



Utilização da plataforma Arduino como forma de contribuição para a melhoria da qualidade da formação acadêmica dos alunos e introdução de novas práticas pedagógicas no curso de engenharia elétrica

Vinicius Pelizzer Casara – viniciuscasara@gmail.com

Universidade do Estado de Santa Catarina

Rua Paulo Malschitzki, s/n

89.219-710 – Joinville – Santa Catarina

Roger Luís Brito Zamparetti – rogerzamparetti@gmail.com

Universidade do Estado de Santa Catarina

Rua Paulo Malschitzki, s/n

89.219-710 – Joinville – Santa Catarina

Amanda Santana Rodrigues Beloli – amandabeloli@gmail.com

Universidade do Estado de Santa Catarina

Rua Paulo Malschitzki, s/n

89.219-710 – Joinville – Santa Catarina

Resumo: *O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma intervenção pedagógica que vem sendo realizada pelo Grupo PET Engenharia Elétrica da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC na disciplina de Algoritmos e Linguagem de Programação - ALP, oferecida no primeiro semestre do curso Engenharia Elétrica. Trata-se, de um modo geral, de uma atividade facilitadora do aprendizado e motivadora para o estudo de sistemas embarcados. Isso se dá a partir da utilização da plataforma Arduino como ferramenta de apoio didático para o ensino de linguagem de programação, em especial a linguagem C.*

Palavras-chave: *Plataforma Arduino, motivação, linguagem de programação, apoio didático.*

1. INTRODUÇÃO

Em março de 1972, foi implantado o curso de Engenharia Elétrica com habilitação nas modalidades de Eletrônica e Telecomunicações na Faculdade de Engenharia de Joinville - FEJ. Com o passar dos anos e o crescimento da região, a FEJ foi incorporada à Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, sendo que o curso de engenharia elétrica tem passado por diversas modificações desde então.

O currículo que permaneceu vigente por mais tempo, referenciado neste trabalho como “versão clássica” do curso, foi implantado no ano de 1989 e manteve-se até o ano de 2008.



Nessa formulação, o curso tinha a duração de 11 semestres, carga horária de 4.093 horas-aula e não exigia um Trabalho de Conclusão de Curso - TCC.

A última grande reformulação do curso começou a ser elaborada no ano 2000 e levou oito anos para ser aplicada. Para esta nova adequação curricular, procurou-se aprimorar a identificação do curso com duas vocações: a do parque industrial regional, em primeiro instante, sem, contudo, deixar de observar a tendência do parque industrial nacional; e, também, a vocação do corpo docente, buscando otimizar o potencial técnico disponível. Assim, o novo curso abrange quatro áreas de atuação profissional: Eletrônica, Controle e Acionamentos, Automação de Sistemas e Eletrotécnica [UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2012].

Da grade clássica do curso à atual, foi implantada uma versão de transição que tinha duração de 5.184 horas-aula e foi um divisor de águas, já que o curso passou a contar com 16,7% de sua carga horária destinada às disciplinas optativas, flexibilizando o processo formativo. Além disso, diminuiu sua duração para 10 semestres, incluiu as necessidades de se realizarem 414 horas-aulas de atividades complementares e de apresentar um TCC à uma banca avaliadora.

Na versão clássica do curso, as disciplinas eram divididas cronologicamente em disciplinas do núcleo básico, núcleo profissional e núcleo específico. Tal configuração fazia com o que o discente permanecesse dois anos dentro da universidade sem conhecer bem o que seu curso tem para oferecer tecnicamente, o que gerava uma desmotivação generalizada. O currículo vigente mudou essa concepção, trazendo algumas disciplinas do núcleo profissional e do núcleo específico para os semestres iniciais do curso. A Tabela 1 apresenta sistematicamente as mudanças ocorridas.

A Tabela 1 mostra como algumas disciplinas, que na versão clássica eram oferecidas somente em estágios mais avançados do curso, passaram a ser oferecidas nos primeiros semestres juntamente com as disciplinas do núcleo básico na versão vigente.

