

# EXPECTATIVAS DA UTILIZAÇÃO DE UMA PLANTA DIDÁTICA INDUSTRIAL COMO OBJETO DE APRENDIZAGEM EM UM CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

**Lyvia R. B. Silva** – lybiagi@hotmail.com  
**Wagner Endo** – wendo@utfpr.edu.br  
**Alana R. B. S. Lisbôa** – alana@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procópio  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Avenida Alberto Carazzai, 1640.  
CEP 86300-000 – Cornélio Procópio, PR – Brasil.

**Resumo:** *Este artigo apresenta a utilização de uma Planta Didática Industrial como ferramenta complementar ao processo de ensino/aprendizagem, consolidando o conhecimento teórico e destacando a importância de estudos práticos para a formação do profissional. A Planta Didática Industrial demonstra didaticamente o controle de processos industriais através da operação de malhas de controle usando dos mesmos equipamentos e ferramentas utilizados em aplicações de automação industrial. Por ser tratar de conhecimentos diretamente relacionados com a prática, trata-se de uma pesquisa aplicada. Foram utilizadas tanto a técnica de documentação indireta (pesquisa documental e bibliográfica) quanto a documentação direta, por meio de entrevistas com alunos dos Cursos de Engenharia Elétrica, Mecânica e Tecnologia em Automação Industrial. Com essa pesquisa pretende-se direcionar o processo de ensino/aprendizagem criando ações de Educação em Engenharia e, ao mesmo tempo, estimular o senso crítico do aluno e sua capacidade de tirar conclusões a partir de simulações da atividade profissional.*

**Palavras-chave:** *Planta Didática Industrial, Processo de ensino/aprendizagem, Estudo Prático, Educação em Engenharia, Instrumentação e Controle.*

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de recursos didáticos complementares são desafios que, contextualizados adequadamente, podem fazer muito mais que simplesmente “testar e medir conhecimentos”, podem ajudar significativamente a construção de conhecimento tanto de aluno quanto de professores. (BAZZO e PEREIRA, 2000).

Após a captação do conhecimento, seja pela leitura de um livro ou estudos em sala de aula, é importante, processá-lo para reter e integrar os assuntos. Naturalmente, esse processamento já está acontecendo no primeiro momento, porém são imprescindíveis alguns procedimentos posteriores, como as aulas práticas em laboratórios. Segundo Lunetta (1991), “as aulas práticas podem ajudar no desenvolvimento de conceitos científicos, além de permitir que os estudantes aprendam como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos”.

A Planta Didática Industrial pode ser considerada um objeto educacional nos cursos de engenharia. A planta é um exemplo de recurso didático complementar que pode ser usado

para consolidação do conhecimento. Trata-se de uma planta de controle de processos industriais que tem como objetivo demonstrar didaticamente a operação de suas diversas malhas de controle usando dos mesmos equipamentos e ferramentas utilizados em aplicações de automação industrial.

O controle automático de processos industriais tem como principal preocupação manter as variáveis de processo como temperatura, pressão, fluxo, em algum ponto de operação desejado (SMITH e CORRIPIO, 1997). Sistemas controlados automaticamente têm um papel muito importante, tanto na regulação de motores, máquinas, veículos e dispositivos que requerem aumento de produtividade quanto para manter a qualidade de vida (WOLOVICH, 1994).

A utilização da Planta Didática como ferramenta de modelagem de processos permite ao estudante simular as estratégias de controle através da análise de um sistema físico real. Segundo Bazzo e Pereira (2000), modelagem é a representação do sistema físico real ou parte dele, em forma física ou simbólica, convenientemente preparada para predizer ou descrever o seu comportamento.

Segundo Driver (1988 *apud* BRITO *et al.*, 2009), estudantes em geral gostam das atividades e do trabalho prático, e quando têm chance de experimentar experiências significativas e não triviais, eles se tornam mais motivados e interessados. Assim, o uso da Planta Didática como uma ferramenta educacional, torna essencial essa junção de teoria e prática, enfatizando o papel da universidade na contribuição com a geração e difusão do conhecimento tecnológico e científico.

