



OFICINA DE SOLDA EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO UTILIZANDO DRAWDIO

Fernando Pedro H. Miranda¹, Leonardo O. Silva², Luiz A. de Azevedo³, Fernando S. Pacheco⁴, Luis Carlos M. Schlichting⁵

Resumo: Este artigo relata a execução de um projeto de extensão na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de 2013 (SNCT-2013). O objetivo deste projeto foi difundir conhecimento sobre a área de eletrônica através de oficinas de solda para alunos do ensino fundamental das escolas da grande Florianópolis. Foram produzidas placas de circuito impresso (PCIs), semimontadas, restando apenas alguns pontos de soldas para serem realizados nas oficinas. O circuito eletrônico selecionado para o projeto é chamado de DRAWDIO, que gera áudio em diferentes frequências através da variação da resistência do grafite de um lápis.

Palavras-chave: DRAWDIO. SNCT-2013. PCI. Música.

Abstract: This paper reports the implementation of an extension project during the National Week of Science and Technology 2013 (SNCT 2013). The main objective of this project has been to increase the awareness of the electronics area soldering workshops for elementary students of Florianópolis schools were run. We produced printed circuit boards (PCBs) and the participants of the workshops should finish the board, soldering a few points. The electronic circuit selected for the project is called DRAWDIO that generates audio at different frequencies by varying the resistance of pencil graphite.

Keywords: Welding. DRAWDIO. NWST-2013. PCB. Music.

¹ Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN), *campus* Florianópolis, IFSC <fernando.miranda@ifsc.edu.br>.

² Acadêmico do Curso Técnico Integrado em Eletrônica, DAELN, *campus* Florianópolis, IFSC <los.oliveirasilva@gmail.com>.

³ Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN), *campus* Florianópolis, IFSC <lazevedo@ifsc.edu.br>.

⁴ Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN), *campus* Florianópolis, IFSC <fspacheco@ifsc.edu.br>.

⁵ Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN), *campus* Florianópolis, IFSC <schlicht@ifsc.edu.br>.

1. INTRODUÇÃO

O ponto de partida da execução do projeto é a compreensão de que uma sociedade somente valoriza suas instituições educacionais a partir do momento que as compreende. Nesse sentido, a Semana de Ciência e Tecnologia do *campus* Florianópolis desponta como um momento ímpar para que profissionais da educação e alunos do *campus* Florianópolis possam desenvolver uma atividade dialógica e interativa com segmentos da comunidade da Grande Florianópolis, desenvolvendo a partir desta, uma reflexão sobre a sua ação como um sujeito social-educador. Neste sentido foi selecionado e desenvolvido circuito DRAWDIO, que é um circuito eletrônico interativo, de grande atração para este público alvo.

1.1. DRAWDIO

DRAWDIO é um dispositivo que permite fazer música utilizando apenas papel e lápis. Este dispositivo é licenciado através da Creative Commons (CC BY-SA 3.0). Seu esquemático, croqui de montagem e modo de funcionamento são ilustrados na Figura 1. Ele é composto por um circuito eletrônico que gera diferentes frequências, criando assim diversos tons musicais. O principal componente eletrônico utilizado no DRAWDIO e responsável pela geração destas frequências variadas é o circuito integrado 555. O esquemático do circuito está representado na Figura 1(a).

O circuito integrado 555 foi configurado para atuar como um multivibrador astável, utilizando para a modulação da frequência a resistência variável formada entre o grafite do lápis e o corpo

da pessoa que desenha. Então, quando é realizado um desenho no papel, as variações de pressão e espessura dos traços provocam variações na frequência do sinal elétrico de saída do circuito integrado 555, gerando também variações no som (em um alto-falante) e criando assim notas musicais. Foi utilizado um lápis com grafite 6B para a montagem deste dispositivo, pelo fato de apresentar propriedades de dureza inferiores aos HB e consequentemente promover uma maior condução no desenho (deposição de uma maior quantidade de grafite no papel). Sua forma de montagem pode ser verificada na Figura 1(b).

