of the National Service of Industrial Learning (SENAI). With the data collected and treated, it was verified, among other conclusions, that the technologies of Industry 4.0 already is something present in the learning environment and that for many students, the first contact with these technologies is during the technical / professional education. Field research also reflected, in general, that there is an engagement of the National Industrial Learning Service regarding Industry 4.0 technologies in learning methodologies.

Data de submissão: (17/04/2019)

Data de aprovação: (15/06/2019)

¹Pós-graduado em Projeto, Manufatura e Engenharia Auxiliados por Computador (CAD/CAM/CAE). E-mail: george_silva@sp.senai.br.

² Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. Especialista em Engenharia Automobilística. E-mail: daniel.camusso@sp.senai.br

³ Mestre em Engenharia da Informação. Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: daniel.bruno@sp.senai.br

⁴ Doutor em Engenharia Mecânica. Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: Jorge.ferrer@sp.senai.br

1 INTRODUÇÃO

De acordo com artigo publicado no site da Fundação Instituto de Administração – FIA (2018), a atual revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, tem fomentado questões relacionadas a formação técnico profissional e sua atuação em empresas industriais e do segmento de serviços.

No decorrer deste artigo, será possível analisar que na manufatura inteligente, toda a informação do processo produtivo ocorre de maneira integrada, um conceito conhecido como integração vertical e horizontal das informações, na qual a cadeia de processo se comunica de forma que a informação é compartilhada por toda a linha de produção, como orienta Pederneiras (2019). A introdução as tecnologias prospectadas pelos conceitos da Indústria 4.0, tais como prototipagem rápida e fabricação digital é muito importante no ensino técnico profissionalizante da nova geração de profissionais técnicos.

É neste contexto que surge o questionamento de como as instituições de educação profissional estão se mobilizando para formar profissionais capacitados que atendam às necessidades da Indústria 4.0.

O presente artigo tem por objetivo analisar como as instituições de educação técnica profissionalizante estão mobilizando para formar profissionais capacitados de acordo com as competências e habilidades da Indústria 4.0.

Dessa maneira, a justificativa desta pesquisa se configura em torno da seguinte questão: como as instituições de educação técnica estão se preparando para formar novos profissionais de modo a desenvolver suas habilidades para atuar na Indústria 4.0?

Neste estudo, o autor trará elementos que confirmarão a importância das tecnologias da Indústria 4.0 inseridas no ambiente de aprendizagem profissional. Entendendo que a educação profissional é parte fundamental desta nova revolução industrial, enfatiza-se a necessidade de recursos e estrutura adequada para a formação de futuros engenheiros, arquitetos, e demais profissionais técnicos.

2 EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DA INDÚSTRIA NO BRASIL

Alcantara e Lucena (2006) orienta que em meados do século XVIII, quando a Revolução Industrial teve início na Inglaterra, o Brasil ainda tinha uma economia que girava em torno do setor agrícola. A atividade industrial era pouca, os produtos manufaturados eram importados de Portugal.

Ainda segundo os autores, a partir dos anos 1930, intensificou-se a atividade industrial no país. Como consequência, houve profundas transformações no perfil do trabalhador brasileiro. Se antes compreendia ao profissional de campo, que desenvolvia suas atividades de maneira instintiva, agora o setor manufatureiro necessitava de operário com capacitação técnica para desempenhar as suas funções no ambiente fabril.

Paul Singer (1985), citado por Alcantara e Lucena (2006, p. 2), orienta sobre essas transformações na economia do país:

Em 1920, o operariado, manufatureiro ou industrial de 293.673 pessoas praticamente se perde numa população economicamente ativa de 9.566.840 pessoas, das quais 66,7% trabalhavam no campo. (...) Entre 1920 e 1940, prosseguiu processo de industrialização e portanto, de formação da classe operária, sem alterar

de forma decisiva a estrutura social do País. Em 1940, a classe operária era composta por 2.046.945 trabalhadores, dos quais 960.663 (38,2%) na indústria de transformação e os restantes em serviços: governo, serviços sociais, transporte e comunicações. (SINGER, 1985, p. 57-58 *apud* ALCANTARA; LUCENA, 2006 p. 2).

Segundo Assis (1999) o processo de industrialização no Brasil foi importante não só pelo desenvolvimento econômico do país, mas também pela repercussão em outros setores da economia, como serviços, agronegócio e sobretudo a educação profissional.

Alcantara e Lucena (2006) descrevem que na década de 70 houve transformações significativas na tecnologia utilizada pelas indústrias que até então tinham suas fábricas mecanizadas. O setor industrial passou a utilizar um padrão eletromecânico em seus processos de produção; mais tarde, evoluía para circuitos integrados dando origem aos dispositivos programáveis baseados na microeletrônica. Surgia então os microprocessadores que possibilitaram a implementação massificada no campo da automação, modificando a forma de produzir.