É possível extrair alguns pontos da Tabela 1. Primeiro, as disciplinas que envolvem o conhecimento básico da teoria geral de circuitos elétricos passaram a ser ministradas nos primeiros semestres. Segundo, as disciplinas que envolvem conhecimentos de lógica booleana como Algoritmos, Álgebra de Boole, Eletrônica Digital e Microcontroladores - I formaram o grupo de disciplinas escolhido para propiciar o contato dos alunos com disciplinas mais técnicas. Terceiro, a disciplina de Microcontroladores, que figura a programação de sistemas embarcados, conhecimento de suma importância para o engenheiro eletricitista do século XXI, antes única e oferecida na 8ª fase, foi desmembrada em duas, uma obrigatória, oferecida nos primeiros semestres e outra optativa, oferecida na 7ª fase.

Essas mudanças geraram dois problemas. Primeiramente, a disciplina de Algoritmos se mostrou muito abstrata para os novos alunos do curso, uma vez que essencialmente apresenta a Linguagem de Programação C voltada para aplicações lúdicas no Windows. Segundo, a disciplina de Microcontroladores - I, única disciplina obrigatória que apresenta o tema sistemas embarcados, não possui incorporado em sua ementa a utilização de Linguagem C na programação de sistemas, o que ficou a cargo da disciplina de Microcontroladores - II, que nesse caso é uma disciplina optativa.

Esses dois problemas, em sinergia, desmotivam os alunos em aprender programação em Linguagem C e, por isso, não optam por cursar a disciplina de Microcontroladores - II, de suma importância para a formação do engenheiro eletricitista.

Tabela 1 - Mudanças ocorridas no currículo do curso de engenharia elétrica.

Semestre	Disciplinas por Versão do Curso		
	Clássica	Transição	Vigente
I	Cálculo - I	Cálculo - I	Cálculo - I
	Álgebra - I	Álgebra - I	Geom. Analítica
	Meio Ambiente	Meio Ambiente	Meio Ambiente
	Sociologia	Int. Eng. Elétrica	Int. Eng. Elétrica
	Int. Eng. Elétrica	Algoritmos	Algoritmos
	Ed. Física - I	Des. Técnico	Des. Técnico
	-	Álgebra de Boole	
II	Cálculo - II	Cálculo - II	Cálculo - II
	Álgebra - II	Álgebra - II	Álgebra Linear
	Física - I	Física - I	Física - I
	Química	Química	Química
	Ed. Física - II	Física Experim. I	Física Experim. I
		Met. da Pesquisa	Met. da Pesquisa
		Eletrônica Digital	Álgebra de Boole
III	Eq. Diferenciais	Eq. Diferenciais	Eq. Diferenciais
	Física - II	Física - II	Física - II
	Física Experim. - I	Física Experim. - II	Física Experim. - II
	Química Experim.	Cálc. Vetorial	Cálc. Vetorial
	Mec. dos Sólidos	Cálculo - IV	Cálculo - IV
	Cálc. Vetorial	Microcontroladores - I	Eletrônica Digital
	Proce. De Dados	Circ. Elétricos - I	Circ. Elétricos - I
IV	Cálc. Numérico	Lab. Mét. Numéricos	Lab. Mét. Numéricos
	Cálculo - IV	Física -III	Física - III
	Física - V	Física Experim. III	Física Experim. III
	Direito	Física Eng. Elétrica	Física Eng. Elétrica
	Economia	Lab. Cir. Elétricos	Lab. Cir. Elétricos - I
	Met. da Pesquisa	Eletrotécnica	Eletrotécnica
	Des. Técnico	Circ. Elétricos - II	Circ. Elétricos - II
	-	-	Microcontroladores
V	Circ. Elétricos - I		
VI	Álgebra de Boole		
	Circ. Elétricos - II		
VII	Eletrônica Digital	Microcontroladores - II	Microcontroladores -II
VIII	Microcontroladores		
Legenda			
	Núcleo Específico (Optativa)		
	Núcleo Específico (Obrigatória)		
	Núcleo Profissional (Obrigatória)		
	Núcleo Básico (Obrigatória)		
	Disciplina de Algoritmos (Obrigatória)		

2. CONCEPÇÃO DO PROJETO

No contexto apresentado, percebe-se o déficit existente na formação dos acadêmicos do curso de Engenharia Elétrica da UDESC na área de programação de microcontroladores por meio da Linguagem C. A fim de solucionar esse problema, o Grupo PET Engenharia Elétrica iniciou a formulação de um projeto visando a preencher essa lacuna e motivar os

acadêmicos a se dedicarem a essa área, além de atender às diretrizes do Programa de Educação Tutorial, que busca contribuir para elevação da qualidade da formação acadêmica dos alunos de graduação e introduzir novas práticas pedagógicas na graduação, conforme a portaria 976/2010 com modificação pela portaria 343/2013 do Ministério da Educação - MEC.