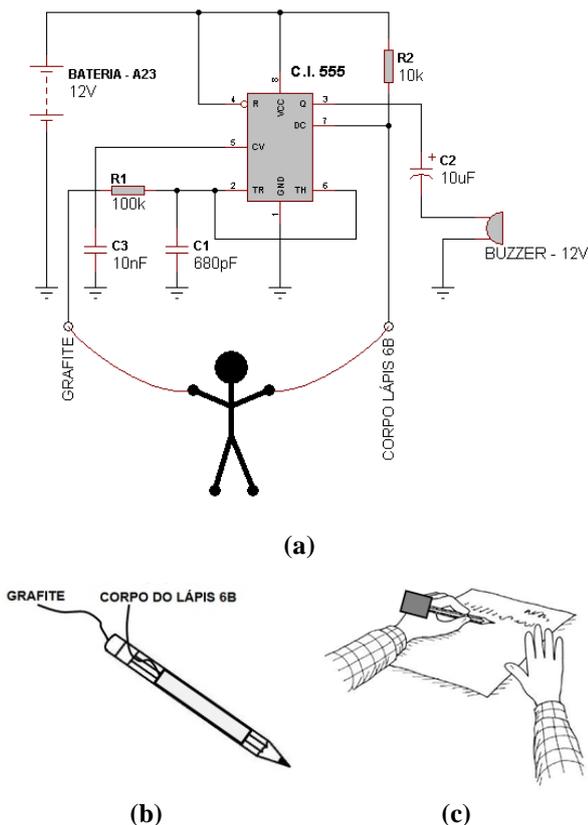


FIGURA 1 – Dispositivo eletrônico DRAWDIO: (a) Esquemático do circuito; (b) montagem do lápis 6B; e (c) modo de funcionamento. Adaptado de Web Educadores (2013) e How Stuff Works (2013).

Para o correto funcionamento do DRAWDIO, é necessário que o corpo do usuário do dispositivo seja a passagem de corrente elétrica (corrente elétrica na ordem de 2 μ A). Assim, é necessário manter um de seus dedos em uma parte do desenho e o lápis em outra parte, completando a então a condução necessária. Esta condição é ilustrada na Figura 1(c) (DRAWDIO, 2013).

1.2. O Multivibrado Astável com o Circuito Integrado 555

Como descrito anteriormente, o circuito eletrônico que compõe o DRAWDIO utiliza a

configuração de um multivibrador astável com o circuito integrado 555, como mostra a Figura 2(a). Os circuitos multivibradores astáveis possuem as seguintes características:

- Não apresentam estados estáveis;
- Não necessitam de um terminal para disparo de gatilho;
- Os estados variam constantemente, gerando um sinal oscilante na saída.

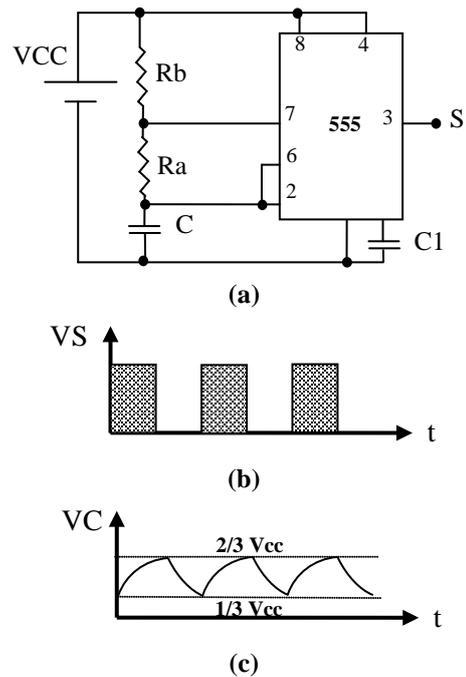


FIGURA 2 – Circuito Multivibrador Astável com o circuito integrado 555: (a) gráfico da tensão de saída circuito; (b) gráfico da tensão no capacitor C; e (c) esquemático de montagem do circuito. Boylestad (2013, p. 610).

O gráfico da Figura 2(b) mostra o comportamento do sinal de saída no multivibrador astável, que possui uma forma de onda quadrada.

