

# Metodologia ativa no ensino técnico: ensinando conceitos básicos de Instrumentação e Controle de Processos

Elias José de Rezende Freitas \* Tamires Martins Rezende \*\*

\* *Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG)*

*Rua José Benedito, 139 - 35450-000 - Santa Efigênia - Itabirito,  
Minas Gerais, Brasil (e-mail: elias.freitas@ifmg.edu.br).*

\*\* *Machine Intelligence and Data Science (MINDS) Lab, Universidade  
Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627, 31270-901, Belo  
Horizonte, MG, Brazil (e-mail: inc.tamires@gmail.com)*

---

**Abstract:** The so-called active teaching methodology is one that student is the center of the learning process. Making the student an active part in this process allows, for example, to enhance learning, increase student autonomy, develop analysis, and group work skills. Aiming at the benefits of this learning, this article presents an active methodology, based on Problem-Based Learning, applied to the development of a multidisciplinary work involving the disciplines of Instrumentation and Process Control at the Federal Institute of Minas Gerais. Through this methodology, it points a didactic sequence to teaching basic concepts in these areas using small challenges. At the end of these challenges, the students developed a control system, using a thermocouple that they built by themselves. This project allowed the students to obtain a more integrated and comprehensive view of the various contents covered during the Industrial Automation technical course. Besides, throughout the activities, it noticed the learning, commitment, and motivation of the students.

**Resumo:** Uma metodologia de ensino dita ativa é aquela cujo discente é o centro do processo de aprendizagem. Torná-lo parte ativa nesse processo permite, por exemplo, potencializar o aprendizado, aumentar a autonomia do aluno, desenvolver competências de análise e de trabalho em grupo. Visando os benefícios dessa aprendizagem, este artigo apresenta uma metodologia ativa, fundamentada na Aprendizagem Baseada em Problemas, aplicada ao desenvolvimento de um trabalho multidisciplinar envolvendo as disciplinas de Instrumentação e Controle de Processos do Instituto Federal de Minas Gerais. Por meio dessa metodologia, é evidenciada uma sequência didática dividida em pequenos desafios para a fixação de conceitos básicos das áreas envolvidas. Ao final dos desafios, os alunos desenvolveram um sistema de controle, utilizando um termopar construído por eles em um dos desafios. Este projeto permitiu que os discentes obtivessem uma visão mais integrada e abrangente dos diversos conteúdos abordados ao longo do curso técnico de Automação Industrial. Além de ter sido percebido, ao longo das atividades, o aprendizado, o empenho e a motivação dos alunos.

*Keywords:* Active Methodology; Teaching-Learning; Industrial Automation; Thermocouple; On/Off Control.

*Palavras-chaves:* Metodologia Ativa; Ensino-Aprendizagem; Automação Industrial; Termopar; Controle Liga/Desliga.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de aprendizagem está relacionado, dentre vários aspectos, com as habilidades e competências de cada indivíduo e o quanto elas são instigadas no ambiente em que vive (Bonotto and Felicetti, 2014). No âmbito educacional, muitas são as ferramentas pedagógicas utilizadas para aumentar o interesse dos discentes em relação ao conteúdo ensinado, para dá-los autonomia e para estimular o seu aprendizado (Diesel et al., 2017).

Dentre as metodologias de aprendizado utilizadas em sala de aula, pode-se citar a metodologia tradicional e a meto-

dologia ativa. A primeira diz respeito à visão conservadora do ensino, na qual a exposição dos conhecimentos do professor é realizada de forma oral, sendo o professor o centro do conhecimento e o aluno mero receptor (Da Silva, 2017). Contrapondo a esse modelo, a metodologia ativa tem como objetivo a construção do conhecimento de maneira que o aluno assuma um papel central nesse processo. Com isso, os estudantes passam a assumir um papel ativo na aprendizagem, com suas experiências, saberes e opiniões valorizadas (Diesel et al., 2017).