Segundo Bazzo e Pereira (2000), com o aparecimento de novos e modernos equipamentos industriais, é de vital importância que o estudante de graduação tenha contato com a instrumentação e aprenda a realizar ensaios de laboratórios; isto lhe conferirá maior versatilidade, o que será de grande valia na sua vida profissional.

O presente artigo realiza uma avaliação do perfil do aluno com acesso à Planta Didática e suas expectativas de aprendizado em relação à mesma. Os resultados servirão com um direcionamento para o processo de ensino/aprendizagem e poderão ser traduzidos em ações de educação em engenharia.

## **2 A PLANTA DIDÁTICA INDUSTRIAL**

A Planta Didática Industrial é construída sobre uma mesa de alumínio onde estão fixados todos os equipamentos, conforme mostra a Figura 1. Uma importante característica da planta é que as malhas de controle podem ser configuradas na mesma estrutura física montada, somente com mudanças na configuração dos controladores e instrumentos.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) *Campus* Cornélio Procópio dispõe da Planta Didática como um recurso, podendo ser considerado um objeto educacional. Dentre as disciplinas abordadas com a utilização da planta como ferramenta de ensino, as que mais se destacam dentre os cursos da UTFPR são: Instrumentação, Controle e Automação Industrial.

Os equipamentos básicos que compõem a planta industrial são:



Figura 1 – Planta Didática 3 SMAR.

- 1 – Reservatório de água;
- 2 – Tanque de aquecimento;
- 3 – Tanque de mistura;
- 4 – Bombas hidráulicas (responsáveis pela circulação de água dentre as tubulações e tanques);
- 5 – Válvulas de controle (responsáveis pelo fluxo de água na planta);

Entre os demais instrumentos estão resistências de imersão (responsáveis pelo aquecimento do tanque, mostrado com indicação 2, na Figura 1), transmissores de pressão e temperatura, indicadores de vazão, nível, além dos controladores programáveis.

Os instrumentos citados aplicam tecnologias das redes industriais da *Foundation Fieldbus*, *Hart*, e *Profibus*. O Software de Supervisão e Interface Homem-Máquina é o *ProcessView Enterprise Edition* e o sistema de Automação e Controle é o *System 302*.

### 3 ASPECTOS DOS CONTROLADORES DA PLANTA DIDÁTICA INDUSTRIAL

Nesta seção apresentam-se os conceitos aplicados nas topologias de controladores aplicados na Planta Industrial. Estes conceitos servem de referencial teórico para os alunos na utilização da mesma.

#### 3.1 Controle por antecipação e realimentação

O controlador por antecipação tem como objetivo medir as perturbações do sistema e compensá-las antes que a variável de controle desvie do seu *set point* (SMITH e CORRIPIO, 1997). A finalidade do controle por antecipação na planta é manter a temperatura do tanque de aquecimento em um valor fixo. Um conversor de potência é o elemento final de controle, ele é responsável pelo envio da energia para o aquecimento das resistências deste tanque. A malha principal é a malha de temperatura, que recebe um ganho proveniente da vazão de água fria, para acelerar a demanda de potência necessária para manter a temperatura constante. Esta estratégia garante que variações de vazão na entrada de água no tanque de aquecimento tenha respostas rápidas. A Figura 2 mostra o diagrama de tubulação e instrumentação que representa essa etapa.