O esquemático do circuito multivibrador astável é ilustrado na Figura 2(a) e seu funcionamento, conforme Boylestad (2013) consiste basicamente na carga e descarga do capacitor C, através de R_b e R_a , conforme a Figura 2(b). Quando o capacitor está descarregado tem-se tensão inferior a $1/3$ de V_{CC} nos pinos 2 e 6, condição que ativa um *flip-flop* interno no circuito integrado 555, e a saída Q deste *flip-flop* apresentará nível lógico alto. O transistor de descarga, também existente dentro do circuito integrado 555, estará cortado, permitindo assim que o capacitor C carregue através de R_b e R_a . Neste instante, a saída S do circuito estará no nível lógico alto.

Assim que o capacitor atingir um valor superior a $2/3$ de V_{CC} , o potencial dos pinos 2 e 6 comutarão a saída Q do *flip-flop* para o nível lógico baixo. Por

este motivo, o transistor de descarga será acionado entrando na região de saturação, e, conseqüentemente, interligará o resistor R_a ao terminal GND, iniciando o processo de descarga do capacitor C. Todo o processo descrito de funcionamento do multivibrador astável será reiniciado após o valor de tensão no capacitor C atingir novamente o valor que é inferior a 1/3 de V_{CC} . Para determinar a expressão que representa a carga do capacitor deve-se levar em consideração a igualdade apresentada na Equação 1 (BOYLESTAD, 2013).

Para

$$V_c = V_{CC}/3$$

, tem-se a Equação 1.

$$\frac{V_{CC}}{3} = V_{CC} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \quad [1]$$

Logo, obtém-se o tempo

$$t = 0,4055 \cdot RC$$

Como a carga e descarga do capacitor C acontece entre os períodos de 1/3 de V_{CC} e 2/3 de V_{CC} , pode-se considerar a igualdade da Equação 2.

$$t_{carga} = t_{alto} = 1,0986 \cdot RC - 0,4055 \cdot RC$$

$$t_{alto} = 0,6931 \cdot RC$$

$$t_{alto} = 0,6931 \cdot (R_a + R_b) \cdot C \quad [2]$$

Para a descarga do capacitor C também considera-se os períodos da carga, porém esse evento ocorrerá somente em R_a . A expressão do tempo de descarga é dada pela Equação 3.

$$t_{descarga} = t_{baixo} = 0,6931 \cdot RC$$

$$t_{baixo} = 0,6931 \cdot R_a \cdot C \quad [3]$$

Desta forma, com os tempos em alto e baixo, é possível também determinar-se a frequência de operação do multivibrador astável conforme a Equação 4.

$$f_{osc} = \frac{1}{0,6931 \cdot (2 \cdot R_a + R_b) \cdot C}$$

$$f_{osc} = \frac{1,4428}{(2 \cdot R_a + R_b) \cdot C} \quad [4]$$

Na Figura 2(c), é verificado o comportamento de carga e descarga do capacitor e sua influência no potencial aplicado nos pinos 2 e 6 do circuito integrado 555.

No caso do multivibrador astável que foi configurado para o DRAWDIO, a resistência R_a é composta por um resistor de 100 k Ω , mais a resistência do corpo do usuário do dispositivo.

2. ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA

A estratégia utilizada pelo grupo de professores para fundamentar o trabalho da oficina de solda em placas de circuito impresso foi definida a partir da busca de uma fundamentação conceitual que possibilitasse reunir e integrar os seguintes domínios:

- a) conhecimentos gerais sobre processos de soldagem em placas de circuito impresso;
- b) concepções pedagógicas e didáticas para processos de ensino e de aprendizagem e;
- c) apropriações tecnológicas, com vistas a dar suporte aos processos de soldagem e compreensão sobre os mesmos.

Campos e Silva (2011), discutindo o desenvolvimento de processos de ensino e de aprendizagem em cursos de engenharia, entendem que esses devem ser conduzidos a partir de uma perspectiva projeto, ou seja, cabe ao professor planejar, gerir e realizar seus processos de ensino e de aprendizagem mediante uma abordagem baseada em projetos. Os autores argumentam que é preciso mudar a abordagem educacional, não a base de conhecimento, na premissa de que o professor aja no sentido de estimular “a mudança de atitude do aluno”, de forma que este venha a “trabalhar arduamente, efetivamente e com entusiasmo” (CAMPOS; SILVA, 2011, p. 1).