Assim, o projeto foi criado no início de 2013 como uma atividade de ensino realizada pelos integrantes do Grupo PET Engenharia Elétrica junto à disciplina de Algoritmos e Linguagem de Programação, na primeira fase do curso. Antes de atuar efetivamente, buscou-se uma ferramenta de apoio didático que relacionasse os conceitos abstratos de programação em C às aplicações práticas de engenharia. A plataforma adequada para suprir essa necessidade foi o Arduino.

2.1. A plataforma Arduino como ferramenta de estudo

Como o objetivo seria trabalhar com os recém-chegados na universidade, muitas vezes sem nenhuma base técnica prévia, o ideal seria utilizar algo com interface simples e com uma vasta quantidade de informação disponível para consulta. O Arduino, nesse sentido, se faz extremamente cabível, visto que existe uma infinidade de referências e exemplos encontrados na internet, viabilizando o aprendizado extraclasse.

Além disso, o Arduino é uma plataforma de prototipação eletrônica de código aberto, na qual o usuário tem a liberdade de estudar, modificar e distribuir de graça novas versões para qualquer um e para qualquer finalidade. A plataforma foi desenvolvida com intuito de minimizar as dificuldades na montagem do hardware, podendo assim dar mais foco a programação. Além disso, a plataforma possui uma linguagem de programação própria, a qual baseia-se em *Wiring* e é essencialmente C/C++. (LIMA & VILLAÇA, 2012)

Figura 1 - Plataforma de Desenvolvimento Arduino.



Ainda conforme Lima & Villaça (2012), as vantagens da utilização da Plataforma Arduino para o desenvolvimento de atividades educacionais são: permitir a gravação direta do microcontrolador quando ligado a uma porta USB de um computador, apresentar um tamanho reduzido, possuir um vasto conjunto de placas auxiliar no formato de módulos, tanto os



chamados *shields* como os módulos desacoplados, os quais facilitam em muito o desenvolvimento de projetos.

3. METODOLOGIA PEDAGÓGICA

A implementação do projeto passou por um semestre prévio de planejamento e discussão junto ao professor de uma das turmas da disciplina, verificando a melhor forma de atuar consonando os conceitos teóricos aos práticos através da utilização do Arduino. A partir de então, cada ação do projeto é desenvolvida no período de um semestre letivo, alcançando uma turma da disciplina de Algoritmos e Linguagem de Programação.

Em cada início de período letivo é feito um plano de ação, o qual especifica passo a passo as atividades que serão realizadas ao decorrer do semestre pelos integrantes do projeto para o êxito do mesmo. Vale a pena ressaltar que os mesmos integrantes, os quais também planejam as atividades, são os responsáveis pela condução das aulas, ou seja, os próprios alunos do Grupo PET Engenharia Elétrica. Este planejamento pode ser dividido em três etapas: planejamento e preparação, execução das aulas e o pós-aulas.

Na etapa que antecede as aulas elabora-se um plano de ensino seguindo o modelo utilizado na instituição, a fim de deixar claro para o professor e para a turma a carga horária e os tópicos que serão abordados. Esse item é importante, pois as atividades desenvolvidas no projeto serão consideradas com um percentual da média final dos alunos na disciplina. Além da definição do plano de ensino, logo no início das aulas é feita uma breve apresentação motivacional para a turma, expondo a importância de persistirem na disciplina, visto a ampla aplicação que esta possui em outras matérias da grade curricular e atividades complementares, como campeonatos de robótica, concursos de inovação, entre outros.

O planejamento das aulas geralmente prevê a realização de cinco encontros presenciais com os alunos, sendo 2 horas/aula por encontro, e mais 6 horas/aula não presenciais para realização do projeto final, totalizando uma carga horária de 16 horas/aula. Visando a uma maior dinâmica, preconiza-se a execução de mais atividades práticas, intercalando os momentos de teoria e aplicações. A Figura 2 exibe o plano de ensino elaborado e aplicado no semestre 2014/1.