De acordo com Diesel et al. (2017), uma metodologia dita ativa é pautada em alguns quesitos, tais como:

- o aluno é o centro do ensino e da aprendizagem;
- o professor atua como mediador, facilitador e ativador do processo;
- concede ao aluno a autonomia em receber, absorver e criticar o conhecimento adquirido;
- o trabalho em equipe é incentivado, favorecendo a interação entre os alunos; e
- permite a inovação tanto por parte dos docentes, quanto dos discentes, tendo em vista que cada proposta precisa ser ajustada as situações e demandas de cada atividade.

Historicamente, a metodologia de aprendizagem tradicional é a mais comum nos ambientes de ensino. Entretanto, percebe-se que o conhecimento absorvido concretamente necessita da interação do discentes com o problema. Segundo Paiva et al. (2016) há variadas técnicas de metodologia ativa de ensino-aprendizagem como, por exemplo: aprendizagem baseada em problemas (Rocha et al., 2013), estudos de caso (Gomes et al., 2010), exercícios em grupo (Pedrosa et al., 2011), seminários (Gomes et al., 2010; Pedrosa et al., 2011), portfólio (Gomes et al., 2010) e avaliação oral (Marin et al., 2010).

De Deus et al. (2018) e Costa et al. (2016) são trabalhos que aplicaram a abordagem baseada na resolução de problemas. Em ambos, os autores apresentaram como principais características do método a capacidade de autoaprendizagem contínua, integração de conhecimentos, capacidade de solucionar problemas e o trabalhado em grupo, em que eles tiveram que aprender a respeitar opiniões e a construir consensos (De Deus et al., 2018). Ademais, Costa et al. (2016) evidencia que a metodologia ativa permitiu que os alunos realizassem uma conexão com os problemas da vida real ao abordar um problema social em foco na época: o desastre da mineração em Mariana-MG.

Diante dos benefícios da aprendizagem ativa, este artigo apresenta um estudo de caso aplicado aos alunos do Curso Técnico Integrado em Automação Industrial (Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Avançado Itabirito) que foram submetidos a um trabalho multidisciplinar fundamentado na Aprendizagem Baseada em Problemas (Bender, 2015). O objetivo do trabalho foi possibilitar que o aluno tenha uma visão total e integradora das disciplinas de Instrumentação e Controle de Processos. Além de motivar os alunos na busca de uma solução prática para um problema real: desenvolvimento de um controlador liga/desliga, utilizando um sensor de temperatura construído pelos próprios alunos.

A principal contribuição deste trabalho é a apresentação de uma sequência didática, utilizando uma metodologia ativa, que possibilita a integração interdisciplinar no ensino técnico para a fixação de conceitos básicos das áreas envolvidas.

As próximas seções deste artigo são organizadas como segue. A Seção 2 apresenta a metodologia deste trabalho e a Seção 3 expõe e discute os resultados alcançados na sua aplicação. Por fim, a Seção 4 apresenta as conclusões.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia de aprendizado ativo aplicada neste trabalho pode ser sumarizada em 6 etapas, como apresentado

na Figura 1, tendo como base a Aprendizagem Baseada em Problemas. Nesse sentido, há uma construção contínua do conhecimento do discente, potencializando o entendimento de todos os fenômenos presente no sistema a ser desenvolvido.

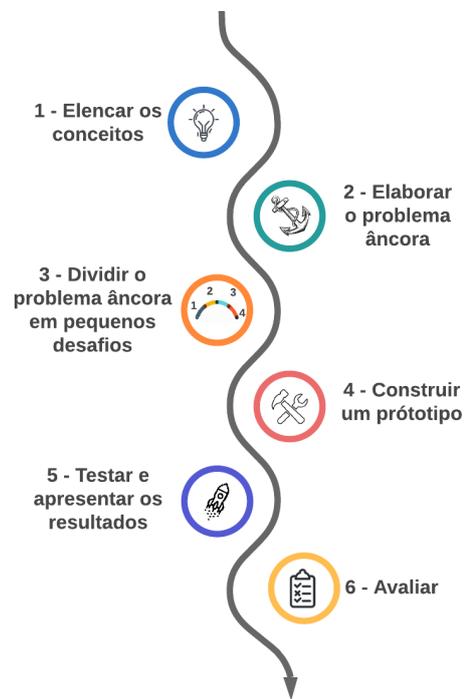


Figura 1. Síntese da metodologia aplicada neste trabalho. Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da metodologia foi pensando um trabalho multidisciplinar envolvendo duas disciplinas do curso técnico de Automação Industrial, Instrumentação e Controle de Processos, baseando-se nas seguintes premissas:

