



UMA PLATAFORMA COMPUTACIONAL PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE CONTROLE

Adelson Siqueira Carvalho – adelsonsc@yahoo.com.br

IFF – Instituto Federal Fluminense, Engenharia de Controle e Automação

Rua Dr. Siqueira, 273 - Parque Dom Bosco, CEP 28030-130 – Campos – RJ.

Dante Augusto Couto Barone – barone@inf.ufrgs.br

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PGIE

Av. Paulo Gama, 110 - CEP: 90040-060 - Porto Alegre-RS

Resumo: *Este trabalho apresenta uma proposta de plataforma computacional como recurso didático-pedagógico para o ensino de engenharia de controle. A plataforma em questão combina o potencial educacional do software de projeto e simulação de sistemas de controle, conhecido como MATLAB® e a conexão deste software a uma coluna de destilação piloto situada no IFF – campus Campos-Centro. Esta proposta se baseia na hipótese de que a utilização de plataformas computacionais como esta podem auxiliar a desenvolver aspectos relevantes que não poderiam ser estimulados apenas com a simulação, para tanto, um experimento baseado em práticas educativas pautadas na teoria construtivista e sócio-interacionista deve ser concebido para detectar a evolução dos alunos que se utilizam desta plataforma e dos que não se utilizam dela.*

Palavras-chave: *construtivismo, teoria sócio-interacionista, plataforma computacional.*

1 INTRODUÇÃO

A ênfase no ensino de técnicas no lugar de conceitos resulta em um rápido esquecimento por parte dos alunos. O ensino da teoria desvinculado dos aspectos práticos não prepara adequadamente o aluno para o exercício da profissão. (Ribas *et al.* 1998 citado por Vallim *et al.* 2000).

Atualmente no ensino de engenharia os métodos utilizados pelos professores não contribuem de forma significativa para o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias ao profissional, sobretudo em um curso de engenharia de controle e automação. Tendo em vista esta realidade o presente trabalho apresenta uma proposta de plataforma tecnológica para o ensino de engenharia de controle. Esta plataforma possui aspectos tecnológicos em sua constituição e sua concepção é galgada em pressupostos teóricos bem específicos, como o construtivismo e a teoria sócio-interacionista.

As teorias selecionadas para a concepção didático-pedagógica desta plataforma têm, como principal argumento, a tentativa de aproximação do ensino de engenharia, tipicamente instrucionista, ao paradigma mais adequado para a construção do saber, do conhecimento e das competências inerentes a este profissional, em contraponto as teorias positivistas e comportamentalistas dominantes neste segmento da educação de

Secretaria Executiva: Factos Eventos.

Rua Ernesto de Paula Santos 1368, salas 603/604. Boa Viagem Recife - PE CEP: 51021-330

PABX:(81) 3463 0871

E-mail: cobenge2009@factos.com.br



nível superior. Dotada de um software de projeto e simulação de sistemas de controle e ainda de integração entre o software de simulação e um sistema real em escala de processo industrial, a referida plataforma, proporcionará ao aluno o ambiente favorável ao desenvolvimento de competências e habilidades necessárias a sua profissão.

Segundo Schinaid *et al.* (2003) as recomendações da ABET– *Accreditation Board for Engineering and Technology*, instituição norte-americana que procura estabelecer critérios de qualidade específicos para cada habilitação, os cursos de graduação devem estimular a capacidade para aplicar conhecimento de matemática, ciências e engenharia; projetar e conduzir experimentos; analisar e interpretar resultados; projetar um sistema, componente ou processo para atender a determinados requisitos; atuar em equipes multidisciplinares; identificar, formular e resolver problemas de engenharia; poder compreender a natureza da ética e da responsabilidade profissional; comunicar-se efetivamente (por escrito e oralmente); entender o impacto das soluções da engenharia no contexto social e ambiental; buscar a aprendizagem permanente; e ainda usar técnicas e ferramentas modernas para o exercício da prática da engenharia.

Com o suporte computacional apropriado, este profissional ainda em formação, poderá ter acesso a situações-problema comuns em seu ambiente profissional deste que em consonância a este recurso seja elaborada uma estratégia didático-pedagógica por parte do professor que favoreça a autoria e desenvolvimento do educando. Para tanto certos aspectos não podem deixar de ser destacados como o processo avaliativo.

