

ELABORAÇÃO PEDAGÓGICA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL PARA ENGENHARIA MECÂNICA

Resumo: *Aos poucos a Indústria 4.0 é implantada no mercado brasileiro, utilizando novas tecnologias e criando fábricas inteligentes, com isso, há uma grande necessidade de capacitação dos profissionais na área de automação industrial. O presente artigo tem como finalidade uma proposta pedagógica para o ensino de automação, sem a necessidade de um alto investimento financeiro, para o curso de graduação em engenharia mecânica. Esta proposta além da realização de aulas teóricas desenvolve em conjunto atividades práticas em bancadas didáticas específicas. Essas bancadas terão componentes básicos, controlados por um CLP (controlador lógico programável), para resolução dos exercícios propostos, que darão a base para as realizações das atividades mais comuns da automação em ambiente industrial, demonstrando aos estudantes de engenharia métodos para a realização da automatização de quaisquer processos, sistemas, testes e simulações.*

Palavras-chave: *Automação Industrial, Bancada Didática, CLP, Inversor de Frequência, Indústria 4.0.*

1 INTRODUÇÃO

A automação é a realização de tarefas sem a intervenção humana com equipamentos e dispositivos que tem funcionamento autônomo e possuem a capacidade de realizar correções na ocorrência de desvio das condições definidas de operação (PESSÔA 2014). Fazendo com que se otimize o tempo e as tarefas, minimizando, desta forma, os impactos da repetibilidade dos movimentos e processos.

No atual cenário das indústrias brasileiras, a automação não está sendo explorada como deveria, e isso dificulta a efetivação da mais recente revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0. E essa nova revolução industrial tem a finalidade de criar fábricas inteligentes, em que todo o processo da manufatura é informatizado. Contudo, a falta de mão-de-obra especializada e conhecimentos básicos de automação industrial é o mais preocupante neste cenário.

De acordo com a confederação nacional da indústria, um dos fatores-chaves do mapa estratégico da indústria é a educação, em que no Brasil a qualidade é insatisfatória, motivando o desenvolvimento desta proposta pedagógica. Conforme foi relatado pela FoccoERP, com a Indústria 4.0, há uma previsão de substituição e extinção de empresas, indústrias e postos de trabalho, assim como a criação de novas empresas e até novas indústrias. Sendo necessária mão-de-obra especializada, empresas e funcionários com capacidade de aprender e se adequar a mudanças.

Em meio às adversidades e desafios frente ao investimento tecnológico nas instituições de ensino superior, consequentemente muitos professores optam por lecionar apenas as fundamentações teóricas, porém, os especialistas reforçam que as atividades práticas desenvolvem um melhor entendimento dos conceitos teóricos, capacidade de resolução de problemas e de manipular os instrumentos (MELO 2010).

A partir desta análise, o presente trabalho contribui com questões básicas a serem discutidas para o ensino, entre elas:

- A construção de uma bancada de baixo custo ao invés de comprar todo um projeto pedagógico desenvolvido;
- Definir os objetivos principais de ensino, com o intuito de direcionar a proposta de trabalho;
- Dar maturidade ao estudante de auto-desenvolver conhecimento nas interfaces software e hardware.

2 METODOLOGIA

A metodologia desta proposta tem como base o método de ensino construtivista, idealizado por Jean Piaget, em que o foco é o aluno, sujeito do processo ensino-aprendizagem, no qual o professor seria um participante para mediar a ação do aluno sobre os conteúdos, uma ação portadora do processo de construção que o próprio aluno faz do seu conhecimento (SCHNAID 2003).

O aprendizado é construído gradualmente a partir de conhecimentos anteriores. Buscando incentivar a independência na busca da compreensão do conteúdo proposto, tendo o professor como um facilitador do conhecimento.

Aplicando no ensino de automação na engenharia, a proposta é o professor expor os objetivos das aulas e recomenda as bibliografias a serem utilizadas. A partir deste ponto, é de responsabilidade do aluno a busca do entendimento do conteúdo e são reservadas às aulas para retirar as dúvidas desenvolvidas ao longo do processo.

As aulas realizadas nas bancadas didáticas têm como objetivo:

- A realização de atividades de maior representatividade em ambiente industrial;
- Demonstração de ferramentas para a realização de processos, sistemas, testes, simulações e estratégias de controle;

3 PROPOSTA PARA A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Para a aplicação da metodologia foram consideradas as premissas de disponibilidade de recursos para construção dos ensaios e lógicas no desenvolvimento de atividades práticas que se correlacionam. Nestas atividades as ações devem ser baseadas em bancadas didáticas que simulem um ambiente industrial, para melhor familiarização do conteúdo, como podemos ver na tabela 1.