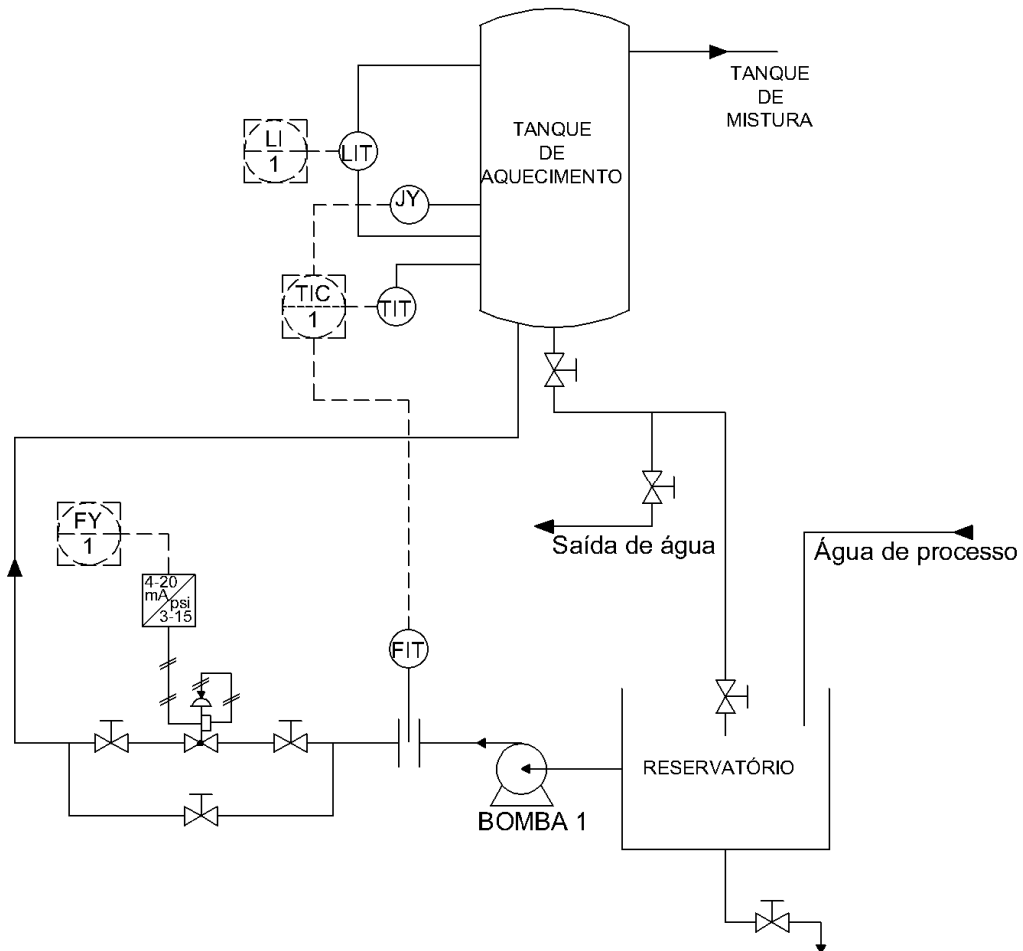


Figura 2 – Controle por antecipação no tanque de aquecimento.

O objetivo do controle por realimentação é manter a variável controlada num valor constante, a partir da medição da saída do sistema e comparação desse valor com o valor de *set point*, fazendo com que o controlador atue na diferença (erro) entre esses dois valores. Na planta, essa estratégia é implementada no tanque de mistura, no qual o objetivo é manter a temperatura constante, através do controle da vazão de água fria que entra nesse tanque. A variável de processo é a temperatura do tanque e a variável de entrada é a vazão de água fria. A Figura 3 mostra o diagrama de tubulação e instrumentação que representa essa etapa.