A segunda etapa, de execução das aulas, conta, inicialmente, com a preparação do material didático a ser utilizado nas aulas, sendo este composto por uma apresentação de slides abordando os conteúdos teóricos, exercícios e exemplos resolvidos e, a preparação do item mais importante, os kits didáticos relacionados à aplicação que será realizada na aula.



Figura 2 - Kits didáticos organizados para as aulas.

A Figura 2 exibe os conjuntos de kits que são utilizados na quarta aula, abordando aplicações especiais do Arduino. Estes kits em específico são compostos por uma plataforma Arduino UNO, um display 7 segmentos, um display LCD, push-buttons, resistores e uma protoboard.

Durante os encontros, inicialmente, são revisados os conceitos aprendidos na disciplina e nas aulas de Arduino e, em seguida, passados novos assuntos de forma expositiva e orientada à sua aplicação. Após a apresentação de cada tópico da aula, exercícios relacionados ao conteúdo de programação estudado são lançados. Para agilizar a aplicação, procura-se deixar parcialmente montada a parte do hardware, já que o foco das aulas é a aplicação da programação em Linguagem C e não propriamente os conceitos de circuitos e eletrônica relacionados, embora esse também seja um motivador para os acadêmicos. Assim, as aulas não demandam um conhecimento prévio da montagem de circuitos, sendo este repassado de pronto aos alunos.

Durante a aula, os alunos são divididos em grupos de trabalho de no máximo três pessoas, devido à limitação de material didático disponível. Apesar de que programar em grupo seja uma questão um pouco difícil, já que a forma como a lógica desenvolvida é aplicada mostra-se bastante pessoal, o trabalho em equipe é estimulado e os conceitos podem ser reforçados pelos próprios alunos para os alunos. Além disso, o projeto final é realizado em equipe, podendo assim ter seu tema decidido ao longo das aulas e da maturidade adquirida.



PLANO DE ENSINO		
DEPARTAMENTO: Engenharia Elétrica		
Curso de Arduino - Disciplina: ALP0001 T/A		
CARGA HORÁRIA TOTAL: 16 h/aulas		
CURSO(S): Engenharia Elétrica SEMESTRE/ANO: 2014/01		
EMENTA: Estudo da plataforma Arduino, compreendendo toda a parte básica e as funções mais amplamente utilizadas.		
OBJETIVOS:		
<ul style="list-style-type: none"> • Dar uma aplicação clara para os conceitos aprendidos na disciplina de ALP; • Desenvolver a lógica de programação por meio de projetos práticos; • Fazer com que os alunos compreendam linguagem de programação, em especial C. 		
CRONOGRAMA DE ATIVIDADES:		
CARGA HORÁRIA	CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS	AValiação
2 h/aulas	1. Introdução 1.1. O que é o Arduino; 1.2. O que são entradas; 1.3. O que são saídas; 1.4. Analógico/Digital (PWM e conversão em bits); 1.5. Vantagens e Desvantagens de utilizar Arduino; 1.6. Mostrar o Ambiente Moodle;	Resolução de Exercícios
2 h/aulas	2. Funções Básicas I 2.1. Revisão da aula 1; 2.2. Como ligar e comunicar o Arduino com o PC; 2.3. Ambiente de programação do Arduino; 2.4. Funções básicas do Arduino (pinMode, digitalWrite, digitalRead Delay); 2.5. Exercícios;	Resolução de Exercício
2 h/aulas	3. Funções Básicas II 3.1. Configuração de resistor pull-up e pull-down; 3.2. Como usar a protoboard; 3.3. Comunicação Serial; 3.4. Funções: analogRead e analogWrite; 3.5. Exercícios; 3.6. Estruturas básicas de C (if, else, for, while);	Exercícios
2 h/aulas	4. Aplicações Especiais I 4.1. Display de Cristal Líquido; 4.2. Display 7 segmentos; 4.3. Separação das equipes; 4.4. Exercício;	Exercício;
2 h/aulas	5. Aplicações Especiais II 5.1. Buzzer; 5.2. Apresentação de sugestões para trabalho final;	Exercício;
6 h/aulas	5. Projeto Final e Apresentação	Projeto Final;
METODOLOGIA: A disciplina será ministrada através de aulas expositivas e práticas. Sendo que as aulas que forem expositivas terão exemplos claros e diretos na prática.		
AValiação: A qualidade do desempenho do aluno será avaliada de acordo com as seguintes atividades e critérios: 1ª) Exercícios feitos em sala e em casa; 2ª) Projeto Final;		

Figura 3 - Plano de ensino do semestre 2014/01

As fotos das Figuras 4 a 7 foram tiradas durante uma das aulas do primeiro semestre de 2014.