Obviamente, essas mudanças impactaram na educação profissional do país, que precisou capacitar trabalhadores para atender a esta nova configuração da produção e do trabalho. Neste contexto, surgem os cursos técnicos, em suas várias modalidades de acordo com os segmentos industriais. Alcantara e Lucena (2006) comentam que:

Os cursos profissionalizantes em geral, particularmente os cursos técnicos se adequaram, em maior ou menor grau, às transformações ocorridas no mundo do trabalho, bem como a legislação que os regulamenta. Tal adaptação foi implementada no sentido de atender as demandas por qualificação do trabalhador, em geral numa perspectiva de torná-lo adequado às vicissitudes de um mundo do trabalho em transformação, sob a ótica do empresariado, com vista a garantir a acumulação do capital. (ALCANTARA; LUCENA, 2006, p. 17).

Os cursos técnicos ofertados pelas escolas profissionalizantes, moldavam-se de acordo com o panorama emergente das indústrias e da sociedade de forma geral. E ainda hoje caracteriza-se desta forma. Trata-se de um setor com dinamismo que deve sobretudo acompanhar as tendências tecnológicas no âmbito da produção industrial para formar profissionais técnicos capazes de atender tal demanda.

Dados do Mapa Estratégico da Indústria realizado pelo Fórum Nacional da Indústria, que estudou o período entre 2007 a 2015, demonstraram que, na visão das indústrias, o desenvolvimento do país está diretamente ligado a educação técnica e superior sob uma nova perspectiva a respeito do desenvolvimento de seus conteúdos acadêmicos: com foco multidisciplinar onde o aluno possa absorver não somente as competências técnicas, mas também questões ligadas a comunicação, resolução de problemas, relacionamento interpessoal, etc.

Baseado no estudo de Venâncio e Brezinski (2017), nos últimos anos, a indústria passa por mais uma grande transformação: os desafios da Indústria 4.0; considerada a quarta revolução industrial, essa nova fase tem como princípio a comunicação Máquina-para-Máquina (M2M) entre os equipamentos e processos inseridos nos meios de produção, criando uma mudança drástica nos processos, na relação homem-trabalho-máquina e nos consumidores. A Indústria 4.0 também é desafiadora na área da educação técnico profissional, porque revoluciona o paradigma tradicional de educação, sugerindo ambientes

mais tecnológicos com instrumentação de ponta para que o aluno possa desenvolver as competências que os tornem aptos a vislumbrar essa nova realidade.

2.1 Indústria 4.0

A Indústria 4.0 tem como proposta melhorar processos no ambiente fabril utilizando-se dos processos de comunicação instantânea e inteligente, possibilitando iniciativas inovadoras e tecnológicas que propõem metodologias mais assertivas por meio da conectividade entre pessoas, máquinas e peças. Em um ambiente fabril, a Indústria 4.0 permite, por exemplo, a conexão dos inúmeros departamentos que compõe uma empresa e são interdependes entre si, como a integração de um sistema de logística com o departamento de marketing e vendas através de sistemas ciber-físicos constituídos a partir de inteligência artificial.

Na prática, como bem descreve a plataforma digital Collabo (2017), em e-book intitulado “A Indústria 4.0 e a revolução digital”, essa conectividade dispensa o uso de programação nas linhas de produção:

[...] ao chegar nas máquinas, as peças estarão carregadas de informações e dirão aos equipamentos o que é necessário para que elas se tornem um produto final, verificando se eles serão capazes de realizar os processos. [...] As próprias máquinas poderão decidir a hora de aumentar ou reduzir a produção e ligar ou desligar. (COLLABO, 2017).

Com isso, dimensiona-se o avanço que a Indústria 4.0 pode trazer ao setor industrial, econômico e social do país. Análises e decisões até então tomadas pelo homem, serão delegadas às máquinas que otimizarão o processo de forma lógica e precisa. A Indústria 4.0 mudou a forma de como os objetos são criados, produzidos e consumidos.

2.1.1 Fabricação digital no contexto da Indústria 4.0 e impactos na educação profissional

Pellegrine (2012), orienta que a fabricação digital se refere às tecnologias de controle numérico computadorizado (CNC) sugerindo a transferência de dados de um programa de modelagem 3D para uma máquina CNC. Isso permite a produção de modelos em escala real de componentes construtivos diretamente de modelos digitais 3D. A fabricação digital permite resultados variáveis e não repetitivos, induz ao conceito de *mass-customization*, ou seja, a técnica da produção em massa customizada, permitindo o desenvolvimento de sistemas construtivos não padronizados através de diferenciações seriais e variações digitalmente controladas.

De acordo com Rubmann, *et. al* (2015) do BCG (*The Boston Consulting Group*), nove tecnologias avançadas são bases para a Indústria 4.0: robôs autônomos, simulação, integração horizontal e vertical de sistemas, a internet das coisas, segurança da informação, nuvem de dados, manufatura aditiva, realidade aumentada, *big data e analytics*.

A chamada “fábrica digital” compreende um conjunto de tecnologias que integram diversas informações em um ambiente virtual, possibilitando a simulação, análise, quantificação e planejamento dos processos. Dentro do contexto da Indústria 4.0, o ambiente virtual funciona como um espelho do mundo físico. Utilizando dados do processo real, é possível realizar otimizações e ter ganhos de produtividade significativos sem a necessidade

de realizar testes no ambiente de produção. Dessa forma, otimiza-se as configurações de máquinas para a próxima linha de produção que ainda está em planejamento no ambiente virtual, antes mesmo de realizar mudanças no mundo físico, o que garante um ganho de tempo no setup de máquinas e uma melhora na qualidade do processo. (RUBMANN, *et. al.*, 2015).