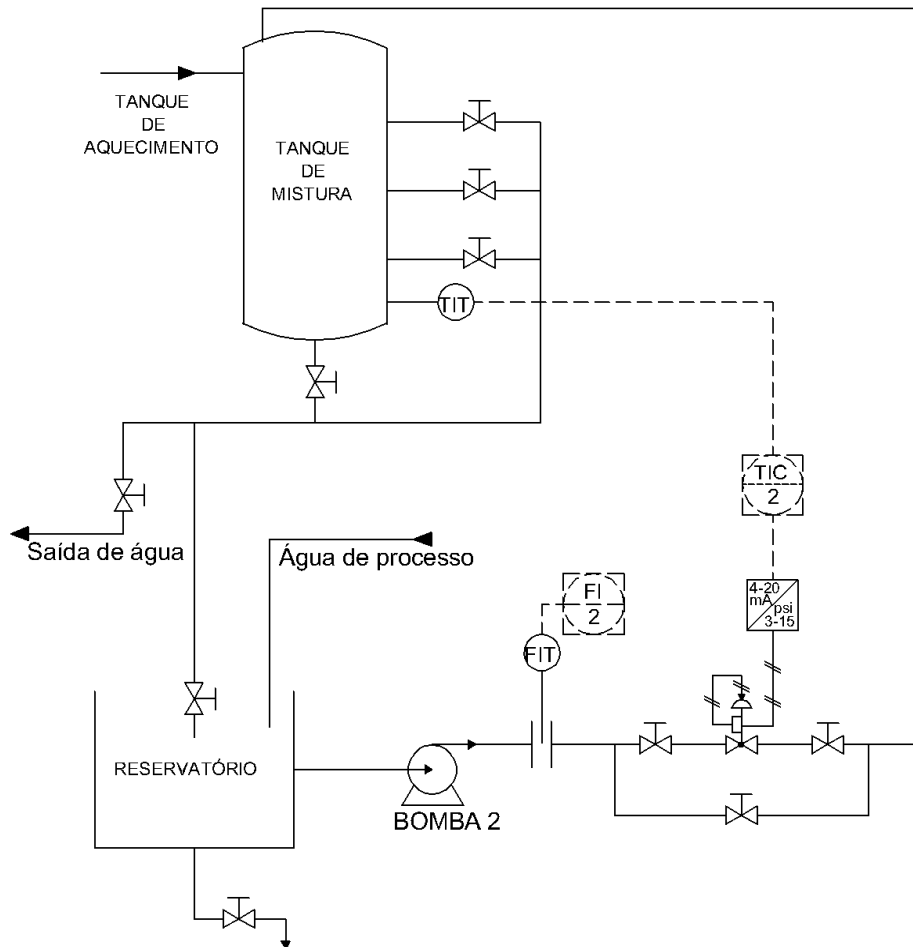


Figura 3 – Controle por realimentação no tanque de mistura.

### 3.2 Controle em Cascata

O controle em cascata toma uma ação corretiva no sistema antes que a variável de controle primária seja afetada, mas depois que uma perturbação já atingiu o processo (SMITH e CORRIPIO, 1997). Trata-se de duas variáveis controladas atuando em uma mesma variável manipulada, no qual o *set point* do controlador da malha interna (controlador escravo) é dado pela saída do controlador externo (controlador mestre). Na planta, é uma forma de controle de temperatura no tanque de mistura que compensa as variações do fluxo de água fria. A Figura 4 mostra o diagrama de tubulação e instrumentação que representa essa etapa.

