

IMPLEMENTAÇÃO DE GRUPOS DE ESTUDOS PARA ALUNOS DE GRADUAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ENGENHARIA MECÂNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Osmar Ogashawara⁽¹⁾ – osmaroga@ufscar.br
Flávio Yukio Watanabe⁽²⁾ – fywatanabe@ufscar.br
Arlindo Neto Montagnoli⁽¹⁾ – arlindo@ufscar.br
Edilson Reis Rodrigues Kato⁽³⁾ – kato@dc.ufscar.br
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia – CCET
Curso de Engenharia Elétrica⁽¹⁾
Curso de Engenharia Mecânica⁽²⁾
Departamento de Computação⁽³⁾
Rodovia Washington Luís, km 235
CEP 13.565-905 – São Carlos – SP

Resumo: Este trabalho apresenta os resultados da implementação de grupos de estudos para alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São Carlos. A partir de discussões entre os docentes sobre como implementar o projeto pedagógico dos dois cursos, surgiu a ideia de formar grupos de estudos. Os primeiros professores contratados se empenharam em colocar em prática um projeto pedagógico com várias inovações, como introduzir logo nos primeiros anos dos cursos um contato maior com disciplinas mais práticas. A intenção consiste em fazer, desde o início, um curso mais dinâmico e atrativo aos alunos, sem que se diminua a importância das disciplinas básicas. Para isso alguns dos componentes curriculares, chamados de integradores, trazem aos alunos um elo mais claro entre as disciplinas básicas e específicas. Nesse contexto, foram propostos os grupos de estudos com o objetivo inicial de introduzir os alunos à pesquisa e à tecnologia para que complementem sua formação de engenheiros.

Palavras-chave: Projeto pedagógico, experimentações metodológicas, multidisciplinaridade.

1 INTRODUÇÃO

Os Cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar foram criados em 2008, dentro do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI, e encontram-se em processo de implantação com o ingresso das primeiras turmas de estudantes em 2009, 2010 e 2011.

Os Projetos Pedagógicos dos Cursos de Engenharia Mecânica (UFSCAR, 2008a) e Engenharia Elétrica (UFSCAR, 2008b) foram elaborados segundo metodologias e parâmetros similares, e também, em consonância com diretrizes institucionais internas e externas, destacando-se dentre estas:

- Plano de Desenvolvimento Institucional (UFSCAR, 2004);
- Perfil Profissional a ser Formado na UFSCar (UFSCAR, 2001);
- Resolução CNE/CES nº11/2002 - Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia;
- Inova Engenharia: Propostas para a Modernização da Educação em Engenharia no Brasil (IEL.NC/SENAI.DN, 2006);
- Resolução CONFEA/CREA nº1010/2005 - Regulamentação de Títulos Profissionais, Atividades, Competências e Caracterização do Âmbito de Atuação dos Profissionais inseridos no Sistema CONFEA/CREA.

Os processos de construção de conhecimentos, competências, habilidades, valores e atitudes dos estudantes de engenharia são preocupações sempre presentes nestes documentos, refletidas em ações e questões mais específicas como:

- A responsabilidade de transformação da aprendizagem tradicional e expositiva em um processo autônomo e contínuo, mas pautado por critérios de relevância, rigor e ética em relação às fontes de informações utilizadas;
- A adoção de estratégias de ensino que promovam a interação de conceitos e métodos das áreas básicas e específicas desde o início do curso;
- O desenvolvimento de atividades e projetos de caráter multi/interdisciplinares fundamentados em problemas reais de engenharia;
- O incentivo à participação em atividades complementares de pesquisa e extensão, bem como em atividades empreendedoras;
- A capacitação nos processos de assimilação e desenvolvimento de novas tecnologias, mas com o comprometimento com os aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade;
- O desenvolvimento da capacidade de atuação em equipes multidisciplinares e de comunicação nas mais diversificadas formas.