Figura 4 - Alunos durante as aulas do projeto



Figura 5 - Alunos programando



Figura 6 - Alunos fazendo os exercícios



Figura 7 - Turma do projeto de 2014/01

Depois de terem sido ministradas todas as aulas, define-se o projeto final e realiza-se uma avaliação por parte das atividades por parte do público alvo, objetivando levantar dados quanto à validade da realização do projeto.

Com relação às atividades finais, o projeto de fechamento tem como objetivo principal a aplicação dos conhecimentos desenvolvidos nas aulas de Arduino associados à teoria vista na disciplina de ALP. Para isso, cada grupo recebe os materiais necessários para a montagem do projeto, que são, basicamente, os dispositivos utilizados nos kits didáticos das aulas.

Os alunos têm a liberdade de escolher a aplicação que desejarem, desde que esteja engajada aos conteúdos ministrados, além de visar à solução de uma problemática. A proposta é que os alunos registrem a atividade em um documento escrito e façam a apresentação do projeto com demonstração prática da aplicação desenvolvida.

Como o projeto final serve como base para análise da assimilação do conteúdo, no trabalho escrito é solicitada uma descrição do problema que será resolvido e características principais da plataforma Arduino, uma explicação geral do funcionamento do programa e da solução adotada e uma explicação de todas as instruções de Linguagem C utilizadas, além das conclusões obtidas com a realização da atividade.

Por fim, ocorre um encontro final onde são apresentados os projetos de cada grupo para todos os colegas e para os ministrantes, com o intuito de propiciar um momento de troca conhecimentos e também avaliação.

Na etapa pós-aulas são escritos os relatórios de cada encontro contendo uma descrição das dificuldades de assimilação dos conteúdos abordados e sugestões de melhoria para as turmas seguintes. O relatório, feito pelos próprios ministrantes, é de suma importância para a melhoria continua do projeto, sempre buscando aprimorar ainda mais a atividade desenvolvida. Nesta etapa também é aplicado o questionário de avaliação do projeto para medir o nível de satisfação dos alunos, para receber sugestões de melhoria e críticas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os alunos se mostraram bastante receptivos às aulas, demonstrando interesse e motivação com relação aos conteúdos e às atividades propostas. As Figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13 apresentam os resultados de uma pesquisa de opinião realizada com a turma que recebeu as aulas do projeto no semestre de 2014/01, composta por 18 alunos. Os gráficos apresentados estão normalizados com 100% correspondendo a esta quantidade.

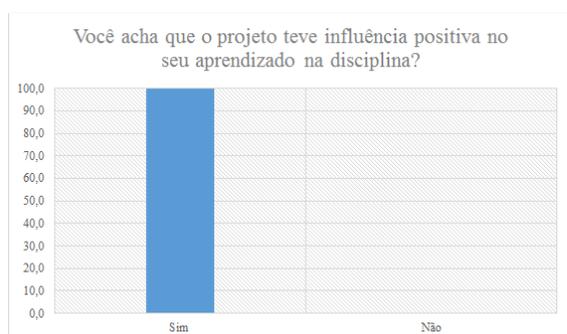


Figura 8 – Gráfico da pesquisa de opinião



Figura 9 – Gráfico da pesquisa de opinião

A Figura 8 mostra claramente que o projeto foi de grande ajuda para os alunos assimilarem o conteúdo base da disciplina, apontando que o projeto auxilia na prática, atenuando o fator lúdico, problema presente até então. Na Figura 9 novamente observa-se que as aulas práticas foram de suma importância para o aprendizado dos alunos, reforçando o apontado na Figura 8.



Figura 10 – Gráfico da pesquisa de opinião



Figura 11 – Gráfico da pesquisa de opinião

É possível notar, a partir do gráfico da Figura 10, que mais de 50% dos alunos concluíram a disciplina de Algoritmos altamente motivados a continuar os estudos sobre o tema Linguagem de Programação, que é um dos objetivos do projeto. Com o resultado da Figura 11 conclui-se que a escolha da Plataforma Arduino como ferramenta de apoio didático, não exige esforços demasiados dos alunos na aprendizagem, tornando as aulas agradáveis.