- (1) Os alunos deveriam ter uma experiência prática com o desenvolvimento de soluções, utilizando componentes da área;
- (2) Os alunos seriam responsáveis pela interpretação do problema;
- (3) A teoria e a prática fariam parte da construção do conhecimento.

Primeiramente, elencou-se os seguintes conceitos que serviram de base para esse trabalho:

- Sistema de controle em malha fechada;
- Controle liga/desliga com histerese;
- Sensores de temperatura;
- Calibração de sensor;
- Condicionamento de sinal;
- Funcionamento de um Termopar<sup>1</sup>.

Diante desses conceitos, foi elaborado um problema âncora, ou seja, um problema motivador que serviu de pano de fundo para o aprendizado. Para tal, escolheu-se uma situação comum ao cotidiano dos alunos: aquecimento de água para se fazer chá, sendo apresentado aos alunos da seguinte forma:

<sup>1</sup> Sensor de temperatura constituído por dois fios metálicos que, quando submetidos a uma fonte de calor, geram uma diferença de potencial em seus terminais.

O chá é a segunda bebida mais consumida no mundo, estima-se que são tomadas mais de 3 bilhões de xícaras de chá no mundo, diariamente. Para conseguir extrair o melhor sabor das folhas, sem deixar o gosto amargo, é necessário seguir algumas recomendações relacionadas a temperatura da água e o tempo de infusão correta para cada tipo de chá. Por exemplo, a temperatura da água ideal para a infusão do chá branco está entre 75°C a 85°C (4 a 8 minutos de infusão), o chá verde entre 60° a 80°C (2 a 4 minutos de infusão), o Oolong (Chá chinês) 85 a 90°C (4 a 6 minutos de infusão) e o chá preto entre 80 e 100°C (3 a 5 minutos de infusão). Como desenvolver um sistema de controle para controlar a temperatura da água?

A proposta deste trabalho baseou-se a realização das atividades em grupos durante um trimestre. Dessa forma obteve-se onze grupos de até quatro alunos nas duas turmas existentes. Para facilitar a solução do problema por cada grupo, conduzindo-os à construção de um protótipo, foi realizada a divisão em pequenos desafios, descritos nas Subseções 2.1 a 2.4 e sintetizados cronologicamente na Figura 2.

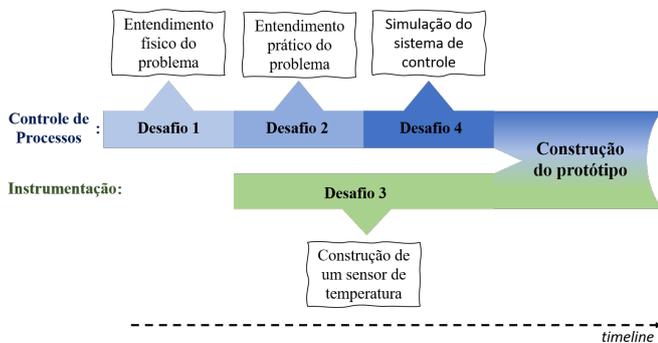


Figura 2. Linha progressiva de execução da metodologia.