Os primeiros relatos da implantação dos dois cursos foram apresentados no COBENGE dos anos 2009 e 2010. OGASHAWARA *et al.* (2009), KATO *et al.* (2010) e WATANABE *et al.* (2009) apresentaram um relato sobre as disciplinas de “Iniciação à Engenharia Elétrica” e “Iniciação à Engenharia Mecânica” respectivamente, no contexto da implementação do projeto pedagógico dos dois cursos. WATANABE *et al.* (2010) apresentaram um relato sobre as atividades de projetos desenvolvidos nas disciplinas de iniciação à engenharia de ambos os cursos. Os projetos envolvem conceitos e conhecimentos trabalhados em diferentes disciplinas do mesmo período e também de outros mais avançados, apresentados de forma simplificada, e os problemas abordados estão relacionados às áreas de estática de estruturas, cinemática de mecanismos, vibrações mecânicas, sistemas de controle e automação da manufatura. Por meio destes projetos, busca-se iniciar os estudantes ingressantes em atividades de pesquisa e desenvolvimento, visando também o incremento de habilidades, competências e atitudes relacionadas à comunicação, planejamento, criatividade, modelagem, simulação, ensaio e trabalho em equipe.

Neste artigo apresenta-se a implementação de grupo de estudos como instrumento auxiliar para a implantação da proposta pedagógica dos cursos de Engenharia Elétrica e Mecânica. Os grupos foram criados com o intuito de iniciar os alunos ingressantes nos cursos em temas de pesquisa e incentivá-los a participarem em atividades complementares, tais como Iniciação Científica e Tecnológica, eventos científicos ou projetos interdisciplinares.

2 GRUPOS DE ESTUDOS

A partir de discussões entre os docentes sobre como implementar o projeto pedagógico dos dois cursos, surgiu a ideia de formar grupos de estudos. Os primeiros professores contratados se empenharam em colocar em prática um projeto pedagógico com várias inovações, como introduzir logo nos primeiros anos dos cursos um contato maior com disciplinas mais práticas. A intenção consiste em fazer, desde o início, um curso mais dinâmico e atrativo aos alunos, sem que se diminua a importância das disciplinas básicas. Para isso alguns dos componentes curriculares, chamados de integradores, trazem aos alunos um elo mais claro entre as disciplinas básicas e específicas. Nesse contexto, foram propostos os grupos de estudos com o objetivo inicial de introduzir os alunos à pesquisa e à tecnologia para que complementem sua formação de engenheiros.

Os docentes propuseram em 2009 a criação de grupos de estudos com os seguintes temas: “Biônica”, “Inteligência Artificial” e “Projeto, Modelagem e Simulação de Sistemas Mecânicos”. Estes grupos de estudos foram organizados pelos próprios alunos, com a orientação dos docentes que propuseram os temas aos grupos. As primeiras reuniões tiveram uma participação mais ativa dos docentes, que instruíram como estes grupos deveriam ser organizados e o que deveriam estudar, e também apresentaram uma introdução teórica sobre os temas de pesquisa dos grupos.

2.1 Grupo de estudos em “Biônica”

O grupo de estudos em “Biônica” foi proposto pelo professor Arlindo Neto Montagnoli. O objeto de estudo do grupo está relacionado com os temas pesquisados na linha de pesquisa “Tecnologia de Próteses” e “Instrumentação Biomédica” do “Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica” cadastrado no CNPq.

O objetivo inicial foi desenvolver uma prótese de mão biônica de baixo custo. Atualmente tem-se em funcionamento um protótipo com o movimento de pinça acionados pelo sinal eletromiográfico captados de eletrodos fixados na musculatura do antebraço. Por ser uma atividade interdisciplinar possibilita a interação com diversas outras linhas de pesquisas, como os da área médica, mecânica, processamento de sinais, fisioterapia, terapia ocupacional, entre outras, portanto a linha de pesquisa que esse projeto está incluída abrange inúmeras parcerias as quais poderão ser formadas na própria UFSCar, trazendo para o grupo um intercâmbio de informações muito produtivo.

