

ADAPTAÇÃO DA SMART 4.0 PARA APLICAÇÃO DIDÁTICA DE CONCEITOS DE INDÚSTRIA 4.0 NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Kevin Henrique Monfredini Silva¹ (IC), Matheus Brendon Francisco (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá.

Palavras-chave: Engenharia de Produção. Metodologias Ativas. Indústria 4.0.

Introdução

A Indústria 4.0, reconhecida como a quarta revolução industrial, tem promovido mudanças estruturais nos sistemas produtivos por meio da incorporação de tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA), big data, manufatura aditiva e sistemas ciberfísicos (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). Essas tecnologias possibilitam a criação de ambientes industriais mais eficientes, automatizados e conectados, exigindo transformações significativas nos modelos tradicionais de produção e na qualificação da força de trabalho. No âmbito da Engenharia de Produção, essa evolução acarreta uma crescente demanda por profissionais com domínio de ferramentas digitais, pensamento sistêmico e capacidade analítica para tomada de decisão (PEROSINI, 2024).

No Brasil, a transição para a Indústria 4.0 é desigual: muitas empresas ainda operam sob os paradigmas da Indústria 2.0 ou 3.0, enfrentando limitações estruturais e educacionais, além do avanço do desemprego tecnológico (ROCHA, 2021).

Cavalcante (2020) destaca que, embora essas tecnologias proporcionem ganhos em produtividade, segurança e ergonomia, também resultam na eliminação de postos de trabalho em setores menos qualificados. Nesse cenário, torna-se fundamental preparar os futuros engenheiros para atuar em ambientes produtivos cada vez mais complexos, digitais e interconectados. Essa demanda por adaptabilidade e atualização contínua guarda correspondência com a concepção de modernidade líquida proposta por Bauman (2001), que descreve a constante reconfiguração das relações sociais e profissionais frente às transformações contemporâneas.

Diante desses desafios, impõe-se a necessidade de revisar as práticas pedagógicas adotadas no ensino superior, especialmente nos cursos de engenharia.

Embora amplamente utilizada, a abordagem expositiva tem revelado maior eficácia quando combinada a estratégias dialogadas e associadas a contextos práticos, como demonstrado por Prince (2004). Nesse sentido, o uso de metodologias ativas e de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) constitui uma estratégia promissora para o desenvolvimento de competências do século XXI, como o pensamento crítico, a criatividade e a colaboração, além de favorecer a diversidade nos estilos de aprendizagem (GRAGLIA; LAZZARESCHI, 2019).

Considerando essas demandas, a presente pesquisa propõe a elaboração de uma sequência de aulas práticas e expositivas para a disciplina de Indústria 4.0, ofertada no curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). As atividades foram desenvolvidas com base nos principais conceitos da quarta revolução industrial e utilizam como recurso didático a bancada SMART 4.0 CONCEPT, equipamento que simula processos produtivos automatizados e integrados. Através dessa plataforma, os discentes podem realizar, de forma orientada, atividades relacionadas à coleta e análise de dados, planejamento de produção, automação, rastreabilidade, supervisão por interface homem-máquina (IHM), conectividade via IoT e simulação por gêmeo digital.

O objetivo da proposta é reduzir a lacuna entre teoria e prática no ensino da Engenharia de Produção, proporcionando uma formação técnica mais aderente às exigências da Indústria 4.0.

Ao integrar recursos tecnológicos avançados com abordagens pedagógicas interativas, pretende-se contribuir para a construção de competências essenciais à atuação em contextos industriais contemporâneos, promovendo uma formação mais crítica, multidisciplinar e alinhada às transformações digitais em curso.

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”



Figura 1 – Bancada SMART 4.0 CONCEPT

Metodologia

Este estudo teve como foco a criação e estruturação de uma sequência didática para a disciplina de Indústria 4.0, do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). A metodologia empregada foi organizada em etapas sequenciais, iniciando-se com a análise detalhada do recurso tecnológico central e culminando no planejamento das atividades de ensino-aprendizagem. A abordagem buscou alinhar os objetivos pedagógicos às competências exigidas pela Indústria 4.0, por meio da promoção de experiências educacionais práticas e contextualizadas.