Em azul as atividades realizadas durante as aulas de de Controle de Processos e em verde as atividades realizadas em Instrumentação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 2.1 Desafio 1 - Entendimento físico do problema

Neste primeiro desafio, o objetivo foi o entendimento físico do problema pelos alunos. Assim, foram apresentadas as seguintes questões para os alunos buscarem, em grupo, a solução:

- O que ocorrerá com a temperatura da água quando ela for aquecida por uma fonte de potência constante? Faça um esboço do que se espera desse processo em um gráfico temperatura da água (°C) × tempo (s);
- Considerando que a altitude média de Itabirito-MG é de 901 metros acima do nível do mar, seria possível fazer a infusão do chá preto na temperatura de 100°C? Justifique sua resposta;
- Suponha que um litro de água na temperatura ambiente de  $T_0 = 25^\circ\text{C}$  seja aquecido por meio de um ebulidor de 1000W/127V para fazer a infusão de um chá verde na temperatura de 70°C. Considerando que o reservatório onde a água foi colocada é adiabático (não perde calor para o meio) e ainda que toda a energia entregue ao ebulidor é convertida em

calor, quanto tempo levará esse processo? Considere  $\rho \approx 1000\text{kg/m}^3$  e  $c_{\text{água}} = 1\text{cal/g}\cdot^\circ\text{C}$ .

### 2.2 Desafio 2 - Entendimento prático do problema

Para o entendimento prático do problema e visualização de uma solução com componentes existentes no mercado foram propostas as seguintes tarefas:

- Com base no *datasheet* do componente AOB508-G21 defina a sua finalidade;
- Quais são os tipos de sensores compatíveis com esse componente? Faça uma breve diferenciação dos sensores compatíveis: vantagens, desvantagens e aplicações;
- Especifique um sistema de controle (completo) que garanta a temperatura da água ideal para se fazer a infusão do chá. Elenque os componentes reais necessários para o sistema, explique o funcionamento básico da planta (processo) e do controlador proposto de maneira intuitiva e faça um diagrama de blocos desse sistema;
- Faça a ligação no componente AOB508-G21 de um ebulidor e de um sensor termopar tipo K, seguindo a especificação do sistema de controle proposta. Faça as devidas configurações para o funcionamento de acionar o relé interno quando a temperatura medida pelo sensor for superior à 25°C com uma tolerância de 1°C. Meça com um multímetro a resistência entre os contatos do relé escolhido e verifique o funcionamento correto;
- Levante a curva característica de aquecimento da água até a ebulição utilizando a montagem anterior. Compare os resultados com a solução apresentada no Desafio 1;
- Configure novamente o componente AOB508-G21 para realizar o controle de temperatura para a efusão à 70°C de um chá verde com uma tolerância de 1°C. Faça medições a cada 10 segundos e obtenha o gráfico de temperatura (°C) por tempo (s). Analise o resultado e a forma de controle realizada. Os resultados obtidos estão coerentes com os calculados anteriormente? O controle foi efetivo?

Ao final deste desafio, o aluno terá o contato pela primeira vez com o controle chamado de liga/desliga. Assim, a partir das conclusões dos alunos, o professor apresentou formalmente esse tipo de controle, a sua importância na indústria e sua utilização prática. Destaca-se que esse tipo de interação com os alunos foi importante, pois há uma construção conjunta do conceito, facilitando o aprendizado efetivo do aluno.

Vale ressaltar que o Controle Liga/Desliga é um tipo de controle muito intuitivo, comumente utilizado em processos que envolvem temperatura (de Lima, 2013) e que permitem uma oscilação na saída do sistema (Ogata, 2015). Por ser de fácil entendimento, é também utilizado como uma maneira de introduzir a ideia de uma malha fechada e do funcionamento geral de um controlador.

### 2.3 Desafio 3 - Construção de um sensor de temperatura

Neste desafio, pretende-se construir um sensor de temperatura do tipo termopar, seguindo 3 tarefas principais: (i)

apresentação de seminário, (ii) compreensão do sensor e (iii) construção física.

Como primeira tarefa, os seminários apresentados pelos alunos focaram no princípio de funcionamento de alguns tipos de sensores de temperatura (efeito mecânico, termopar, semiconductor, resistência elétrica, radiação, fibra ótica) e em suas diferentes aplicabilidades. Nessa tarefa, os alunos foram estimulados a, diante de uma bibliografia base, buscar outras ferramentas que auxiliassem no entendimento do problema para posterior exposição.