Pederneiras (2019), orienta que no futuro, quando a integração vertical dos sistemas estiver em pleno funcionamento, a integração com as simulações virtuais será mais eficaz de forma que o ambiente virtual terá a informação que está sendo utilizada na máquina em tempo real, possibilitando a melhoria da produção e o reabastecimento do ciclo. A digitalização traz mudanças profundas, não apenas no campo tecnológico, mas também nas relações de consumo, cadeia de suprimentos, relações de trabalho e formação profissional.

A autora define os conceitos de Integração Horizontal e Vertical dos sistemas fabris:

[...] o conceito de integração alinhado à indústria 4.0 foi dividido em integração horizontal e integração vertical. O primeiro diz respeito à toda cadeia produtiva: desde fornecedores até os clientes. Já o segundo, integra as funções a serem desenvolvidas dentro da fábrica. Para alcançar os melhores resultados, ainda deve haver a interação entre as integrações verticais e horizontais para unir processos e otimizar a produção como um todo. (PEDERNEIRAS, 2019).

Obviamente, tamanho avanço tecnológico nos ambientes fabris exige um novo perfil de profissional. Tais mudanças vão criar muitas oportunidades de desenvolvimento, com mais liberdade para contribuir na tomada de decisão, no redesenho de processos e no autodesenvolvimento. A digitalização demandará dos profissionais capacidade criativa e analítica para assimilar as tecnologias digitais e perspicácia para torná-las efetivas, viabilizando novos formatos de negócios.

Ao passo que os sistemas usam estas tecnologias para se conectar entre si e otimizar o processo de fabricação, algumas funções antes exercidas por humanos serão aprimoradas pelas máquinas. Por um lado, isso fornece maior precisão na transferência de informações, por outro, faz com que o profissional que antes exercia essa função, precise se capacitar para controlar os sistemas integrados e garantir que o fluxo de informação esteja adequado. (PEDERNEIRAS, 2019).

A Indústria 4.0 desafia a área educacional a uma remodelagem de metodologia e técnicas de aprendizagem. Os limites de projetos de produtos e serviços, podem ser expandidos ao se incorporarem fatores dinâmicos na proposta de soluções em um contexto contemporâneo caracterizado pelos avanços tecnológicos, assim muitas instituições de ensino cooperam nesse processo.

A exemplo, existem os *Maker Spaces* (espaço de construção), tendência já presente em muitas instituições de ensino que abrem seus ambientes à comunidade, transformando-as em espaços colaborativos para estímulo a educação através de troca e partilha de conhecimentos e experiências entre usuários.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA DE CAMPO

Para fornecer o embasamento necessário a este artigo, foi realizada pesquisa de campo quantitativa. Para Kauark, Manhães e Medeiros (2010), a pesquisa de natureza quantitativa propõe a interpretação em números de informações e opiniões sobre

determinado tema. Esses números podem ser quantificados e analisados por meio de ferramentas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão).

Foi elaborado um questionário a partir do referencial teórico desse artigo, sendo este, o instrumento de coleta de dados para a pesquisa de campo quantitativa. O questionário foi inserido em plataforma eletrônica e teve seu *link* divulgado via *e-mails* e redes sociais para público-alvo. O questionário foi composto por dez questões de múltipla escolha e encontra-se disponível para consulta no Apêndice A. A pesquisa de campo foi aplicada no período de 02 de abril de 2019 a 11 de abril de 2019 e contou com a participação de 90 respondentes, sendo professores, instrutores e educadores atuantes nas escolas profissionalizantes do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), no âmbito do Estado de São Paulo.

O cálculo para o tamanho da amostra foi realizado com base na planilha de informações do corpo técnico do SENAI SP, disponível em site da instituição. O número total de funcionários do SENAI SP corresponde a 6.222 colaboradores, entretanto foi considerado para o cálculo da amostra apenas 60% desse valor, correspondente ao corpo de instrutores e professores da instituição. Portanto, a população total da pesquisa foi de 3.733, que resultou em amostragem mínima de 67 respondentes, considerando margem de erro de 10%. O cálculo de tamanho de amostra e a pesquisa de campo foram realizados na plataforma digital *Survey Monkey*.

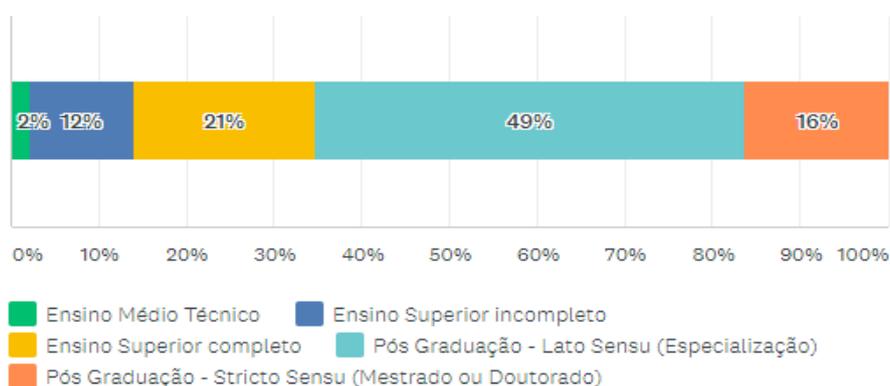
4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Após a aplicação da pesquisa de campo, foi realizada a análise e interpretação dos resultados.