É comum em cursos de engenharia que os professores, exímios transmissores de conhecimento – como se o conhecimento pudesse ser transmitido e não construído – entendem como avaliação um processo de confronto entre as respostas do professor e as respostas do aluno, buscando uma medida de aproximação entre as duas para gerar uma provável nota ou conceito que representa todo o aprendizado do indivíduo ao longo de meses de aula.

Segundo Vygotsky (1989):

“Para os construtivistas, os métodos objetivistas de avaliação, como o de critério referência, não são apropriados para avaliar a aprendizagem dos ambientes de construção do conhecimento e parecem ser insensíveis para perceber outros tipos de aprendizagem. Os métodos de avaliação devem ser mais livres de metas definidas e permitir a construção do conhecimento em contextos que requerem perspectivas variadas e diversos pontos de vista. Devem estar livres de objetivos fechados, ampliando a flexibilidade e alternativas nos seus resultados.”

Acompanhamento do processo de construção de conhecimento implica favorecer o desenvolvimento do aluno, orientá-lo nas tarefas, oferecer-lhe novas leituras ou explicações, sugerir-lhe investigações, proporcionar-lhe vivências enriquecedoras e favorecedoras à sua ampliação do saber (Hoffmann, 1994).

No contexto da formação fundado em paradigmas que se constituem a partir do construtivismo, das pedagogias críticodialógicas e sócio-interacionistas, a avaliação

Secretaria Executiva: Factos Eventos.

Rua Ernesto de Paula Santos 1368, salas 603/604. Boa Viagem Recife - PE CEP: 51021-330

PABX:(81) 3463 0871

E-mail: cobenge2009@factos.com.br



educacional não é algo que está dissociada do grande conjunto processual que configura a educação formal escolar e universitária. Ela é intrínseca à prática educativa, ao ensino e à aprendizagem (Ahlert, 2002).

Para este autor fica claro que as vantagens da utilização da plataforma proposta, só podem ser evidenciadas se a avaliação for feita entre alunos que tiveram oportunidade de trabalhar com tal recurso e alunos que não tiveram a mesma oportunidade. Todavia o processo de avaliação da aprendizagem deve ser contínuo e presente ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem, uma avaliação estanque como uma prova para verificação do êxito ao solucionar um problema pontual, não será capaz de representar todo o conhecimento construído nas estruturas cognitivas do aluno.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: na seção 2 é apresentado um breve estado da arte da utilização de plataformas tecnológicas semelhantes, na seção 3 é apresentada a plataforma tecnológica proposta, destacando seus principais componentes constituintes. Na seção 4 apresenta-se a caracterização do experimento didático-pedagógico concebido seguido das considerações finais do trabalho.

2 UM BREVE ESTADO DA ARTE

O estado da arte que congrega diversos estudos relacionados à plataforma proposta pode ser abordado de forma bastante resumida nos próximos parágrafos. É importante destacar que apesar da similaridade da plataforma proposta com os diversos laboratórios remotos mencionados nos trabalhos que se seguem, este trabalho tem como intuito utilizar o recurso tecnológico proposto apenas como facilitador para um experimento didático-pedagógico que objetiva investigar a eficácia destas ferramentas para o ensino de engenharia de controle e automação.

Schmid e Ali (2000) desenvolvem um sistema baseado em Internet para ensino de engenharia de controle. Este sistema permite visualização e simulação de sistemas dinâmicos de forma mais abrangente devido a utilização de um *web-browser* padrão. Utilizam para animação dos sistemas dinâmicos a linguagem VRML (*Virtual Reality Modelling Language*), além de contar com estes recursos o curso virtual é composto por tutoriais, exercícios e experimentos virtuais.

Clume e Gomes (2001) apresentam um sistema para controle remoto de processos em tempo real através da Internet, seguindo uma arquitetura cliente-servidor. Uma interface de projeto e sintonia de controladores *fuzzy* é disponibilizada para o usuário. O equipamento acessado remotamente é um pêndulo. Testes foram realizados entre as universidades UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora) e UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) para validar a capacidade de acesso remoto do sistema.