Para a segunda tarefa foi fornecido como referência o trabalho desenvolvido por De Deus et al. (2018), de maneira que os alunos a partir dessa leitura, fossem capazes de elaborar um fluxograma, ilustrando como eles construiriam um termopar. Esse fluxograma foi avaliado e questionado, servindo como base para eles durante as aulas práticas. Nesse ponto, o papel do professor foi refinar a análise realizada pelos alunos, preenchendo as lacunas na interpretação.

Na terceira etapa deste desafio, cada grupo, a partir dos fios metálicos fornecidos pelo professor (Figura 3) construiu o seu próprio sensor termopar, além de calibrá-lo e condicionar o sinal corretamente para o uso em um microcontrolador.

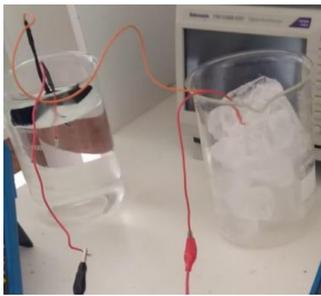


Figura 3. Fios para a construção do Termopar.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

A calibração do sensor visou obter uma equação que represente a resposta do sensor quando submetido à uma fonte de calor. Esta equação pode ser obtida variando a temperatura, por exemplo, de um bequer com água por meio de uma fonte de calor, cujos os valores medidos devem ser medidos com um sensor padrão, e coletando o valor da tensão correspondente a essa variação, com um multímetro. Como fonte de calor foi utilizado um ebulidor controlado por um relé. A Figura 4 exemplifica a montagem a ser realizada e a curva de calibração (tensão×temperatura) obtida em uma das montagens.

Após a calibração, tornou-se necessário o condicionamento do sinal do sensor (escala milivolts) para sua utilização em um microcontrolador (escala de 0 a 5V). Para tal, utilizou-se a montagem de um circuito de amplificação utilizando o CI TL072, conforme Malvino and Bates (2011). Como resultado, cada grupo teve um medidor de temperatura pronto para ser utilizado em um sistema de controle.

#### 2.4 Desafio 4 - Simulação do sistema de controle

Este desafio propôs uma simulação no *software online* Tinkercad, como apresentado na Figura 5. Note que no

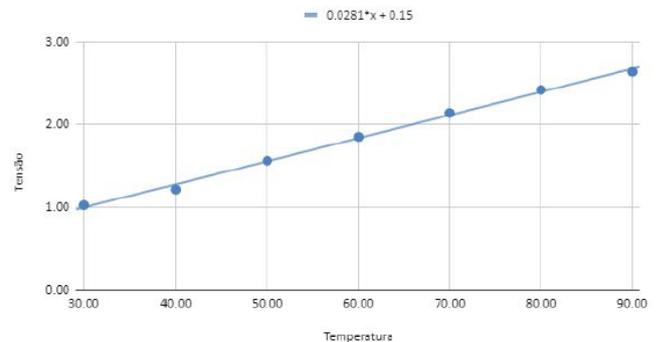
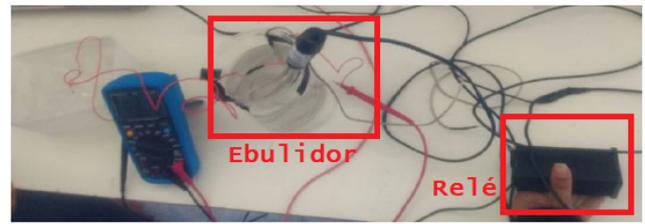


Figura 4. Montagem e curva de calibração do termopar.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

lugar do ebulidor foi utilizada uma lâmpada e no lugar da tensão alternada da rede foi utilizada uma bateria. Nessa versão atualizada de montagem, também foi utilizado um transistor para acionar corretamente o relé.