4.1 Nível de escolaridade e atuação na unidade escolar

Com relação ao nível de escolaridade dos respondentes, verifica-se que 65% são pós graduados. Um número expressivo que corresponde à 49% de pós-graduados em nível de especialização somados aos 16% de pós graduados em nível de mestrado ou doutorado. Outros 33% dos entrevistados possuem nível superior completo ou em andamento. Os dados possibilitam uma amostragem positiva quanto ao grau de instrução dos educadores de ensino profissional (gráfico 1).

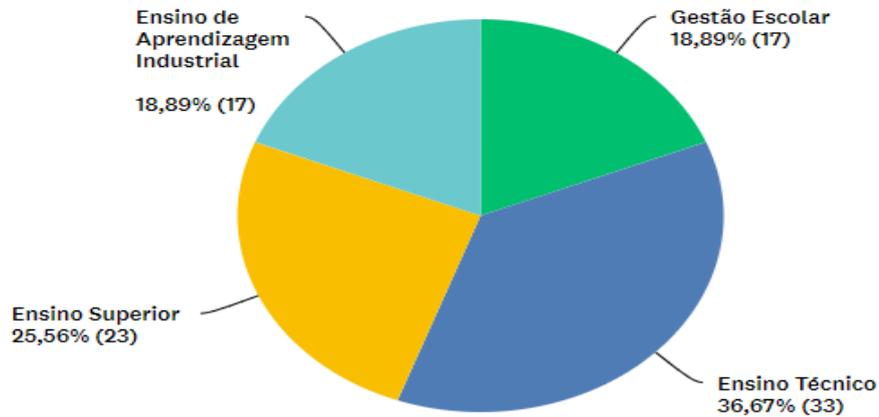
Gráfico 1 – Nível de Escolaridade



Fonte: Dados do autor.

A pesquisa também abordou quanto a atuação profissional do entrevistado na unidade escolar. Juntos, professores e instrutores de ensino superior, técnico e de aprendizagem industrial somam 81,12% dos respondentes (gráfico 2).

Gráfico 2 – Atuação na unidade escolar

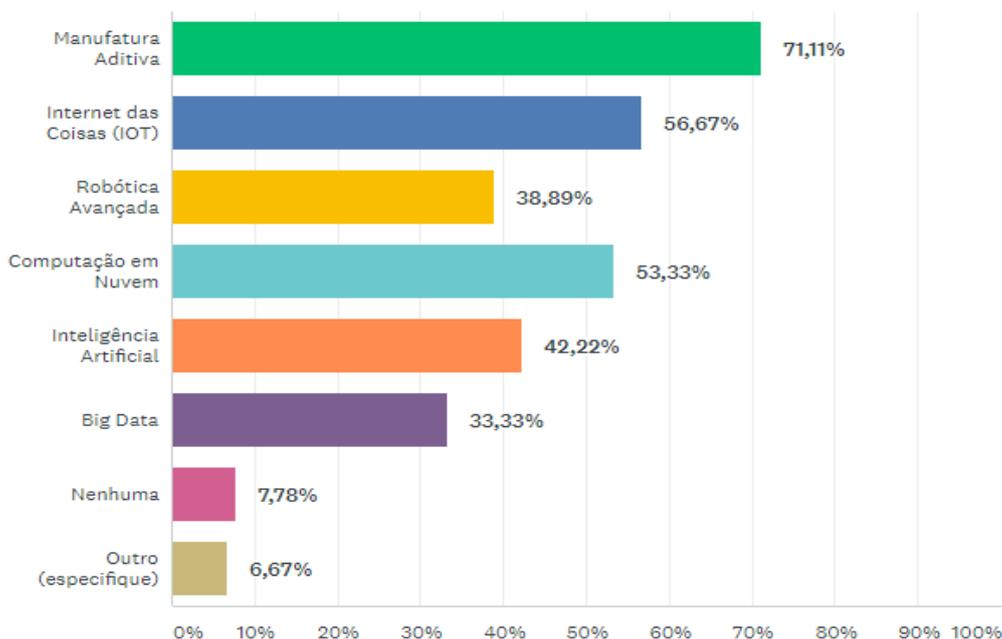


Fonte: Dados do autor.

4.2 Tecnologias da Indústria 4.0 e aplicação prática no ensino profissional

Quando questionados sobre o conhecimento das tecnologias da Indústria 4.0 (gráfico 3), a pesquisa demonstrou que muitos educadores marcaram mais de uma opção, sendo a tecnologia Manufatura Aditiva a mais conhecida, com 71,11% da popularidade. Destaca-se também que apenas 7,78% dos entrevistados alegaram não conhecer nenhuma das tecnologias apresentadas nas opções de respostas. Pode-se interpretar esse comportamento como positivo, pois o conhecimento das tecnologias pelos educadores é essencial no processo de ensino das mesmas.