Apesar do apelo imediato aos alunos da Engenharia Elétrica e Mecânica, possibilitando a eles o contato com a pesquisa e a prática logo no ano de ingresso na Universidade, a tarefa exigiu uma atenção mais próxima do coordenador, pois o grupo criado é muito heterogêneo, tendo alunos com formação técnica e outros sem nenhuma experiência na área, fazendo com que o nivelamento torne-se desgastante para os alunos ingressantes e muitas vezes tedioso para os mais avançados. Portanto o grupo que inicialmente possuía 10 alunos foi reduzido para 3 e está atualmente estabilizado com 7 alunos. Para isso foi adotado um cuidado com a documentação de todos os desenvolvimentos, para que facilite a disseminação do conhecimento adquirido aos futuros integrantes do grupo. Foram propostas a leitura de alguns artigos técnicos para início do estudo (KATO *et al.*, 2006; KONDO, 2008; SU *et al.*, 2007; TSUKAMOTO *et al.*, 2007). Seminários, mini-cursos são realizados frequentemente e reuniões semanais visando o desenvolvimento prático das atividades foram medidas adotadas para manter o grupo motivado.

2.2 Grupo de estudos em “Inteligência Artificial”

O grupo de estudo em “Inteligência Artificial” (IA) foi proposto pelo professor Osmar Ogashawara e o objeto de estudo está relacionado com os temas pesquisados na linha de pesquisa “Sistemas Inteligentes” do grupo de pesquisa “Modelagem, Simulação e Controle de Sistemas Dinâmicos” cadastrado no CNPq. Tem como objetivo estudar e desenvolver aplicações de sistemas inteligentes e no início do período letivo para a primeira turma da Engenharia Elétrica da UFSCar foi proposto o estudo de lógica fuzzy aplicado em sistemas de controle.

O grupo iniciou com 20 alunos, alguns alunos também participavam do grupo de “Biônica”, para depois optarem por um. No final do semestre letivo o grupo estava reduzido a 5 alunos. Para início dos estudos foi proposta a leitura de referências básicas (JANTZEN, 2007; SIVANANDAN *et al.*, 2007; SHAW & SIMÕES, 1999) e artigos técnicos de aplicação em controle do motor de corrente contínua (PRAVADALIOGLU, 2005; GUNDOGDU & ERENTURK, 2005; KHANH, 2008). Foram marcadas reuniões quinzenais na qual foram apresentados resumos dos estudos e realizadas algumas práticas com motores de corrente contínua acionados por conversor PWM, tanto em malha aberta como em malha fechada com controle PID (Proporcional-Integral-Derivativo) convencional.

No ano de 2010 os alunos ingressantes foram convidados para participar do grupo de estudos de “Inteligência Artificial”, mas não houve adesão. Alguns alunos ingressantes em 2010 iniciaram um grupo de estudos de “Veículos Elétricos Híbridos”. No segundo semestre de 2011 o grupo de IA iniciará os estudos sobre redes neurais e as aplicações em engenharia elétrica. Os alunos ingressantes em 2011 e 2010 serão convidados a participarem do estudo.

2.3 Grupo de estudos em “Projeto, Modelagem e Simulação de Sistemas Mecânicos”

Este grupo foi proposto pelo professor Flávio Yukio Watanabe com o intuito de iniciar os estudantes ingressantes no curso de Engenharia Mecânica em estudos sobre dinâmica e projeto de sistemas mecânicos. Os temas estudados estão relacionados às linhas de pesquisa de “Dinâmica e Vibrações de Máquinas e Estruturas” e “Projeto de Sistemas Mecânicos” relacionadas ao grupo de pesquisa “Modelagem, Simulação e Controle de Sistemas Dinâmicos” cadastrado no CNPq. Os estudos iniciais enfocaram fenômenos vibratórios em máquinas e estruturas e, posteriormente, comportamento dinâmico de veículos, seleção de mancais de rolamento e projeto mancais e acoplamentos de ímãs permanentes.