Zeilmann (2002) apresenta uma proposta de controle supervisão e monitoramento de processos industriais pela Internet. Apresenta o trabalho sob a luz dos três contextos envolvidos: a planta industrial, o servidor e o cliente. Através da integração de tecnologias *web* e redes *fieldbus*, propicia acesso remoto por parte dos usuários aos dispositivos que se comunicam via protocolo *Foundation Fieldbus*. Apresenta avanço em relação a outros laboratórios remotos pela proximidade entre a planta piloto utilizada e as encontradas na indústria.

Secretaria Executiva: Factos Eventos.

Rua Ernesto de Paula Santos 1368, salas 603/604. Boa Viagem Recife - PE CEP: 51021-330

PABX:(81) 3463 0871

E-mail: cobenge2009@factos.com.br



Casini, *et al.* (2003) desenvolvem um laboratório para o ensino remoto de técnicas de controle de processos. Os módulos de controle disponíveis no laboratório são: controle de posição, controle de velocidade, ambos de um motor DC, nível de tanque, e simulador de helicóptero. Foca na competição entre os usuários e seus algoritmos de controle, criando um ranking para os que desenvolvem algoritmos com melhor desempenho.

Souza, *et al.* (2005) apresentam uma proposta de sistema de gerência de informação de processos em nível de campo através da Internet. As informações são oriundas de plantas de petróleo e gás natural de Guamaré. Integração entre os atuais sistemas de supervisão e as ferramentas para navegação (*browsers*) permitem esta aplicação. Focam em demonstrar que a utilização de sistemas de navegação existentes na maioria dos computadores torna mais viável financeiramente a inclusão de diversos pontos de supervisão do processo. Apontam como relevante ponto de observação, a portabilidade dos dados disponíveis na Internet.

Dormido, *et al.* (2008) apresentam um laboratório on-line para experimentos em sistema não linear multi-variável, três tanques acoplados, permitindo que estudantes possam aprender na prática, aspectos fundamentais de controle de processos. Através da integração das ferramentas: EJS (*Easy Java Simulations*) e eMersion – ferramenta colaborativa de experimentos on-line, os envolvidos podem ter uma maior flexibilidade na realização dos experimentos.

Partindo deste cenário poder-se-á perceber que nos trabalhos que serão apresentados existe um grande enfoque na verificação da validade da ferramenta apenas na forma quantitativa e com um processo de avaliação baseado em questionários ou testes de conhecimento, tendendo muito mais para uma forma de avaliação comportamentalista do que construtivista. O propósito deste trabalho é avaliar o desempenho do aluno durante a utilização da ferramenta, o que leva basicamente todo o semestre letivo no qual se encontra em contato com a plataforma e o método de avaliação que se deseja utilizar é o de avaliação mediadora, seguindo as sugestões de Hoffmann (1994).

3 A PLATAFORMA TECNOLÓGICA PROPOSTA

A formulação de uma plataforma tecnológica para o ensino de engenharia de controle passa pela utilização de recursos computacionais e tecnológicos existentes e disponíveis no laboratório de automação industrial do IFF. Estes recursos, ora explorados separadamente, agora passam a integrar um ambiente de projeto, simulação, implementação e testes para estratégias de controle avançado.

Diferente dos muitos laboratórios acessados remotamente disponíveis em instituições de ensino pelo mundo, o propósito deste laboratório é servir como base para estudos de alunos matriculados em um curso regular e presencial, deixando claro que a intenção, pelo menos não inicial, deste trabalho não é investigar as vantagens destes laboratórios para educação à distância.

A plataforma concebida é dotada de três elementos constituintes básicos:

1. Sistema real, representado na forma da coluna de destilação piloto.

Secretaria Executiva: Factos Eventos.

Rua Ernesto de Paula Santos 1368, salas 603/604. Boa Viagem Recife - PE CEP: 51021-330

PABX:(81) 3463 0871

E-mail: cobenge2009@factos.com.br

2. Software de projeto e simulação de sistemas de controle MATLAB/SIMULINK®.

3. Integração do software acima relacionado com o sistema real em questão, através de um sistema de medição e aquisição de dados industrial – *Foundation Fieldbus* (SYSCON®) e os servidores OPC que integram o pacote SYSTEM302 do fabricante Smar®.

A utilização de softwares proprietários se deve ao fato da não existência de softwares equivalentes para as funções inerentes à aplicação, salientando que todos os softwares utilizados são devidamente licenciados. A Figura 1 apresenta na forma de diagrama os componentes da plataforma.