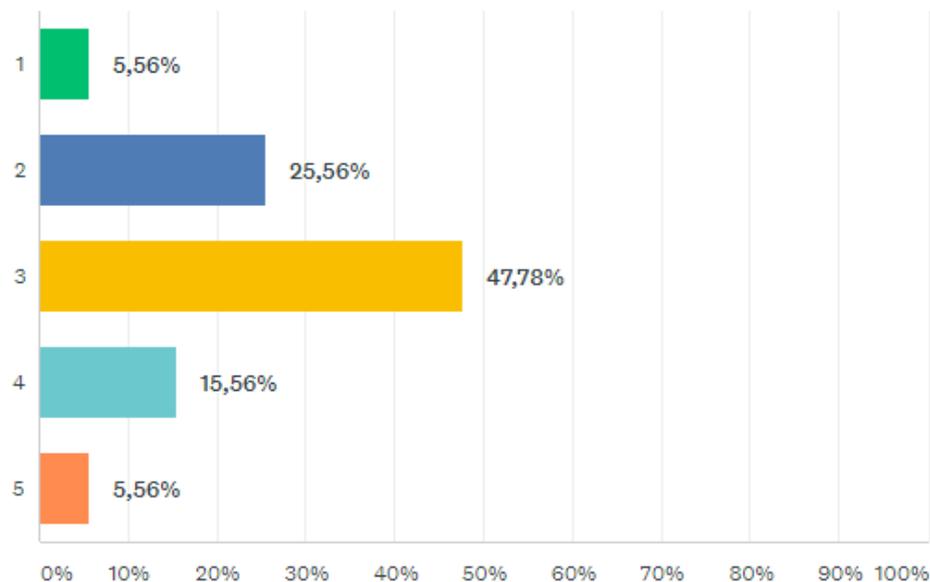
Gráfico 3 – Conhecimento das tecnologias da Indústria 4.0



Fonte: Dados do autor.

Entretanto, apenas o conhecimento de algumas tecnologias da Indústria 4.0 não significa que estes docentes e gestores do ensino profissional sintam-se plenamente preparados para este novo cenário industrial do país. Em determinada questão da pesquisa, os participantes deveriam indicar o quanto se sentiam preparados frente as tecnologias da Indústria 4.0, considerando uma escala de 1 a 5, onde 1 significa “pouco preparado” e 5, “muito preparado”. O gráfico 4 demonstra um nível mediado (maior incidência de respostas no item 3) impresso pela autopercepção dos respondentes quanto ao grau de preparação para as tecnologias da Indústria 4.0.

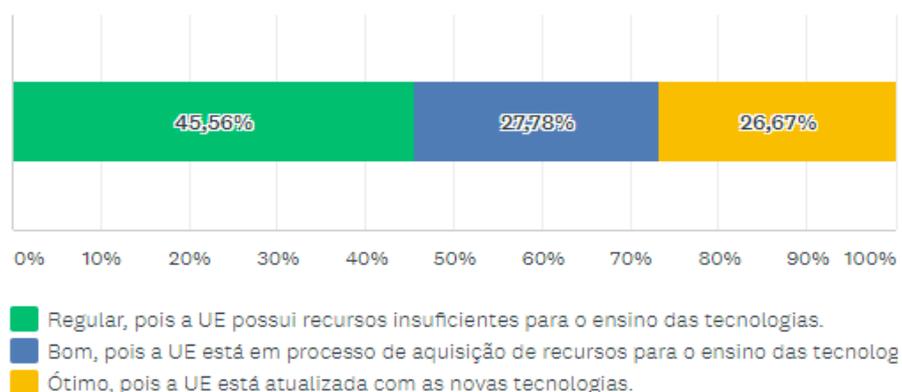
Gráfico 4 – Autopercepção do entrevistado quanto ao nível de preparação para a Indústria 4.0



Fonte: Dados do autor.

O gráfico 5 indica a percepção do entrevistado quanto ao ensino das tecnologias da Indústria 4.0 na unidade escolar (UE). Os dados sugerem que a falta de recursos para o ensino das tecnologias seja um dos fatores que atrapalha o pleno domínio dos educadores quanto a Indústria 4.0. Contudo, este cenário retrata apenas uma hipótese, visto que apesar de 45,56% considerarem regular o ensino das tecnologias, houve um equilíbrio razoável entre as pessoas que consideram bom (27,78%) e ótimo (26,67%).