Tabela 1: Proposta das Aulas Práticas de Automação.

	PRÁTICAS	OBJETIVO	TÓPICOS TRABALHADOS
1	Lógica de Controle	Inicializar o aprendizado da programação ladder, com o acionamento de uma bobina (dispositivo de saída).	Contatos normalmente aberto (NA) e fechado (NF); Dispositivos de saída (Bobina, relé, contadores), Contato selo.
2	Temporizador	Definir o tempo que o dispositivo de saída será energizado.	Temporizador TON e TOF.
3	Semáforo	Programação de um sinal de trânsito.	Contato selo, temporizador TON.
4	Reset	Aprendizado da função <i>Reset</i> na programação de um sinal de trânsito.	Contato selo, temporizador TON e <i>Reset</i> .
5	Sinal Sonoro NR-12	Programar para que soe um alarme ao iniciar a programação e ao finalizá-la. Conforme é normalizado o funcionamento de	Contato selo, temporizador TON e <i>Reset</i> .

		uma máquina pela NR 12 (Norma regulamentadora de segurança no trabalho em máquinas e equipamentos).	
6	Inversor de Frequência	Parametrização do inversor de frequência de acordo com o motor em que se está acoplado.	Importância da utilização do inversor de frequência; Parametrização do inversor de frequência.
7	Trabalhando com Sensores e Esteiras	Dar partida e parar um motor acoplado a uma esteira através de sensores ópticos.	Contato selo, temporizador TON, <i>Reset</i> e inversor de frequência.
8	Envasadora de Produtos	Programar uma bancada que despeje líquidos em um recipiente.	Contato selo, temporizador TON, <i>Reset</i> , inversor de frequência, esteira e sensores ópticos.

Fonte: Acervo pessoal.

O aspecto mais interessante na metodologia proposta, através da tabela acima, é a flexibilidade e a diversidade de conteúdos a serem explorados em poucas bancadas e com poucas modificações, aumentando o potencial de treinamento. Deste modo assim como comentado por Bernuy (2007), as bancadas promovem a postura questionadora e provocadora do professor na utilização do material, promovendo a conduta específica dos alunos e do orientador na utilização deste. Resultando ainda em uma gama de possibilidades futuras de trabalhos e ou projetos que se conectem uns com os outros.

4 BANCADAS DIDÁTICAS

No desenvolvimento das bancadas, após definidas as lógicas de estudo mostradas no quadro anterior, foram identificadas a necessidade de construção mínima de 03 bancadas. Como o projeto não tem parceria como nenhum órgão de fomento, a aquisição dos componentes foi através de recursos do próprio professor, e também motivado pelos alunos buscou-se a utilização de material reciclado como peças, perfis e acessórios, porém sempre priorizando a segurança na construção dos experimentos. Uma grande descoberta neste trabalho, é a riqueza que existe no descarte de resíduos eletrônicos e o seu mau reaproveitamento, desta forma o grande apelo na construção destas bancadas está no uso racional de material reciclado alinhado ao conhecimento, o que está permitindo a qualificação técnica de jovens acadêmicos.

4.1 Bancada Didática 1

Nesta bancada o aluno trabalhará desde o básico do início da programação (Ladder), evoluindo para sistemas lógicos como sistemas de contatos, acionamentos temporizados, ações de comandos para "reset" e interfaces com sinalização visual e sonora. Uma bancada como esta, estima-se que o aluno para se desenvolver necessitará de 300 h de dedicação.

Figura 1: Bancada Didática 1.



Fonte: Acervo pessoal.

Tabela 2: Componentes da primeira bancada.

QTD.	COMPONENTES
1	Tomada Sobrepor N4209 + PlugN4279 3p+t 32a 220v
1	Disjuntor Trifásico C 10 ^a
2	Disjuntor Unipolar C 10 ^a
1	Controlador Lógico Programável c/ 19 Entradas e 11 Saídas 24Vdc OUT e 86-264 Vac IN
2	Chave Fim de Curso 10A 24Vdc
1	Sinaleiro Torre 2 Cores 220V
1	Contator 25A 220V
1	Relé Bimetálico 1,0-1,6 ^a
1	Sinaleiro Led Verde 110V
1	Sinaleiro Led Amarela 110V
1	Sinaleiro Led Vermelha 110V
2	Botão Pulsador NA 110V
1	Botão Pulsador NF 110V
1	Campainha Cigarra 110V
1	Motor Elétrico Trifásico 0,5 CV

Fonte: Acervo Pessoal

4.2 Bancada Didática 2

Nesta bancada o aluno desenvolverá os comandos e ações de interface para parametrização do inversor de frequência, uma vez que este proporciona flexibilidade de velocidade com segurança e precisão. Na utilização deste equipamento é apresentada a possibilidade de controlar a velocidade de motores elétricos (como exemplo) sem grandes perdas de torque, com acelerações e desacelerações suaves através de programações. Além

destas colocações, ainda são explorados os benefícios de interface na automatização, detalhes e questões de instalação e as vantagens na diminuição dos choques mecânicos na partida dos motores. Este equipamento tem grande impacto na indústria, e são estimadas 150 horas de estudo no desenvolvimento destas atividades, já considerando o aprendizado adquirido na bancada nº 1.