Figura 1. Componentes da plataforma tecnológica.

3.1 A coluna de destilação

Em diversos laboratórios do curso de automação do IFF existem protótipos de plantas e processos industriais. Através de sistemas de medição e aquisição de dados similares aos utilizados em ambiente industrial, estes protótipos permitem aos alunos a interação com o equipamento e aprendizado de técnicas de identificação e controle de processos que são utilizadas por engenheiros de automação. Dentre os laboratórios existentes o que mais se aproxima de um processo industrial nos quesitos sistema de instrumentação e capacidade produtiva, é a coluna de destilação piloto.

Segundo Crespo (2000) o professor do curso técnico de química do Luiz Paulo Miranda Vaillant projetou uma coluna de destilação piloto para fins didáticos e, em 1989, como resultado de um intercâmbio entre a Refinaria Nacional de Sal – Sal Cisne – localizada em Cabo Frio – RJ e a instituição, o curso técnico de Instrumentação recebeu como doação a coluna de destilação. Uma imagem da coluna de destilação pode ser vista na Figura 2.

Secretaria Executiva: Factos Eventos.

Rua Ernesto de Paula Santos 1368, salas 603/604. Boa Viagem Recife - PE CEP: 51021-330

PABX:(81) 3463 0871

E-mail: cobenge2009@factos.com.br



Figura 2. Coluna de destilação piloto.

3.2 Integração de softwares de comunicação

Esta coluna possui um sistema de supervisão e controle bem próximo da realidade encontrada nas indústrias de transformação que baseiam seus processos na destilação, destacam-se usinas de açúcar e álcool e refinarias de petróleo. Este sistema funciona em ambiente autônomo devido a limitações quanto à quantidade de licenças para utilização dos softwares envolvidos.

Por meio de uma integração entre o SYSCON® e seus servidores OPC instalados é possível realizar o acesso aos parâmetros dos instrumentos ligados à planta, desta forma possibilitando a medição de variáveis e também atuação em elementos finais de controle como as válvulas de controle de vazão. Esta disponibilidade de dados será utilizada pelo MATLAB® para o último nível de integração para controle da coluna de destilação. Na Figura 3 é possível verificar o computador que acessa a coluna de destilação.

Secretaria Executiva: Factos Eventos.

Rua Ernesto de Paula Santos 1368, salas 603/604. Boa Viagem Recife - PE CEP: 51021-330

PABX:(81) 3463 0871

E-mail: cobenge2009@factos.com.br



Figura 3. Computador conectado ao processo.

3.3 O software de projeto e simulação

O MATLAB® é um software que foi concebido inicialmente para facilitar a execução de operações com matrizes, ou seja, objetivos matemáticos. Devido a uma grande aceitação por parte de engenheiros ele passou a conter *toolboxes* para diversas áreas do conhecimento científico, sobretudo nas engenharias. Em termos de engenharia de controle ele possui um ambiente gráfico que trabalha com o conceito de diagrama de blocos e fluxos de sinal para o projeto e simulação de sistemas de controle conhecido como SIMULINK®. A partir da versão 7 o MATLAB® passou a contar com um *toolbox* específico para comunicação OPC que o protocolo de transferência dinâmica mais utilizado na indústria, proporcionando então a integração de um software utilizado exclusivamente para a academia com equipamentos de porte industrial como os instrumentos da coluna de destilação.

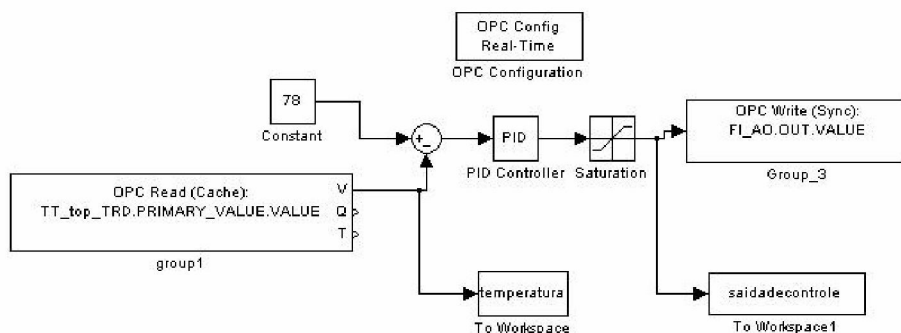


Figura 4. Sistema de controle com comunicação OPC.