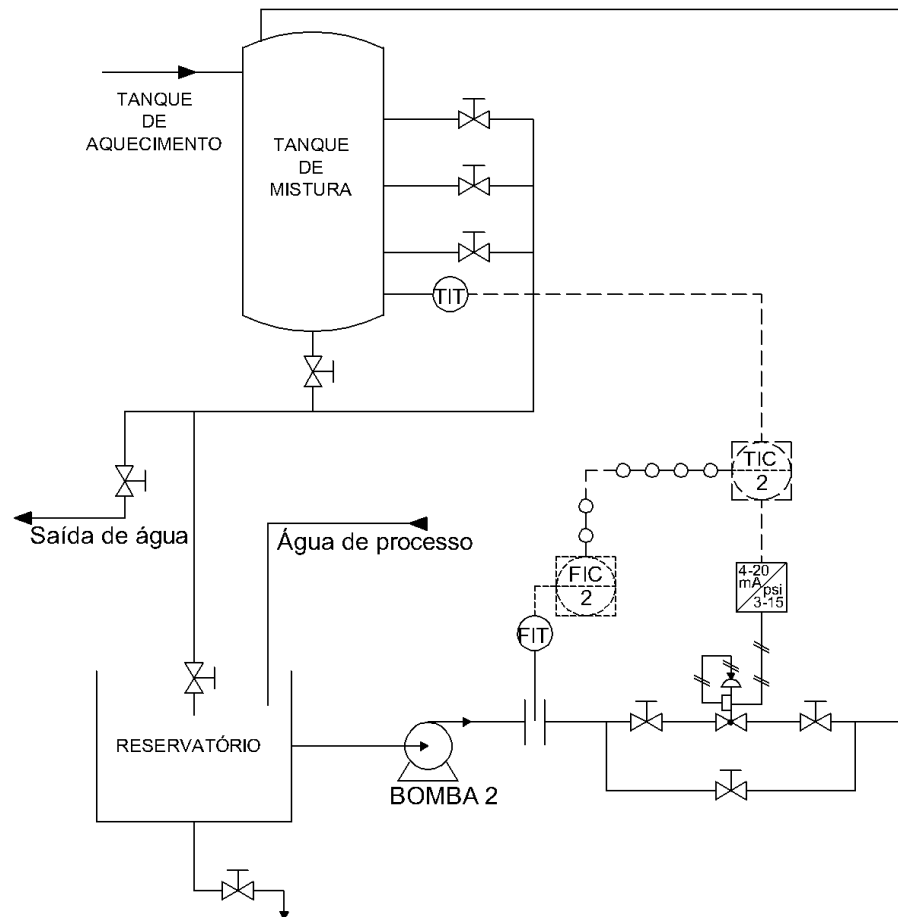


Figura 4 – Controle em Cascata no tanque de mistura.

#### 4 INFERÊNCIA DAS EXPECTATIVAS DOS ESTUDANTES PARA A UTILIZAÇÃO DA PLANTA DIDÁTICA INDUSTRIAL

Para a realização dessa inferência com os estudantes, considera-se que esta envolve, do ponto de vista de sua natureza, conhecimentos relacionados diretamente com a prática, preocupando-se com a solução de problemas específicos (SILVA e MENEZES, 2001, p. 20). Trata-se de uma pesquisa básica, que tem por objeto a aquisição de conhecimentos fundamentais a partir da análise das proposições feitas aos alunos. A pesquisa básica nas áreas tecnológicas é de fundamental importância para obtenção de conhecimentos elementares, podendo ser utilizada em aplicações específicas ou multifuncionais viabilizando novos produtos (JUNG, 2004).

Quanto ao objetivo, trata-se de uma pesquisa exploratória, com a finalidade de descobrir teorias e práticas que modificarão ou complementarão a metodologia das aulas práticas nos cursos de Engenharia. Na pesquisa exploratória não existe grandes teorizações e, sim, a experimentação para coleta de dados que servirá de base para a formulação de modelos inovadores ou explicativos (JUNG, 2004). Esta pesquisa teve como objetivo apresentar as expectativas desses alunos sobre Controle e Instrumentação Industrial, servindo de uma ferramenta adicional para o professor nas aulas práticas.

Segundo os procedimentos, essa pesquisa é considerada um estudo de caso, ferramenta importante para entender o funcionamento de algo. Na Engenharia são necessários estudos anteriores para determinar como está funcionando um processo, para que posteriormente seja recomendada, desenvolvida e implantada uma nova técnica. Nessa pesquisa foram elaborados

questionários para entrevistas aos alunos e análise das suas expectativas quanto a metodologia de ensino.

## 4.1 Resultados das expectativas dos estudantes

Foram entrevistados 12 alunos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Cornélio Procópio, que estavam iniciando as aplicações propostas em aula utilizando a Planta Industrial Didática.

A seguir serão mostrados os cursos e disciplinas os quais os alunos entrevistados estavam matriculados na data em que responderam ao questionário.

Engenharia Elétrica – Instrumentação Industrial

Engenharia Mecânica – Instrumentação e Controle

Tecnologia em Automação Industrial – Redes Industriais e Instrumentação Industrial

Foi proposto aos alunos que fizessem uma auto-avaliação de seus conhecimentos sobre os assuntos relacionados à Planta Industrial. A Figura 5 mostra a avaliação dos alunos sobre seu conhecimento nas estratégias de controle por antecipação, controle por realimentação e controle em cascata. Observou-se que dos 12 entrevistados, 2 conseguiram identificar mais de duas estratégias de controle aplicadas na planta.