Inicialmente, cerca de 10 estudantes ingressantes em 2009 aderiram ao grupo de estudos, que se reunia periodicamente com o professor coordenador que orientou os primeiros estudos básicos fundamentos em tópicos de capítulos introdutórios de livros sobre vibrações mecânicas (RAO, 2008; THOMSON & DAHLEH, 1998) e modelagem e simulação dinâmica (FELÍCIO, 2010). Posteriormente, os estudantes foram agrupados em grupos menores e foram definidos temas específicos que deveriam ser pesquisados e estudados pelos mesmos, tais como, a modelagem e simulação de sistemas de plataformas oscilantes, absorvedores dinâmicos de vibração, suspensão veicular e isoladores de vibração. Nesta fase, observou-se a desistência da maior parte dos estudantes, mas os poucos que persistiram conseguiram avançar significativamente nos estudos propostos. Com o tempo, outros estudantes das turmas de 2009 e 2010 demonstraram interesse em ingressar no grupo de estudos e este foi se renovando naturalmente, passando a contar atualmente com 9 integrantes.

3 RESULTADOS

A participação voluntária nos grupos de estudo permite que os professores conheçam e identifiquem os alunos que têm interesse e potencial para desenvolver um projeto de pesquisa de Iniciação Científica (IC). Assim, foram propostos projetos de IC para alguns estudantes, onde alguns foram contemplados com bolsa PIBIC/PIBIT/CNPq/UFSCar.

O grupo de Biônica desenvolveu uma pinça acionada pelo sinal eletromiográfico captados de eletrodos fixados na musculatura do antebraço. A Figura 1a mostra o sinal eletromiográfico captado e a Figura 1b mostra a pinça desenvolvida. Um dos alunos do grupo foi contemplado com bolsa de IC.

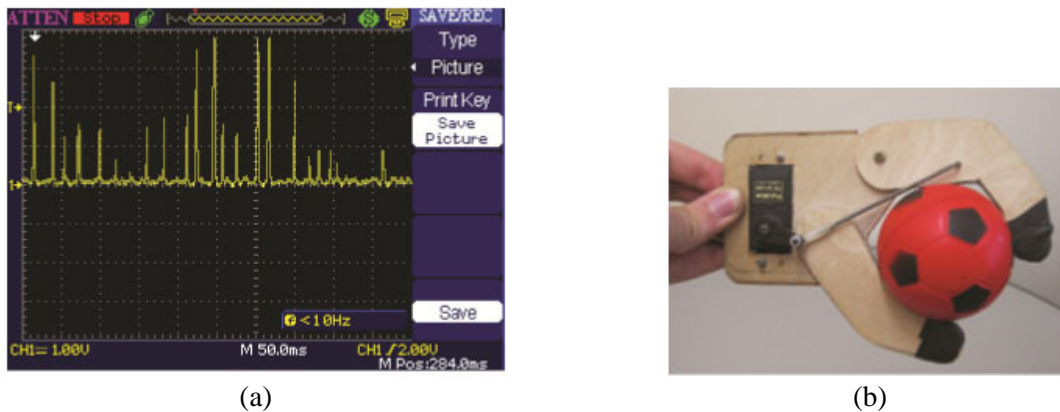


Figura 1 – (a) Sinal eletromiográfico e (b) Pinça desenvolvida

No grupo de estudos em “Inteligência Artificial”, 3 alunos foram contemplados com trabalhos de IC, sendo dois bolsistas e um voluntário. Os trabalhos envolvem o desenvolvimento de controlador fuzzy para sistemas de refrigeração. No primeiro trabalho estudou-se o princípio de funcionamento do sistema de refrigeração e seu modelamento matemático para fins de controle. No segundo trabalho estudou-se a aplicação da lógica fuzzy e desenvolveu-se um modelo para simulação do sistema. No terceiro trabalho, voluntário, estudou-se a implementação do sistema usando um programa gráfico da National Instruments e uma placa de aquisição de dados via USB. A Figura 2 mostra um diagrama de blocos do modelo elaborado no programa MatLab-Simulink e utilizado para simulação do controle fuzzy aplicado em sistemas de refrigeração.