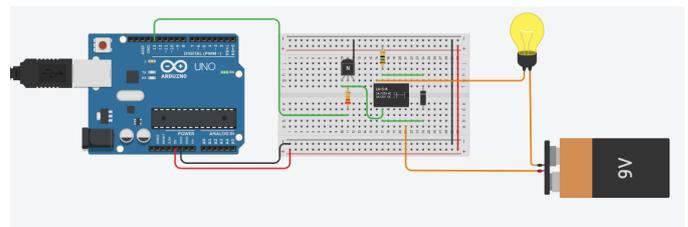


Figura 5. Montagem atualizada da simulação no Tinkercad.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao final desse desafio, os alunos puderam validar o entendimento prático do Controle Liga/Desliga, por meio do código implementado no Arduino e testado na montagem. É importante reforçar que, nesse momento, o papel do professor não foi fornecer a solução, mas auxiliar os alunos nesse processo, por meio do acompanhamento das atividades de cada grupo.

#### 2.5 Construção de um protótipo

Nesta etapa da metodologia, cada grupo teve como objetivo unir os conhecimentos adquiridos ao longo dos desafios para a construção física de um protótipo próprio capaz de realizar o controle do aquecimento de água para a efusão de um chá. Para tal, os materiais propostos para a construção física foram:

- 1 Arduino Uno;
- 1 Ebulidor;
- 1 Módulo Relé 10A;
- 1 sensor termopar, desenvolvido no Desafio 3 (fios, resistores e amplificador);
- 1 Beker para água;
- Fios para conexão.

## 2.6 Apresentação dos resultados

Após realizar os testes com o protótipo, cada grupo apresentou: (i) um relatório descrevendo todas as soluções obtidas nos desafios realizados, apresentando os problemas enfrentados; e (ii) um vídeo do sistema controlado, disponibilizando-o nas redes sociais.

## 2.7 Avaliação

A avaliação da metodologia utilizada foi realizada ao longo das etapas do projeto, por meio de um questionário opcional e anônimo, enviado aos alunos com as seguintes perguntas:

- (1) Como você avalia o seu aprendizado nesta aula?
- (2) Como você avalia a metodologia adotada?
- (3) Como você avalia o seu empenho durante a aula?
- (4) Você se sente entusiasmado para próxima aula?
- (5) Você se sente instigado a pensar criticamente e a observar novas possibilidades por meio da atividade proposta?
- (6) O que gostou, o que não gostou? Comentários.

## 3. RESULTADOS

A Figura 6 apresenta um protótipo desenvolvido por um dos grupos, evidenciando os principais componentes utilizados pelos alunos.

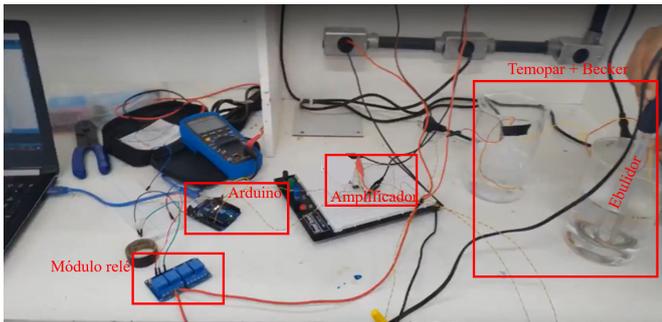


Figura 6. Protótipo desenvolvido por um dos grupos.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

O vídeo, que pode ser acessado no link: [https://youtu.be/OiTXA-GO9\\_E](https://youtu.be/OiTXA-GO9_E), é um compilado de três apresentações criadas pelos alunos com o resultado final alcançado. É interessante notar que esse tipo de atividade audiovisual possibilitou aos alunos maior síntese e criatividade.

A partir do resultado computado de todas as avaliações feitas pelos alunos durante as aulas de realização do projeto, foram obtidas as Figuras 7 a 11. Mesmo que a avaliação tenha sido opcional, esses resultados apontam uma boa indicativa do sucesso da metodologia aplicada, proporcionando aprendizado, empenho, criticidade e entusiasmo para continuidade das atividades.