Secretaria Executiva: Factos Eventos.

Rua Ernesto de Paula Santos 1368, salas 603/604. Boa Viagem Recife - PE CEP: 51021-330

PABX:(81) 3463 0871

E-mail: cobenge2009@factos.com.br



A Figura 4 apresenta uma tela do SIMULINK® com um sistema de controle implementado acessando parâmetros dos instrumentos a partir de blocos de comunicação OPC, através desta conexão o sistema de controle poderá medir as variáveis de processo como nível, pressão e temperatura e atuar em outras como a vazão de entrada e saída da coluna de destilação. Dependendo do sistema de controle projetado e simulado pelos alunos ao realizarem a comunicação com a planta, testes de desempenho de tais sistemas poderão ser realizados.

4 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento didático-pedagógico será realizado no âmbito do IFF – Instituto Federal Fluminense, mais precisamente no campus Campos-Centro, e utilizará como campo empírico os alunos do 8º período do curso superior de engenharia de controle e automação, mais especificamente circunscrito aos alunos matriculados na disciplina de controle avançado.

Tipicamente os alunos matriculados nesta disciplina têm oportunidade de trabalhar com um conteúdo programático bastante específico da área de controle e automação, trata-se basicamente da utilização de técnicas de inteligência artificial ou sistemas inteligentes ligados às redes neurais artificiais e modelos auto-regressivos para a etapa de identificação de sistemas, lógica fuzzy e controle preditivo para a etapa de projeto simulação e implementação de sistemas de controle avançado.

Apesar de ainda não existir um estudo piloto para verificação da aprendizagem seguindo o modelo construtivista selecionado, têm-se em mente que certos aspectos devem ser observados ao longo do semestre letivo para que ao final seja possíveis a compilação e análise dos resultados sob a luz das teorias envolvidas. Levando em conta tal aspecto, na caracterização do experimento didático-pedagógico serão elencadas as etapas necessárias e os parâmetros medidos que possam embasar uma posterior análise.

Dentre estas etapas, pode-se destacar:

1. A utilização de gravação do áudio dos alunos durante as aulas, com o intuito de registrar em meio eletrônico as impressões e interações sociais entre os alunos durante o processo de ensino-aprendizagem, este podendo ocorrer entre professor-aluno e aluno-aluno.
2. Verificações parciais e cumulativas do desempenho dos alunos ao final das aulas, deixando claro que não se trata de avaliações de aprendizagem baseadas em confronto do que se têm como comportamento padrão e o comportamento apresentado pelo aluno – perguntas e respostas - mas sim, verificação da evolução das competências e habilidades desejadas nos alunos.
3. Registro das impressões dos alunos com relação a seu desempenho com relação ao esperado e também de pontos onde sejam necessárias melhorias na metodologia ou ferramenta.

Esta proposta de experimento delinea que ao longo das aulas o professor desempenhe o papel de idealizador e problematizador para o aluno, bem como um possível parceiro no processo de ensino-aprendizagem ora como um auxiliador do aluno, ora como instigador de novas investigações.

Secretaria Executiva: Factos Eventos.

Rua Ernesto de Paula Santos 1368, salas 603/604. Boa Viagem Recife - PE CEP: 51021-330

PABX:(81) 3463 0871

E-mail: cobenge2009@factos.com.br



As etapas da metodologia sugerida para a caracterização e execução do experimento estão galgadas na premissa de que, não é correto enxergar o processo de ensino-aprendizagem como um processo estanque que inicia em certo ponto e termina em outro com uma avaliação de conceitos, mas sim como um processo contínuo que promove evolução diária e que necessita de períodos de reflexão entre processos de assimilação e acomodação seqüenciais e resultando na tão destacada abstração reflexionante de Piaget (2007) fruto não apenas de ações do indivíduo, mas da coordenação de ações. Dentro desta realidade, a plataforma tecnológica proposta se insere como um ambiente no qual os alunos poderão projetar simular e implementar os sistemas de controle avançado concebidos, além de testar o seu desempenho através de testes realizados na coluna de destilação piloto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que o ambiente proposto visa proporcionar aos alunos um ambiente favorável para o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para um engenheiro de controle e automação, como os apresentados em Schinaid et al. (2003).