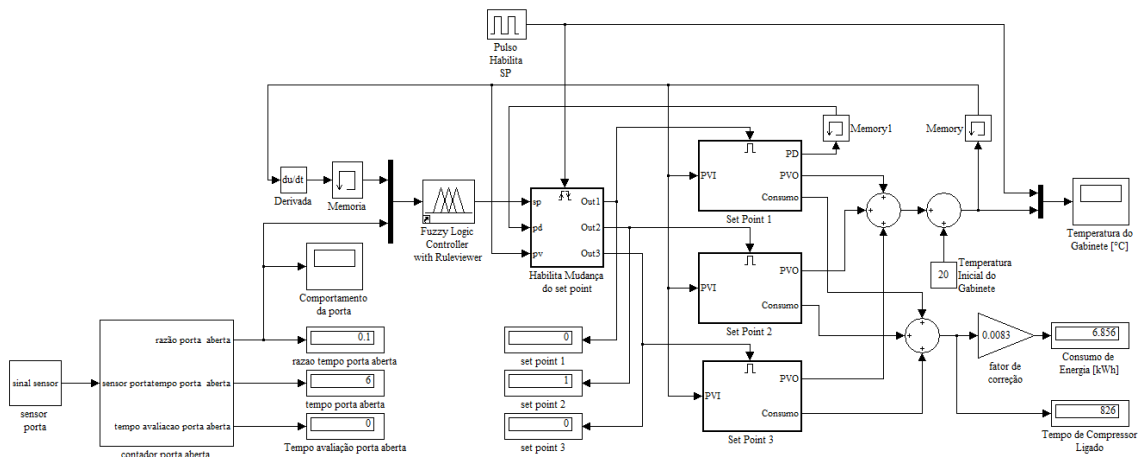


Figura 2 – Modelo desenvolvido para simulação do controlador fuzzy.

Os três alunos também fizeram estágio de férias nos meses de janeiro e fevereiro de 2011 na empresa Tecumseh do Brasil que produz compressores herméticos utilizados em refrigeração, onde puderam usar os laboratórios de desenvolvimento da empresa para realizar os trabalhos de IC. No final do estágio, os alunos apresentaram os resultados da simulação para a equipe de Pesquisa e Desenvolvimento da Tecumseh que se mostraram interessados na implementação de protótipo do controlador fuzzy. Isto gerou a possibilidade da continuação do estágio nas próximas férias de janeiro de 2012. Para auxiliar no desenvolvimento da iniciação científica a Tecumseh forneceu um kit de sistema de refrigeração mostrado na Figura 3.



Figura 3 – kit de refrigeração fornecido pela Tecumseh

Como resultados dos primeiros trabalhos realizados no grupo de estudos em “Projeto, Modelagem e Simulação de Sistemas Mecânicos”, foram construídos e ensaiados os sistemas apresentados nas Figuras 4a e 4b, modelados e simulados com o auxílio do programa MatLab-Simulink como sistemas com 2 graus de liberdade (gdl) sujeitos a perturbação de frequência variável (Figura 5).