A primeira etapa consistiu em uma investigação minuciosa da bancada didática SMART 4.0 CONCEPT, equipamento que simula, de forma integrada, um ambiente produtivo automatizado e conectado. Essa análise contemplou a identificação de seus principais componentes, o mapeamento dos fluxos de processo e a compreensão dos modos de interação via sistema supervisor e Interface Homem-Máquina (IHM). O processo simulado abrange desde o abastecimento e estocagem de peças com rastreabilidade via RFID até o recebimento e produção de pedidos customizados, os quais são gerenciados por um software web ("Loja") e um

sistema MES (*Manufacturing Execution System*).

Com base nos conhecimentos adquiridos, a etapa seguinte foi o desenvolvimento da Interface Homem-Máquina (IHM), estruturada para proporcionar uma navegação intuitiva e alinhada aos objetivos pedagógicos. A arquitetura de navegação foi concebida com um menu principal contendo quatro opções funcionais: Orientações (diretrizes operacionais e de segurança), Manual (para referenciamento dos atuadores e acionamento controlado de componentes), Diagnóstico (exibição do estado lógico das entradas e saídas do sistema) e Exercícios (acesso à sequência de aulas práticas).

A etapa subsequente concentrou-se na elaboração de uma sequência didática composta por seis atividades práticas com complexidade progressiva, fundamentada em uma abordagem de aprendizagem experiencial. A estrutura foi organizada da seguinte forma:

- **Aula 1:** Introdução ao sistema SMART 4.0, com foco nos componentes e na arquitetura da IHM.
- **Aula 2:** Operação manual da bancada, com identificação e manipulação de sensores e atuadores.
- **Aula 3:** Monitoramento do processo, com introdução à leitura de sensores e aquisição de dados.
- **Aula 4:** Avaliação do desempenho operacional da bancada a partir da análise crítica dos dados coletados.
- **Aula 5:** Simulação de um processo industrial com execução orientada por pedidos gerados no sistema da "Loja" virtual.
- **Aula 6:** Análise da produção e otimização do processo, com identificação de gargalos e proposição de melhorias.

Essa estrutura foi projetada para promover o protagonismo discente na construção do conhecimento, com base na correlação direta entre os conceitos teóricos abordados na disciplina e as situações operacionais simuladas na bancada.

Resultados e discussão

A elaboração da sequência didática com base na bancada SMART 4.0 CONCEPT resultou em uma proposta estruturada, composta por seis aulas

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

práticas, voltadas à integração entre teoria e aplicação no ensino da disciplina de Indústria 4.0. A proposta foi desenvolvida a partir do estudo técnico do equipamento, culminando na estruturação de um sistema supervisorio interativo e no planejamento de atividades que integram conteúdos teóricos a experiências aplicadas, utilizando tecnologias da Quarta Revolução Industrial. A sequência foi concebida para conduzir os discentes desde a familiarização com os componentes de um sistema automatizado até a análise de dados, simulação de produção orientada por pedidos e otimização de processos.

Espera-se que, quando implementada, essa proposta contribua para o desenvolvimento de competências como pensamento crítico, tomada de decisão orientada por dados, familiaridade com ferramentas digitais e compreensão sistêmica de processos automatizados. A abordagem, fundamentada em uma aprendizagem experiencial, visa reduzir a lacuna entre teoria e prática no ensino da Engenharia de Produção, proporcionando uma formação técnica mais aderente às exigências da Indústria 4.0. Ao interagir com tecnologias como sensores, atuadores, redes industriais e sistemas MES, os discentes vivenciam de forma integrada a convergência entre automação, digitalização e conectividade.

Dessa forma, a proposta se mostra relevante para a formação do engenheiro de produção ao proporcionar um ambiente de aprendizagem que simula processos industriais reais, favorecendo o desenvolvimento de competências técnicas e analíticas alinhadas às exigências do setor produtivo atual. A próxima etapa da pesquisa consistirá na aplicação e validação da sequência em ambiente didático, possibilitando a análise de seus efeitos na formação dos discentes.