Alguns comentários colocados na avaliação pelos alunos podem também ilustrar a positividade da metodologia:

- **Aluno 1:** “As propostas de práticas são algo que fogem do modo professor e aluno e, esse fato deve ser potencializado com mais práticas. Nesse contexto, o tema da prática proposta foi bastante interessante e, além disso, envolvia

várias outras áreas do conhecimento. Contudo, a divisão da turma em grupos, também ajudou e melhorou a realização da prática.”

- **Aluno 2:** “Gostei da proposta e da dinâmica aplicada para realizar a proposta!”

- **Aluno 3:** “A prática realizada foi muito interessante e realizá-la foi de grande aprendizado.”

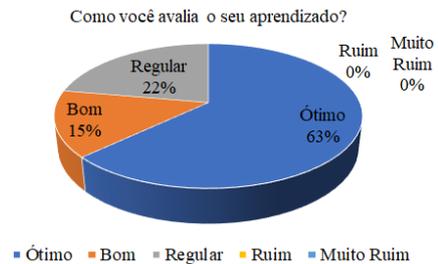


Figura 7. Avaliação do aprendizado.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

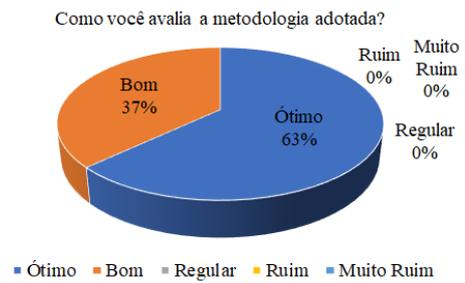


Figura 8. Avaliação da metodologia adotada.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

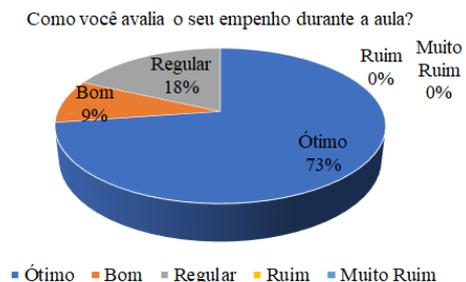


Figura 9. Avaliação do empenho durante as atividades.  
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 10. Avaliação do entusiasmo durante as atividades.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

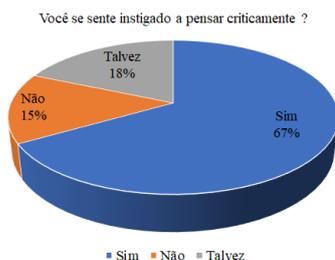


Figura 11. Avaliação do pensamento crítico durante as atividades.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pode-se citar como pontos que os alunos não gostaram: (i) leitura do *datasheet* no Desafio 2, principalmente, por não estarem habituados com esse estilo e (ii) dificuldades de relacionamento durante o trabalho em grupo.

Além disso, a etapa de amplificação do sinal foi desafiadora para os alunos. Eles se depararam com uma parte do processo que apresentou muitas dificuldades e que precisava ser solucionada, pois a execução do protótipo dependia dela. Neste ponto eles foram expostos às situações encontradas, normalmente, no ambiente de trabalho.

#### 4. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou a aplicação do método ativo de ensino-aprendizagem, baseado na solução de problemas, em um trabalho multidisciplinar das disciplinas de Instrumentação e Controle de Processos do Curso Técnico Integrado de Automação Industrial. O projeto consistiu na elaboração de um sistema de controle liga/desliga, utilizando um sensor de temperatura do tipo termopar, construído pelos próprios alunos. O trabalho foi dividido em pequenos desafios supervisionados pelos professores e ao final deles, os alunos eram avaliados antes de passar para a etapa seguinte. Como mostrado na Figura 2, as tarefas executadas em cada uma das disciplinas foram realizadas em paralelo, para que fosse possível a elaboração do produto final.