(a)



(b)

Figura 4 – (a) Sistema de plataformas oscilantes; (b) Absorvedor dinâmico de vibrações

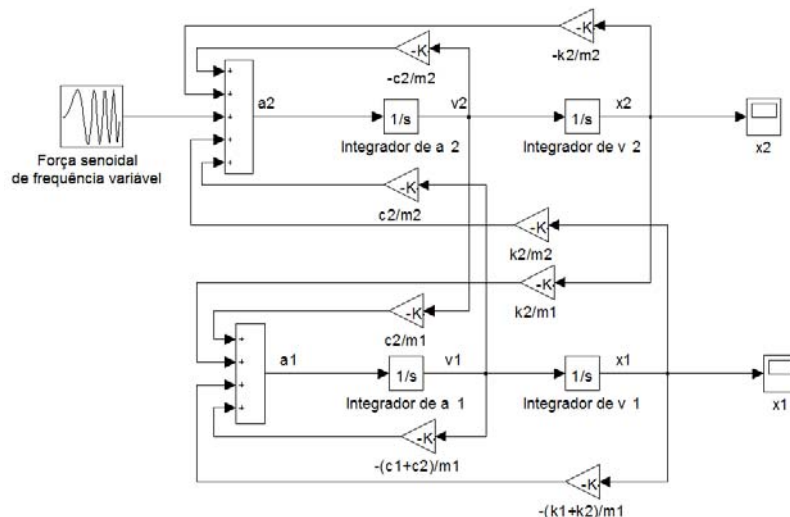


Figura 5 – Modelo MatLab-Simulink de um sistema com 2 gdl

Três dos integrantes iniciais do grupo de estudos desenvolveram projetos de pesquisa de IC com bolsa de estudos. Dois dos projetos estão relacionados à área de dinâmica de sistemas mecânicos, mais especificamente na modelagem dinâmica de rotores pelo método dos elementos finitos e no projeto e otimização de absorvedores dinâmicos de vibração. O terceiro projeto trata da aplicação de lógica *fuzzy* no processo de seleção de mancais de rolamento, empregando técnicas de decisão multi-critério.

Outros três estudantes estão com temas de projetos de pesquisa de IC definidos e em fase de aprovação, mas já com estudos em andamento no contexto do grupo de estudos. Dentre os trabalhos desenvolvidos por estes estudantes, um está relacionado à análise do comportamento dinâmico de um compressor alternativo e dois à análise dinâmica do sistema de suspensão de um veículo do tipo *baja*, projetado e construído por uma equipe da instituição com uma atividade de extensão. Os demais integrantes do grupo de estudos estão em fase de estudos preliminares para a definição dos temas de pesquisa.

4 CONCLUSÕES

O objetivo inicial da criação dos grupos de estudos foi incentivar os alunos ingressantes para participarem de atividades de iniciação científica e desenvolverem o hábito de estudo em grupo e auto aprendizagem. Os grupos iniciaram com um grande número de alunos mas que foram diminuindo no decorrer do período letivo. Os alunos que persistiram demonstraram uma capacidade de administração do tempo e interesse pelos assuntos pesquisados, indicando um potencial para o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa. Dessa forma a participação nos grupos facilita, para os professores, a proposição de trabalhos de IC aos alunos. Isso ficou evidenciado nos resultados apresentados neste trabalho, onde os alunos que participaram dos três grupos de estudos estão desenvolvendo trabalhos de IC.

Agradecimentos

Os autores agradecem o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a Pró-Reitoria de Pesquisa da UFSCar, por terem fomentado as bolsas de iniciação científica dos alunos.

5 REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

FELÍCIO, L.C. Modelagem da Dinâmica de Sistemas e Estudo da Resposta. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2010.

GUNDOGDU, O, ERENTURK, K. Fuzzy control of a dc motor driven four-bar mechanism. **Mechatronics**, v.15, n.4, p.423 – 438, 2005.

JANTZEN, J. Foundations of fuzzy control. Editora Wiley, 2007, 219p.

KATO, R.; FUJITA, T.; YOKOI, H.; ARAI, T. Adaptable EMG Prosthetic Hand using On-line Learning Method -Investigation of Mutual Adaptation between Human and Adaptable Machine. **ROMAN 2006 - The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication**. p.599-604. IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2006.314455, 2006.