Figura 2: Bancada Didática 2.



Fonte: Acervo pessoal.

Tabela 3: Componentes da segunda bancada.

QTD.	COMPONENTES
2	Disjuntor Unipolar C 10A
2	Disjuntor Trifásico C 10A
2	Caixa Plástica C/ 3 Botões Pulsantes 110V
2	Sinaleiro Led de Cores Opcionais 110V
2	Controlador Eletrônico Dimmer 110V
2	Motor Elétrico Trifásico 1 CV
1	Tomada Sobrepor N4209 + Plug N4279 3p+t 32a 220v
2	Inversor de Frequência 4A 220V

Fonte: Acervo pessoal.

4.3 Bancada Didática 3

Nesta bancada o aluno irá se familiarizar com o uso de sensores ópticos e a esteira, dando sequência a proposta, ele irá aperfeiçoar os conhecimentos adquiridos nas práticas anteriores através da programação da envasadora de produtos. O despejo de matéria prima em esteiras transportadoras é um processo muito usual, ao programá-la, o estudante terá a capacidade de compreensão de outros processos que usam a mesma lógica de programação. Estima-se 150 horas de estudo para essas atividades.

Figura 3: Bancada Didática 3.



Fonte: Acervo pessoal.

Tabela 4: Componentes da terceira bancada.

QTD.	COMPONENTES
1	Disjuntor Motor
1	Disjuntor Unipolar C 10A
1	Fonte de Alimentação 24V
1	Botão Pulsante NA/NF110V
2	Botão Pulsante NA100V
3	Sinaleiro Led de Cores Opcionais 110V
2	Controlador Eletrônico Dimmer110V
2	Motor Elétrico Trifásico 1 CV
1	Tomada Sobrepor N4209 + Plug N4279 3p+t 32a 220v
1	Inversor de Frequência 4A 220V
1	Controlador Lógico Programável c/ 19 Entradas e 11 Saídas 24Vdc OUT e 86-264 Vac IN
2	Relé 24V AC/DC
1	Esteira Transportadora de Bancada
2	Sensor Óptico Feixe Contínuo
1	Caixa Plástica 29 x 16 x 30 cm
1	Sinaleiro Torre 2 Cores 220V
1	Válvula Solenóide para Água 110V
1	Sensor de Nível110V

Fonte: Acervo Pessoal.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta do desenvolvimento das bancadas de automação, como ensino extracurricular foi apresentada inicialmente para um grupo de alunos ligados diretamente as atuais atividades do Laboratório de Mecânica da UERJ, Campus Resende. Entre estes alunos, alguns dispõem de formação técnica e outros não, o que contribuiu na finalização do conteúdo didático e experimental, em virtude das dificuldades apresentadas pelo grupo.

Dos resultados iniciais, está comprovada a contribuição das bancadas na formação acadêmica e na conscientização dos alunos de Engenharia na importância da globalização 4.0.

A tecnologia está presente e cabe a todos buscar a formação necessária, em linha com a evolução tecnológica mundial.

A utilização das bancadas, desperta nos alunos a conscientização da necessidade de conhecimento. Dos diversos equipamentos, como controladores lógicos programáveis, inversores, sensores fotovoltaicos entre outros, mobilizam nos estudantes a autocrítica de estarem ou não preparados para esta globalização.

Assim como feito por Bernuy (2007), foi explorada uma proposta de avaliação dos alunos por intermédio de um questionário. Neste questionário, é esperado que o aluno tenha a percepção de que está tendo um diferencial de treinamento e ao mesmo tempo o estimule a contribuir com a melhoria da metodologia.