Gráfico 5 – Ensino nas tecnologias da Indústria 4.0 na unidade escolar

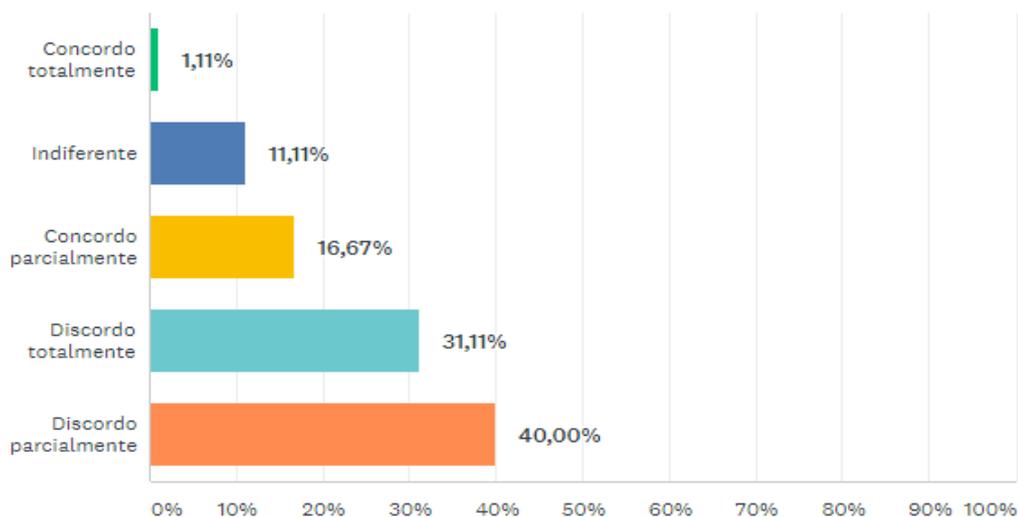


Fonte: Dados do autor.

Uma das questões da pesquisa de campo, abordou sobre conhecimento prévio dos alunos quanto às tecnologias da Indústria 4.0. A pergunta foi formulada tendo como base a escala de Likert, que visa extrair graus de concordância sobre um determinado assunto.

O gráfico 6 representa o grau de concordância para a seguinte afirmação: “Ao ingressarem na unidade escolar, os alunos demonstram conhecimento prévio quanto as tecnologias da Indústria 4.0?”. Verifica-se que 71,11% dos entrevistados discordaram de forma total ou parcial desta afirmação, número bastante expressivo.

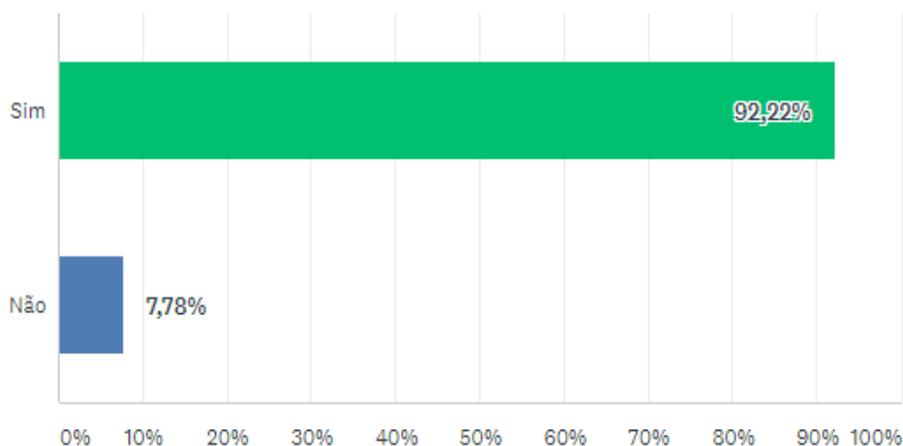
Gráfico 6 – Conhecimento prévio dos alunos quanto as tecnologias da Indústria 4.0



Fonte: Dados do autor.

Já no gráfico 7, constata-se que apesar desta falta de conhecimento prévio por parte dos alunos, a grande maioria (92,22%) demonstra interesse pelo tema. A análise desses dados permitem uma reflexão mais profunda sobre a contribuição que as intuições de ensino profissional têm frente as tecnologias da Indústria 4.0., visto que elas viabilizam um primeiro contato desse aluno com as novas tecnologias.

Gráfico 7 – Interesse dos alunos quanto as tecnologias da Indústria 4.0



Fonte: Dados do autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi gerar uma reflexão em torno de como as escolas técnicas profissionalizantes estão se preparando para formar novos profissionais de modo a desenvolver suas habilidades para atuar na Indústria 4.0.

Através do referencial teórico e da pesquisa de campo realizada com instrutores, professores e educadores de escolas de educação técnica profissional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), pode-se concluir a importância das tecnologias da Indústria 4.0 inseridas no ambiente de aprendizagem profissional, sobretudo porque para cerca de 71,11% dos alunos, o ambiente escolar permite um primeiro contato com as tecnologias da Indústria 4.0.

Entende-se que a educação profissional está inserida no contexto da nova revolução industrial, portanto enfatiza-se a importância de investimento em recursos instrumentais adequados nos ambientes de aprendizagem, pois somente desta forma será viabilizado o ensino prático, além dos conceitos teóricos na formação dos futuros profissionais que atuarão na Indústria 4.0.