KATO, E.R.R., OGASHAWARA, O., MORANDIN JR, O. Implantação do curso de engenharia elétrica da UFSCar: acompanhamento da disciplina integradora “Iniciação à engenharia elétrica”. ”. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**, 38, 2010, Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC, 2010. 1CD ROM.

KHANH, P. X. Design a fuzzy controller based on AVR® MCU and its implementation in controlling DC motor. **2008 10th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision**, p. 1645-1649. Doi: 10.1109/ICARCV.2008.4795773, 2008.

KONDO, T. Proposal of anticipatory pattern recognition for EMG prosthetic hand control. **2008 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics**, p. 897-902. Ieee. doi: 10.1109/ICSMC.2008.4811394, 2008.

OGASHAWARA, O.; MONTAGNOLI, A.N.; KATO, E.R.R.; WATANABE, F.Y.; MORANDIN Jr., O. A atividade curricular “Iniciação à Engenharia Elétrica” como parte do processo de implantação do projeto pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**, 37, 2009, Recife. Anais... Recife: UFPe, 2009. 1 CD ROM

PRAVADALIOGLU, S. Single-chip fuzzy logic controller design and an application on a permanent magnet dc motor. **Engineering Applications of Artificial Intelligence** v.18, n.5, p.881–890, 2005.

RAO, S. Vibrações Mecânicas. 4.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

SHAW, I.S., SIMÕES, M.G. Controle e modelagem fuzzy. Editora Blucher, 1999,

SIVANANDAM, S.N., SUMATHI, S., DEEPA, S.N. Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB. Editora Springer, 2007, 429p.

SU, Y.; FISHER, M. H.; WOLCZOWSKI, A.; et al. Towards an EMG-Controlled Prosthetic Hand Using a 3-D Electromagnetic Positioning System. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, v. 56, n. 1, p. 178-186. doi: 10.1109/TIM.2006.887669, 2007.

TSUKAMOTO, M.; KONDO, T.; ITO, K. A Prosthetic Hand Control Based on Nonstationary EMG at the Start of Movement. **Journal of Robotics and Mechatronics**, v. 19, n. 4, p. 381-387, 2007.

WATANABE, F.Y.; OGASHAWARA, O.; MONTAGNOLI, A.N.; RUBERT, J.B. A Disciplina “Iniciação à Engenharia Mecânica” no contexto do processo de implantação do projeto pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica da UFSCar. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**, 37, 2009, Recife. Anais... Recife: UFPe, 2009. 1 CD ROM.

WATANABE, F.Y.; OGASHAWARA, O.; MONTAGNOLI, A.N.; RUBERT, J.B. Desenvolvimento de atividades de projeto nas disciplinas de “Iniciação à Engenharia”. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**, 38, 2010, Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC, 2010. 1CD ROM.

IMPLEMENTATION OF STUDY GROUPS FOR STUDENTS FROM THE UNDERGRADUATE COURSES OF ELECTRICAL ENGINEERING AND MECHANICAL ENGINEERING FROM THE FEDERAL UNIVERSITY OF SÃO CARLOS

Abstract: *This paper presents the results of the implementation of study groups for students from the undergraduate courses of Electrical Engineering and Mechanical Engineering from the Federal University of São Carlos. Starting from the discussions among professors about how to implement a pedagogical project for both undergraduate courses, the idea to create study groups has arisen. The first hired professors were engaged to put into practice an educational project with several innovations, as well as the introduction, already in the first years of the undergraduate courses, a greater contact with more practical subjects. The intention is to promote, since the beginning, a more dynamic and attractive course to the students without diminishing the importance of the basic disciplines. For this, some of the curriculum components, called integrators, bring to students a clearer link between the basic and specific disciplines. In this context, study groups were proposed with the initial goal of introduce students to technology and research as a complement of their formation as engineers.*

Key-words: *Pedagogical Project, methodological experimentation, multidisciplinary.*