As avaliações realizadas pelos alunos ao longo do projeto possibilitaram mensurar se o objetivo da metodologia utilizada foi alcançado, ou seja, se os alunos se sentiram motivados e conseguiram compreender o funcionamento do sistema estudado. O *feedback* dado pelos alunos foi positivo e a dedicação deles foi notável. Nota-se que a metodologia ativa foi imprescindível para a construção do conhecimento dos discentes, sendo que este foi o primeiro contato dos alunos com esse tipo de estrutura de aprendizado. Foi observado também que, na faixa etária que os alunos de ensino médio se encontram, este tipo de metodologia teve grande aceitação e valorização por eles.

Em relação à parte conceitual e prática, verificou-se algumas dificuldades de interpretação e execução, mas que puderam ser sanadas com a supervisão dos professores. Percebeu-se que muitas dessas lacunas são devidas a carência de atividades práticas, de interdisciplinariedade e de uma metodologia efetiva nos anos anteriores.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a participação e o empenho de todos alunos das turmas do terceiro ano do curso técnico em Automação Industrial do ano de 2019.

#### REFERÊNCIAS

- Bender, W.N. (2015). *Aprendizagem baseada em projetos*. Penso, Porto Alegre, 1 edition.
- Bonotto, G. and Felicetti, V.L. (2014). Habilidades e competências na prática docente: perspectivas a partir de situações-problema. *Educação por escrito*, 5(1), 17–29.
- Costa, P.L., Gomes, H., Almeida, A., and Schimiguel, J. (2016). Uma proposta de ensino-aprendizagem baseada em abp e automação industrial, com foco no desastre de mariana-mg. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, 379.
- Da Silva, M.J. (2017). Abordagens tradicional e ativa: Uma análise da prática a partir da vivência no estágio supervisionado em docência. *XIII EDUCERE - XIII Congresso Nacional de Educação*.
- De Deus, M.P.A.d.D., Reis, A.J.d.R., and De Oliveira, M.A.M. (2018). Projeto, construção e calibração de um sensor de temperatura do tipo termopar seguindo a metodologia aprendizagem baseada em problemas. *Cobenge*.
- de Lima, G.F. (2013). Controle de temperatura de um sistema de baixo custo utilizando a placa arduino.
- Diesel, A., Baldez, A.L.S., and Martins, S.N. (2017). Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, 14(1), 268–288.
- Gomes, A.P., Arcuri, M.B., Cristel, E.C., Ribeiro, R.M., Souza, L.M., and Siqueira-Batista, R. (2010). Avaliação no ensino médico: o papel do portfólio nos currículos baseados em metodologias ativas. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 34(3), 390–396.
- Malvino, A. and Bates, D.J. (2011). *Eletrônica: Diodos, Transistores e Amplificadores-Série Tekne*. AMGH Editora.
- Marin, M.J.S., Lima, E.F.G., Paviotti, A.B., Matsuyama, D.T., Silva, L.K.D.d., Gonzalez, C., Druzian, S., and Ilias, M. (2010). Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das metodologias ativas de aprendizagem. *Revista brasileira de educação médica*, 34(1), 13–20.
- Ogata, K. (2015). Engenharia de controle moderno, 5a. edição. Editora LTC, São Paulo.
- Paiva, M.R.F., Parente, J.R.F., Brandão, I.R., and Queiroz, A.H.B. (2016). Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. *SANARE-Revista de Políticas Públicas*, 15(2).
- Pedrosa, I.L., Lira, G.A.d., Oliveira, B.d., Silva, M.d.S.M.L., Santos, M.B.d., Silva, E.A.d., and Freire, D.M.C. (2011). Uso de metodologias ativas na formação técnica do agente comunitário de saúde. *Trabalho, Educação e Saúde*, 9(2), 319–332.
- Rocha, J.P.M., dos Santos Mendes, M., de Medeiros, T.Í.O., and da Costa Júnior, A.G. (2013). Um exemplo do uso da abp na disciplina de instrumentação eletrônica do ifpb—mini geladeira peltier controlada por arduino. In *XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2013)*.