Conclusões

O presente trabalho apresentou a concepção de uma sequência didática voltada ao ensino da disciplina de Indústria 4.0, com base na exploração prática da bancada SMART 4.0. A pesquisa envolveu o estudo técnico do equipamento, a estruturação de um sistema supervisorio interativo e o planejamento de seis aulas práticas que integram conteúdos teóricos a experiências aplicadas, utilizando tecnologias da Quarta Revolução Industrial.

A proposta se mostra relevante para a formação do

engenheiro de produção ao proporcionar um ambiente de aprendizagem que simula processos industriais reais, favorecendo o desenvolvimento de competências técnicas e analíticas alinhadas às exigências do setor produtivo atual. Como recomendação para pesquisas futuras, sugere-se a aplicação e validação da sequência didática em sala de aula, com acompanhamento do desempenho dos alunos e avaliação da efetividade pedagógica.

Agradecimentos

Os autores desejam agradecer a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) por toda a infraestrutura de pesquisa disponibilizada e as agências de fomentos, CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo apoio financeiro na realização das atividades.

Referências

ABENGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. Relatório sobre o ensino de engenharia no Brasil. Brasília: ABENGE, 2018.

BAUMAN, Zygmunt. Modernidade líquida. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

CAVALCANTE, Jouberto de Quadros Pessoa. A 4ª revolução tecnológica: o desemprego tecnológico e os desafios para uma empresa sustentável. Revista eletrônica do Tribunal Regional do Trabalho da 9ª Região, Curitiba, v. 9, n. 86, mar. 2020.

GILCHRIST, Alasdair. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things. Berkeley: Apress, 2016.

GRAGLIA, Marcelo Augusto Vieira; LAZZARESCHI, Noêmia. A Indústria 4.0 e o futuro do trabalho: tensões e perspectivas. Revista Brasileira de Sociologia, v. 7, n. 14, p. 198–224, 2019.

GRAESSLER, Iris; PISCHEDDA, Angela. Methodology for enabling the digital twin based on the extended V-model. Procedia CIRP, v. 93, p. 251–256, 2020.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 – Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Frankfurt: acatech, 2013.

KUSMA, Verônica Venturini; CHIROLI, Daiane Maria de Genaro. A indústria 4.0: uma revisão sobre os impactos e as modificações na dinâmica de trabalho do modelo atual.

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

Revista Principia, Campina Grande, v. 1, n. 53, p. 1–18, 2020.

LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-An. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, v. 3, p. 18–23, 2015.

MAJEROWICZ, William; JUNIOR, Luís Ricardo Rente. O papel das IHMs na formação prática de engenheiros: uma análise baseada em projetos de ensino. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 39, n. 2, p. 99–114, 2020.

PEROSINI, Gladison Luciano. O impacto da indústria 4.0 no mercado de trabalho e no desemprego tecnológico. *Dito Efeito - Revista de Comunicação da UTFPR*, v. 15, n. 25, p. 67–78, 2024.

PRINCE, Michael. Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, v. 93, n. 3, p. 223–231, 2004.

ROCHA, Marco Antônio. Indústria 4.0 e desemprego tecnológico na manufatura brasileira: propostas de políticas. *Revista Brasileira de Economia Social e do Trabalho*, Campinas, v. 3, 2021.

SCHUH, Günther et al. Collaboration mechanisms to increase productivity in the context of industry 4.0. *Procedia CIRP*, v. 62, p. 125–129, 2017.

SILVA, Leandro Alves Barbosa da; MORAES, Rafael Fraga. Aprendizagem baseada em desafios na formação em engenharia: estudo de caso. *Revista Ensino em Re-Vista*, v. 25, n. 3, p. 76–90, 2018.

VELLO, Ana Cristina Pinheiro; VOLANTE, Carlos Rodrigo. O conceito de Indústria 4.0 e os principais desafios de sua implantação no Brasil. *Revista Interface Tecnológica*, v. 16, n. 2, p. 155–168, 2019.

VIEIRA, Carlos Augusto; GOSMANN, Paulo; TRISKA, Ricardo. Bancadas didáticas como ferramenta de ensino

em engenharia: estudo aplicado. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 35, n. 1, p. 65–78, 2019.