É perceptível a necessidade em expandir e explorar as ferramentas que multiplicam o conhecimento dos pilares da indústria 4.0, criando métodos e estratégias inovadoras e necessárias para facilitar o aprendizado dos educandos. Como resultante desse estudo, chega-se à conclusão de que os recursos tecnológicos não são a maior dificuldade no ambiente de aprendizagem, mas sim a metodologia quanto a difusão do conhecimento para proporcionar maior interação, elucidação e aprendizado de todos.

Diante da velocidade da inovação, a aprendizagem de novas tecnologias deve ir além do uso de recursos instrumentais e equipamentos, sobretudo a instituição deve desenvolver o aluno desde o primeiro contato com as tecnologias da Indústria 4.0, prosseguindo, continuamente com temas inovadores que o façam desenvolver o pensamento inovador.

Sobretudo, é fundamental que as instituições estejam alinhadas a um planejamento técnico e pedagógico estratégico a fim de desenvolver competências dinâmicas com foco nas necessidades individuais e coletivas dos discentes, deixando de lado o método de simplório da replicação de um conteúdo.

No âmbito da educação técnica profissional, observa-se um cenário ainda no início da aplicação de novas tecnologias da Indústria 4.0. Este é o momento de consolidar uma cultura que facilite a solução de problemas, otimizando e compartilhando o conhecimento da Indústria 4.0 de maneira integrada aos demais aspectos da vida cotidiana.

Diante dos resultados obtidos nesse estudo, pode-se concluir que as tecnologias da Indústria 4.0 estão em expansão nos ambientes de aprendizagem no ensino técnico profissionalizante. Há um engajamento por parte das instituições de ensino, mas esse movimento ainda não está totalmente integrado, talvez pelo momento de transição para esta nova era industrial.

A partir deste estudo, ficam as sugestões para prosseguimento da pesquisa acadêmica:

- a) Como pequenas empresas utilizam as tecnologias da Indústria 4.0.
- b) Indústria 4.0: como as tecnologias estão sendo implantadas na indústria brasileira.
- c) Indústria 4.0 e sua aplicação no ensino superior.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, J. S; LUCENA, C. A. O processo histórico da industrialização brasileira e a educação profissional: as inovações tecnológicas e a formação do trabalhador. *In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS HISTÓRIA, SOCIEDADE E EDUCAÇÃO NO BRASIL*, 7, 2006, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: UNICAMP, 2006. Disponível em: http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer_histedbr/seminario/seminario7/TRABALHOS/J/Jani%20de%20souza%20alcantara.pdf. Acesso em: 12 mar. 2019.

ARAUJO, A. B. Educação tecnológica para a indústria brasileira. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 69-82, jul. 2015. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/2870>. Acesso em: 13 mar. 2019. DOI:<https://doi.org/10.15628/rbept.2008.2870>.

ASSIS, M. **O mundo do trabalho**. Rio de Janeiro: SENAI/DN, 1999. 147 p. (Série SENAI Formação de Formadores).

BERNARDI, Nathália. O aluno do agora. **Revista Engenharia Brasil-Alemanha**, São Paulo, n. 5, p. 39-42, nov. 2016

BERNARDI, Nathália. Realidade virtual na prática. **Revista Engenharia Brasil-Alemanha**, São Paulo, n. 5, p. 29-31, nov. 2016

BLACK, J. T. **O projeto da Fábrica do Futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

BREZINSKI, G.L.; VENÂNCIO, A.L. **Sistema de avaliação de maturidade industrial baseado-se nos conceitos da Indústria 4.0**. Curitiba, 2018. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10110/1/CT_COEAU_2017_1_09.pdf. Acesso em: 20 mar.2019.

BRICIO, Wilson. A quarta revolução industrial. **Revista Engenharia Brasil-Alemanha**, São Paulo, n. 5, p. 1, nov. 2016

COLLABO. **A Indústria 4.0 e a revolução digital**. Joinville: 2017. *E-book*. (23 p.). Disponível em: <https://blog.collabo.com.br/transformacoes-industria-4-0/>. Acesso em: 11 mar. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Mapa Estratégico da Indústria: 2007 – 2015**. Brasília: CNI/DIREX, 2005. 121 p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO. **Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos [guia completo]**. Fia.com, 2018. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/industria-4-0/>. Acesso em: 20 mar. 2019.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F.C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum Editora, 2010.

PEDERNEIRAS, G. **Integração entre sistemas na Indústria 4.0.** Ind 4.0 Manufatura Avançada, 2019. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/17953-integracao-entre-sistemas-na-industria-40>. Acesso em: 02 abr. 2019.

PELLEGRINE, B. **Fabricação digital concretiza ideias de arquitetos e designers.** Usp.com, 2012. Disponível em: <https://www5.usp.br/4837/tecnologia-de-fabricacao-digital-concretiza-ideias-de-arquitetos-e-designers/>. Acesso em: 21 mar. 2019.

REVISTA ÉPOCA. **A nova revolução industrial muda a forma como os objetos são criados, produzidos e consumidos.** Globo.com, 2012. Disponível em: <http://revistaepoca.globo.com/Ciencia-e-tecnologia/noticia/2012/10/nova-revolucao-industrial-muda-forma-como-os-objetos-sao-criados-produzidos-e-consumidos.html>. Acesso em: 24 abr 2019.

RUBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.** Boston: The Boston Consulting Group: BCG, 2015.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS – PESQUISA QUANTITATIVA

Indústria 4.0: um estudo sobre sua aplicação na educação profissional

1. Gênero

- Feminino
 Masculino

2. Qual a sua idade?

- De 18 a 25 anos
 De 26 a 35 anos
 De 36 a 45 anos
 Mais de 45 anos

3. Indique seu grau de escolaridade:

- Ensino Médio Técnico
 Ensino Superior incompleto
 Ensino Superior completo
 Pós-Graduação Lato Sensu (Especialização)
 Pós-Graduação Stricto Sensu (Mestrado ou Doutorado)

4. Qual a sua área de atuação na unidade escolar?

- Gestão Escolar
 Ensino Técnico
 Ensino Superior
 Ensino de Aprendizagem Industrial

5. Em geral, como você classifica o engajamento da unidade escolar em que trabalha com as tecnologias da Indústria 4.0?

- Regular
- Bom
- Ótimo

6. Das tecnologias ligadas à Indústria 4.0, quais você já conhece ou teve algum tipo de contato?

- Manufatura Aditiva
- Internet das Coisas (IOT)
- Robótica Avançada
- Computação em Nuvem
- Inteligência Artificial
- Big Data
- Nenhuma das tecnologias
- Outra. Especifique: _____

7. Como você classifica os recursos e estruturação necessária para o ensino das tecnologias da Indústria 4.0, na sua unidade escolar?

- Regular, pois a unidade escolar possui recursos insuficientes para o ensino das tecnologias.
- Bom, pois a unidade escolar está em processo de aquisição de recursos para o ensino das tecnologias.
- Ótimo, pois a unidade escolar está atualizada com as novas tecnologias.

8. Ao ingressarem na unidade escolar, os alunos demonstram conhecimento prévio quanto as tecnologias da Indústria 4.0? Classifique:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente

9. Considerando que 1 significa pouco preparado e 5 muito preparado, classifique como você se sente frente as tecnologias da Indústria 4.0?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

10. De maneira geral, os alunos se interessam pelas tecnologias da Indústria 4.0?

- Sim
- Não

SOBRE OS AUTORES

i George Geraldo De Oliveira Silva



Possui graduação em Tecnologia em Mecânica de Precisão (2015), cursando atualmente a Pós-graduação em projetos manufatura e análise de engenharia pela Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica (2017). Tem experiência na área de projetos mecânicos, com ênfase em projetos de máquinas e planejamento de manutenção. Atualmente é Instrutor de Formação Profissional no SENAI. Orientador e gestor da planta digital de empresa de grande porte, com simulação, digitalização de máquinas, arranjo físico e produtos. Técnico preparador e orientador no treinamento de competidores representantes do Brasil na Worldskills 2011-Londres com medalha de Ouro e duas de medalhas de Prata em 2013 Leipzig e 2017 Abu Dhabi na modalidade de CAD. Atuando como consultor de Lean Manufacturing em indústria de pequeno porte, fabricante de peças para tratores.

ii Daniel Camusso



Pós-graduado em Engenharia Mecânica Automobilística (FEI – 2000), Engenheiro Mecânico Pleno formado pela Faculdade de Engenharia Industrial (FEI – 1995). Experiência como engenheiro, na área de desenvolvimento de novos projetos da indústria automobilística, com enfoque nos segmentos de cinto de segurança (CHRIS Cintos – 1997), ar condicionado veicular (BEHR do Brasil – 1998) e motor diesel e agregados (Fluxo CAD Projetos Mecânicos – 1995 a 1996 e Daimler Chrysler do Brasil / T-Systems do Brasil – 1999 e 2002). Professor do Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial. Possui experiência como engenheiro para a indústria automobilística, utilizando o software CATIA e NX.

CV: <http://lattes.cnpq.br/7303249573994245>

iii Daniel Otavio Tambasco Bruno



Doutorando e Mestre em Engenharia da Informação pela Universidade Federal do ABC (2013). Especialista em Análise, desenvolvimento de Sistemas e Banco de Dados pela Universidade de Ribeirão Preto (2007), Especialista em Educação a Distância pela Universidade Paulista (2012). Bacharel em Análise de Sistemas pela Universidade Paulista (2003). Atualmente é Técnico em Manufatura Digital e Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica Industrial. Tem experiência na área de Inteligência Artificial, Internet das coisas, Gestão de Tecnologia da Informação e Desenvolvimento de Sistemas de Informação.

CV: <http://lattes.cnpq.br/3491851270517427>

iv Jorge Antonio Giles Ferrer



Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Mestre em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP. Engenheiro Mecânico pela Pontificia Universidad Católica del Perú. Possui Licenciatura plena em pedagogia para educação profissional em ensino médio, pela Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP. Atualmente é docente da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica em São Caetano do Sul SP, onde ministra disciplinas no Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica e na pós-graduação na área de Gestão de Projetos e Produção (Lean Manufacturing e Virtualização de Sistemas Produtivos). É membro do Banco de Avaliadores do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior do MEC.

CV: <http://lattes.cnpq.br/2875141797403961>