Há de se considerar que no procedimento pedagógico abordado por Campos e Silva (2011), o aluno é o centro do processo, não um determinado recorte epistemológico; necessita ser ativo, cooperativo, integrado e orientado para que o aluno possa superar a visão tradicional de aprendizagem e imergir num contexto encharcado de experiências, decorrentes de uma participação colaborativa e sociável, em face da imprescindibilidade de despertar o aluno para a construção da sua aprendizagem.

Nesse sentido, observa-se a superação de um modelo que vê o aluno como um receptáculo a ser preenchido com conhecimentos, vendo-os como agentes passivos, submissos e apêndices de processos de ensino e de aprendizagem, levando-os, inclusive, a torna-los submissos, ou seja, menos questionativos. A proposta de uma aprendizagem baseada em projetos interpreta o aluno como um agente ativo do processo e o recorte de conhecimento como uma parte de um todo, que será utilizado para que o aluno desenvolva uma determinada competência porque educar não apenas transmitir conhecimentos.

Escrivão Filho e Ribeiro (2009, p. 28) enaltecem os seguintes objetivos de uma

aprendizagem ativa, “em comparação às aulas expositivas”, decorrente da manifestação de alunos:

- 1) incentivo ao estudo autônomo e à pesquisa;
- 2) desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe;
- 3) promoção de habilidades comunicativas;
- 4) maior participação dos alunos em sala de aula;
- 5) maior interação professor-aluno e aluno-aluno;
- 6) maior envolvimento e comprometimento com a disciplina;
- 7) promoção da diversidade de visões sobre os temas do programa;
- 8) maior contato com situações da prática profissional e aproximação da teoria com a prática;
- 9) maior empoderamento dos alunos sobre a disciplina, conseguido principalmente pelo sistema de avaliação adotado.

3. ORGANIZAÇÃO E EXECUÇÃO DAS OFICINAS DE SOLDA NA SNCT-2013

A oficina de solda em PCI foi planejada com o objetivo de desenvolver com a comunidade da Grande Florianópolis, em especial com os alunos do ensino básico, uma experiência profissional na área de eletrônica. A escolha do circuito eletrônico DRAWDIO para ser confeccionado nas oficinas foi realizada principalmente pelo motivo de ser um dispositivo musical, elemento bastante atrativo para este público que visita a SNCT.

Após esta escolha do circuito foram realizadas as seguintes etapas para a organização das oficinas de solda em PCI:

- prototipagem do DRAWDIO;
- *layout* da PCI;
- confecção e montagem das PCIs;
- elaboração de *folder* e *banner*;
- seleção de alunos-monitores;
- realização das oficinas na SNCT-2013.

3.1. Prototipagem do DRAWDIO

O circuito eletrônico DRAWDIO foi inicialmente montado em uma matriz de contatos para verificar principalmente o desempenho do mesmo com as alterações necessárias de valores dos componentes eletrônicos, aperfeiçoando o projeto do dispositivo, originalmente obtidos segundo Drawdio (2013). Além da escolha do encapsulamento do circuito integrado 555 em SMD, também foram utilizados uma bateria de 12 V (A23) e um *buzzer* de 12 V, reduzindo, no levantamento

de preços realizado, custo e também o tamanho do dispositivo.

Na Figura 3, pode ser verificado o croqui de montagem do DRAWDIO.

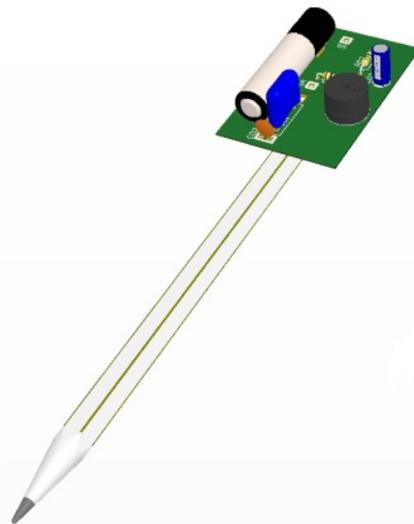


FIGURA 3 – Croqui de montagem do dispositivo eletrônico DRAWDIO.