5.1 Questionário de Avaliação

5.1.1 Com relação às melhorias de produtividade, a utilização da bancada facilitou o aprendizado do conteúdo proposto?

() Sim () Não

5.1.2 Ficaram claras as funções, funcionamento e aplicação dos equipamentos e componentes utilizados nas bancadas?

() Sim () Não

5.1.3 Com relação à produtividade em sala de aula:

- a) Manteve-se igual
- b) Melhorou pouco
- c) Melhorou muito
- d) Não melhorou

5.1.4 Em sua opinião, a principal vantagem da utilização da bancada didática foi:

- a) Colocar em prática os conhecimentos adquiridos na teoria
- b) Melhoria na qualidade da aula
- c) Melhoria do relacionamento aluno-professor
- d) Não foram verificadas vantagens com a utilização da mesma
- e) Outros

5.1.5 Qual a sua avaliação do material de apoio disponibilizado?

Ótimo () Bom () Médio () Ruim ()

5.1.6 Quando e onde se lembra de ter aprendido mais com esta metodologia?

- a) No contato Individual com o material de apoio
- b) Na procura de outras fontes de pesquisa
- c) Na aula de solução de dúvidas com o grupo todo
- d) Durante a execução do trabalho

5.1.7 De maneira geral, o que deve ser melhorado na utilização das bancadas didáticas?

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como também descrito por Schnaid (2003), é necessário estabelecer estratégias de ensino integradoras de múltiplos domínios e conteúdos, que sintetiza a própria atividade prática de Engenharia. Esta percepção foi visível e apoiada pelo pequeno grupo de estudantes no qual está proposta pedagógica foi apresentada.

A metodologia construtivista junto à correlação da teoria com a prática proporciona uma melhor compreensão do conteúdo de automação industrial e torna os alunos mais criativos e mais motivados a aprender, comparando com somente aulas teóricas. Por fim capacitando o acadêmico com breves conhecimentos práticos, fazendo com que engenheiros mecânicos saiam preparados para a indústria.

Em suma, o trabalho realizado cumpre com objetivo de qualificação do profissional de engenharia mecânica na área de automação industrial, dando ênfase na importância de atividades práticas vinculadas com a teoria. Bem como capacita para a Indústria 4.0.

Vale ressaltar que aplicação desta proposta pedagógica funciona de forma mais satisfatória em pequenos grupos de alunos.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12**: Segurança no Trabalho em Maquinas e Equipamentos. Rio de Janeiro, 1978.

BERNUY, M. A. C; SOUZA, J. de. **Uma experiência de educação continuada em automação industrial – Bancada didática com CLP**. In: XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2007, Curitiba.

FOCCOERP.**Indústria 4.0**. Disponível em: <http://conteudos.foccoerp.com.br/ebook-industria-4-0>. Acesso em 17 de fev. de 2019.

LAMB, Frank. **Automação Industrial Na prática**. 1ª edição, Porto Alegre: AMGH Editora LTDA, 2015.

MELO, Júlio. De Fátimo Rodrigues de. **Desenvolvimento de atividades práticas experimentais no ensino de biologia – um estudo de caso**. 2010. 75 f . Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

NEVES, Cleonor; DUARTE, Leonardo; VIANA, Nairon; LUCENA Jr, Vicente F. de. **Os dez maiores desafios da automação industrial: As perspectivas para o futuro**. In: II Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2007, João Pessoa.

ROTHER-NEVES, Max; SILVA, Orlando. F.; BARREIROS, José. A. L. **Metodologia para a construção de protótipos didáticos para os cursos de controle e automação de sistemas**. In: XXXII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2004, Brasília.

PESSÔA, M; SPINOLA, M. **Introdução à Automação: para Custos de Engenharia e Gestão**. 1ª edição, Rio de Janeiro: Elsevier Editora LTDA, 2014.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Educação: Por que Educação?** Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/mapa-estrategico-da-industria/fatores-chave/educacao/>. Acesso em 16 de fev. de 2019.

SCHNAID, F; TIMM, M. I; ZARO, M. **Considerações sobre uso de modelo construtivista no ensino de Engenharia: disciplina de projeto com graduandos e mestrandos**. Revista Renote, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 1-21, 2003.

PEDAGOGICAL ELABORATION OF INDUSTRIAL AUTOMATION FOR MECHANICAL ENGINEERING

Abstract: *Gradually Industry 4.0 is implanted in the Brazilian market, using new technologies and creating intelligent factories, thereby, there is a great need for training professionals in the area of industrial automation. This paper has a pedagogical proposal for the teaching of automation for the undergraduate course in mechanical engineering. This proposal, in addition to theoretical classes, develops practical activities in specific didactic workbenches. These benches will have basic components, controlled by a PLC (programmable logic controller), to solve the proposed exercises, which will provide the basis for the realization of the most common automation activities in an industrial environment, demonstrating to engineering students methods for automation of any processes, systems, tests and simulations. Develop a training technique for students, without the need for a high financial investment, motivates the accomplishment of this work.*

Key-words: *Industrial Automation. Didactic Bench. PLC. Frequency Inverter. Industry 4.0.*