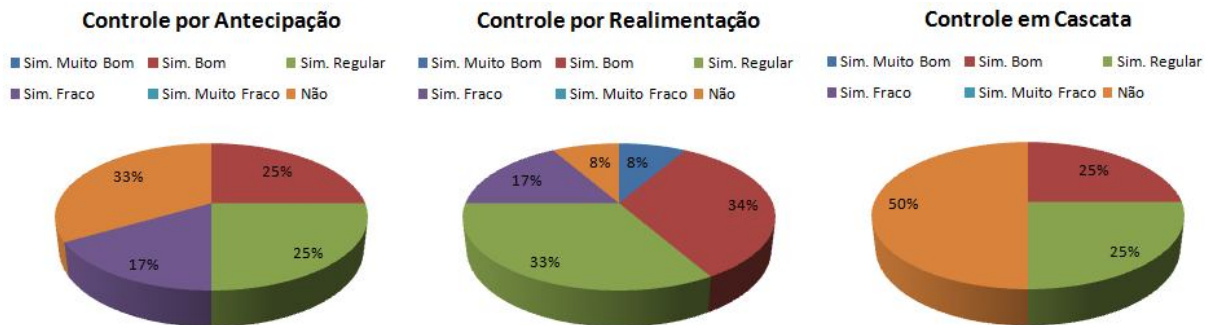


Figura 5 – Avaliação dos alunos sobre seu conhecimento sobre as estratégias de controle por antecipação, controle por realimentação e controle em cascata.

A Figura 6 mostra quais das estratégias de controle mostradas na Figura 5 os alunos conseguiram identificar na Planta Didática.

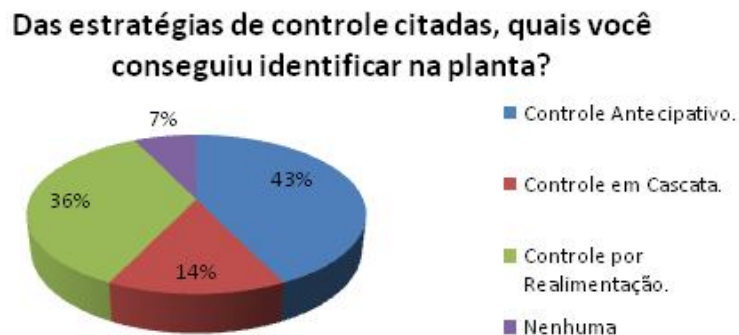


Figura 6 – Estratégias de controle que os alunos conseguiram identificar na Planta Didática.

A Figura 7 mostra as disciplinas curriculares às quais os alunos acreditam estar, de certa forma, relacionadas com a utilização da Planta Didática.

## Disciplinas curriculares relacionadas à planta didática

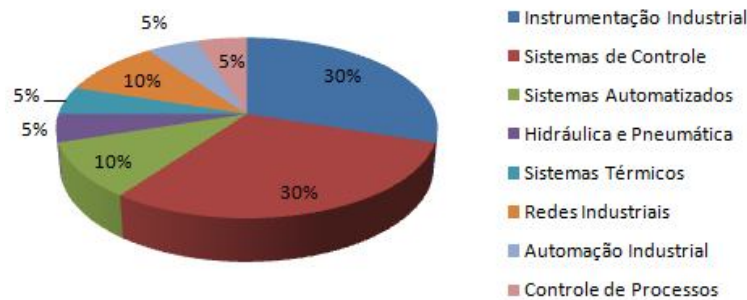


Figura 7 – Resposta dos alunos em relação às disciplinas curriculares que apresentam certo tipo de relação com a Planta Didática.

### 4.2 Reflexões das expectativas dos estudantes

A utilização de um recurso didático que auxilia o processo de aprendizagem mostra-se bastante motivador do ponto de vista dos alunos. No entanto, estas inferências devem ser bem desenvolvidas e exploradas na aprendizagem do aluno. Pois, ao despertar esse interesse, estas expectativas o levam a se tornar elemento questionador do processo de aprendizagem.

Este processo deve ser acompanhado pelo professor, pois somente a expectativa em si não pode ser considerada suficiente para a concretização da aprendizagem. No entanto, pode ser o ponto de início para este processo. Trata-se, então, de um estímulo intelectual ao aluno, tornando assim relevante à aprendizagem.