A estrutura tecnológica já disponível proporciona as condições necessárias para o desenvolvimento do experimento, dando suporte para que as etapas sejam realizadas e um maior esforço possa ser dedicado à análise dos resultados.

A concepção didático-pedagógica da plataforma, bem como do experimento caracterizado foram desenvolvidas sob as bases das teorias construtivistas mais atuais, principalmente nos aspectos de fundamentação da proposta e métodos de avaliação sugeridos. O experimento será executado no ambiente do IFF e os resultados serão compilados e analisados dando origem a trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHLERT, A. A avaliação como um processo interno da prática pedagógica. **Caderno de Educação Física: estudos e reflexões**, Marechal Cândido Rondon, v. 4, n. 8, p. 119-125, 2002.
- CASINI, M., PRATTICHIZZO, D., VICINO, A. E-learning by remote laboratories: a new tool for control education. In: **IFAC Symposium on advances in control education**, Finland. University of Oulu. p.95-100, 2003.
- CLUME, M. F., GOMES, F. J. NetControl: Ambiente para controle de processos em tempo real. **VII Encontro de Ensino em Engenharia**. Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2001.
- CRESPO, L. S. **Montagem, Identificação e Modelamento de uma Torre de Destilação Piloto**. Tese de Mestrado. Vitoria: UFES/PPGEE, 90p., 2000.
- DORMIDO, R., VARGAS, H., DURO, N., SÁNCHEZ, J., DORMIDO-CANTO, S., FARIAS, G., ESQUEMBRE, F., DORMIDO, S. Development of a web-based control laboratory for automation technicians: the three-tank system. **IEEE Transactions on Education**, New York, v.51, n.1, p.35-44, Feb, 2008.

Secretaria Executiva: Factos Eventos.

Rua Ernesto de Paula Santos 1368, salas 603/604. Boa Viagem Recife - PE CEP: 51021-330

PABX:(81) 3463 0871

E-mail: cobenge2009@factos.com.br



- HOFFMANN, J. **Avaliação mediadora: uma relação dialógica na construção do conhecimento**. 1994. Disponível em <http://www.crmariocovas.sp.gov.br>. Acesso em: 20 jul. 2005.
- PIAGET, J. **Epistemologia Genética**, São Paulo: Martins Fontes, 2007 (Col. Psicologia e Pedagogia).
- SCHIMID, C.; ALI, A. A web-based system for control engineering education. In: **Proceedings of the American Control Conference**, Chicago: AACC. p.3463-3990, 2000.
- SCHNAID, F., TIMM, M. I., ZARO, M. A. Considerações sobre uso de modelo construtivista no ensino de Engenharia - disciplina de projeto, com graduandos e mestrandos. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre:UFRGS, v. 1, n. 1, 2003.
- VALLIM, M. B. R, FARINES, J., CURY, J. E. R., Em direção à melhoria do ensino na área tecnológica: a experiência de uma disciplina de introdução à engenharia de controle e automação, In: **Anais do XIII Congresso Brasileiro de Automática – CBA 2000**, Florianópolis – SC – Brasil.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- ZEILMANN, R. P. **Uma estratégia para controle e supervisão de processos industriais via Internet**. Dissertação, mestrado em Engenharia Elétrica, UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

A COMPUTATIONAL PLATFORM FOR TEACHING CONTROL ENGINEERING

Abstract: *This paper proposes a computational platform as an educational-teaching resource for the teaching of control engineering. The platform in question combines the educational potential of design and simulation of control systems software, known as the MATLAB® software and the connection of it to a pilot distillation column located in IFF - campus Campos-Centro. This proposal is based on the assumption that the use of computing platforms such as this can help to develop relevant aspects that could not be stimulated with only a simulation, so that, an experiment based on educational practices of the constructivist and social-interactionist theory must be designed to detect the development of students who are using this platform and the development of students who are not using it.*

Key-words: constructivism, socio-interactionist theory, computational platform.

Secretaria Executiva: Factos Eventos.

Rua Ernesto de Paula Santos 1368, salas 603/604. Boa Viagem Recife - PE CEP: 51021-330

PABX:(81) 3463 0871

E-mail: cobenge2009@factos.com.br