Figura 12 – Gráfico da pesquisa de opinião

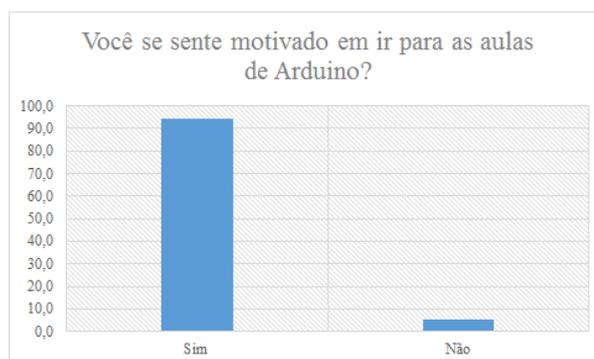


Figura 13 – Gráfico da pesquisa de opinião

Na Figura 12, comprova-se de forma bem clara que a metodologia aplicada pelos integrantes do projeto foi satisfatória aos alunos. Por mais que exista a dificuldade de aquisição de materiais didáticos, após a aplicação das aulas com os atuais materiais é possível notar o reconhecimento por parte dos alunos da turma 2014/1.

Por fim, verifica-se através da Figura 13 que os alunos sentem-se motivados a participar das aulas já que nelas aplicam os conhecimentos teóricos da disciplina. Além disso, conhecer aplicações de engenharia vistas mais a frente do curso os incentiva a continuar na universidade, buscando formação, principalmente, na área de sistemas embarcados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados aqui apresentados foram obtidos a partir da análise de apenas uma turma. O projeto existe há pouco tempo, logo, ainda há uma baixa amostragem de dados para saber o quanto as ações impactarão na formação dos alunos atingidos.

Assim que o projeto estiver mais consolidado, com resultados acumulados de alguns semestres de turmas atingidas, espera-se que o mesmo seja inserido no plano de ensino da disciplina de ALP, formalizando assim o trabalho realizado e deixando uma melhoria efetiva no curso de graduação. Além disso, como forma de obter uma ação mais ampla e efetiva, seria interessante a implantação do projeto nas duas turmas da disciplina, atingindo assim todos os calouros do curso de Engenharia Elétrica.

Como perspectivas para os próximos semestres tem-se como objetivo o desenvolvimento de bancadas móveis com recursos didáticos que facilitem a montagem da parte de hardware. Ademais, espera-se contar com voluntários da graduação como integrantes do projeto, participando ativamente na ministração das aulas e desenvolvimento dos materiais didáticos.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIMA, Charles Borges de; VILLAÇA, Marco V.M. AVR e Arduino: Técnicas de Projeto. 2. ed. Florianópolis: Ed. dos autores, 2012. 632 p, il

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Gabinete Do Ministro. Portaria Nº 976, De 27 De Julho De 2010. Dispõe sobre o Programa de Educação Tutorial - PET, instituído pela Lei n. 11.180 de 23 de setembro de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 de out. 2013, p. 40.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Gabinete Do Ministro. Portaria No - 343, De 24 De Abril De 2013. Altera dispositivos da Portaria MEC no 976, de 27 de julho de 2010, que dispõe sobre o Programa de Educação Tutorial - PET. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 de abr. 2013, p. 24.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CATARINA. Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica. Joinville, 2012

USING THE ARDUINO PLATFORM AS A CONTRIBUTION TO IMPROVING THE QUALITY OF ACADEMIC EDUCATION OF STUDENTS AND THE INTRODUCTION OF NEW TEACHING PRACTICES IN ELECTRICAL ENGINEERING COURSE

***Abstract:** This paper aims to present a pedagogical intervention that has been held by Grupo PET Engenharia Elétrica from Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC in the subject of Algorithms and Programming Language - APL, offered in the first semester of electrical engineering. The project is, basically, an enhancer activity of learning and motivation for the study of embedded systems, using the Arduino platform as a support tool for teaching programming language, in particular the C language.*

***Key-words:** Arduino platform, motivation, programming language, didactic support.*