Ressalta-se que a partir dessas expectativas, a aprendizagem dos alunos passa por um processo em que os conceitos teóricos tornam-se aplicações práticas na Planta Industrial. Por exemplo, para o ajuste dos controladores o aluno precisará de pré-requisitos da disciplina de Controle. Neste aspecto, é missão do professor conduzir o aluno a transformar a expectativa em conhecimento prático. Lembrando-se sempre de tutoriar consistentemente esse processo, pois as expectativas dos alunos podem se tornar meras frustrações na aprendizagem.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse artigo foi apresentado um estudo em que foi possível analisar algumas expectativas dos alunos com a utilização de ferramentas educacionais complementares de Controle e Instrumentação Industrial. A aprendizagem proporcionou aos estudantes a aproximação de um sistema físico real, com a utilização de modelos ou simuladores.

O levantamento dos dados realizados através da pesquisa permitiu ao professor conhecer o perfil dos alunos e o nível do referencial teórico da turma, o que serviu como direcionamento para o processo de ensino e aprendizagem em várias disciplinas dos cursos de Engenharia Elétrica, Mecânica e Tecnologia em Automação Industrial.

Analisando as repostas dos alunos, é possível perceber em quais áreas os alunos tem menos conhecimento e, dessa forma, direcionar as atividades. Por exemplo: pode-se notar que metade dos entrevistados não tem conhecimento do Controle em Cascata, e daqueles que tinham conhecimento, apenas 14% conseguiram identificá-lo na planta.

Ao propor a utilização da planta, o aluno foi induzido a analisar as aplicações de diversas topologias de controle e suas particularidades, agregando maior conhecimento na aplicação dos princípios básicos teóricos para a solução de problemas e desenvolvendo seu espírito crítico na interpretação e avaliação de resultados experimentais. É necessário que o trabalho seja realizado em conjunto e seja contextualizado com o conteúdo das disciplinas, de forma a



não levar o aluno a pensar que o diálogo entre os conhecimentos teórico e prático não existe e que um não necessita do outro.

Diante do exposto, percebe-se que ambas as situações são contempladas com o uso da planta: os alunos, em sua maioria, conseguiram identificar os tipos de controle industrial através do contato com a instrumentação e contextualizaram o conhecimento adquirido com várias outras disciplinas, além da disciplina de Controle.

Dessa forma, percebe-se que a utilização de ferramentas educacionais complementares, como a Planta Didática, proporciona, dentre outros resultados, o estímulo ao senso crítico do aluno e sua capacidade de tirar conclusões a partir de simulações da atividade profissional.

## 6 REFERÊNCIAS

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à engenharia**. 6. ed. Florianópolis: UFSC, 2000. 274 p.

BRITO, G. A.; ENDO, W.; ALBERTIN, G.. Interface para Análise, Medição e Supervisão de Energia Elétrica baseada em Rede de Comunicação para Aplicações Didáticas. **Anais: XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Pernambuco: 2009.

DRIVER, R. **Psicologia cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos**. In: Enseñanza de las ciencias, 6(3), 1988. p. 291-296.

JUNG, Carlos Fernando. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento**: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004. 312 p.

LUNETTA, V. N. Actividades práticas no ensino da Ciência. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 2, n. 1, p. 81-90, 1991.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. p.20.

SMITH, C. A.; CORRIPIO, A. B. **Principles and Practices of Automatic Process Control**. 2. ed. : Wiley, 1997.

## EXPECTATIONS OF THE USE OF A DIDACTIC INDUSTRIAL PLANT AS AN OBJECT OF LEARNING IN AN UNDERGRADUATE COURSE OF ENGINEERING

**Abstract:** *This article presents the use of a didactic industrial plant as a complementary tool to the process of teaching/learning, consolidating the strengthening of the theoretical knowledge and highlighting the importance of practical studies for professional training. The Didactic Industrial Plant shows didactically the control of industrial processes through the operation of control loops using the same equipments and tools used in industrial automation applications. Due to the fact that this knowledge is directly related with practice activities, it is considered an applied research. There were used both indirect documentation technique (documentary research and literature) and the direct documentation, through interviews with students of Electrical and Mechanical Engineering, and Industrial Automation Technology.*

*With this research it is intended to direct the process of teaching/learning by creating actions of Engineering Education and at the same time, stimulate the student's critical thinking and its ability to draw conclusions from simulations of professional activity.*

**Key-words:** *Didactic Industrial Plant, Process of teaching/learning, Practical Studies, Engineering Education, Instrumentation and Control.*