3.2. Layout da PCI

O *layout* da PCI foi elaborado no *software* Altium DXP Designer, utilizando as dimensões físicas dos componentes eletrônicos escolhidos para o circuito. Foi utilizada a biblioteca de componentes eletrônicos para o Altium elaborada pela R2R Tecnologia (R2R TECNOLOGIA). Neste *layout* foram levadas em consideração as seguintes características: menor dimensão da PCI e melhor fixação da PCI no lápis. A Figura 4 ilustra o *layout* da PCI para o DRAWDIO.

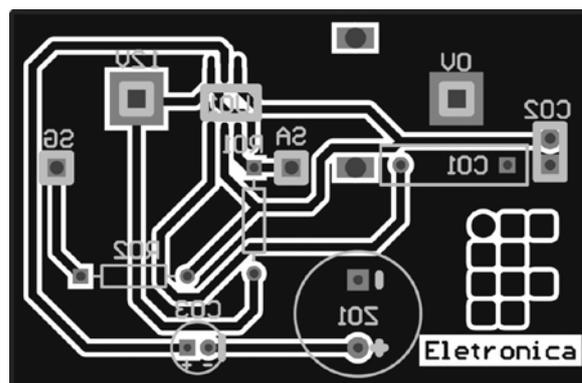


FIGURA 4 – Layout da PCI do circuito eletrônico DRAWDIO.

3.3. Confeção e Montagem das PCIs

As PCIs do circuito DRAWDIO foram confeccionadas na fresa CNC existente do Instituto de Eletrônica de Potência (INEP) vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Foram considerados dimensão de trilha 30 mils de espaçamento entre trilhas de 20 mils (valores definidos para facilitar a soldagem dos componentes eletrônicos). As dimensões da placa são de 55 x 36 mm.

Após a finalização da etapa de confecção das PCIs, foi iniciada a montagem destas com a inserção e soldagem dos componentes eletrônicos, mantendo somente um destes fora da PCI. Este componente eletrônico seria soldado pelos participantes da oficina da SNCT-2013. Inicialmente este componente eletrônico fora da PCI foi o capacitor eletrolítico de 10 µF, sendo posteriormente alterado para o *buzzer* de 12 V, pois se notou que facilitaria a execução de soldagem dos participantes das oficinas.

O processo de montagem das PCIs contou com o auxílio dos alunos da 6ª fase do Curso Técnico Integrado de Eletrônica. O projeto contou com o apoio financeiro do edital APROEX N° 02/2013 do IFSC e também da empresa Arrow Electronics Inc. A Figura 5 mostra o dispositivo DRAWDIO já montado com todos os componentes.

Em paralelo com a montagem das placas foram elaborados também materiais de apoio para divulgação da oficina. Foi elaborado um *folder* que

descrever o funcionamento do DRAWDIO e os passos para uma soldagem em PCI.

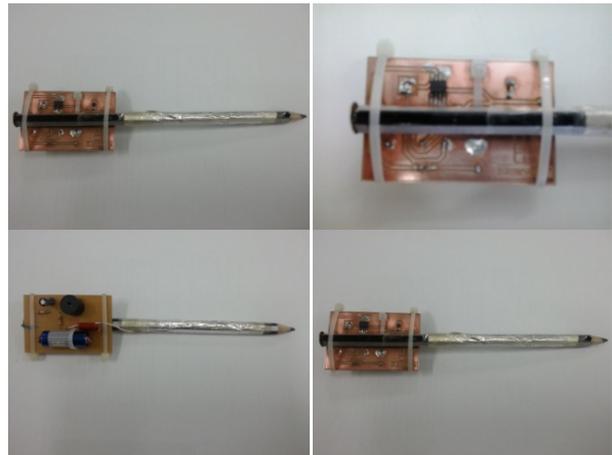


FIGURA 5 – Fotos do dispositivo DRAWDIO montado.

3.4. Elaboração de *folder* e *banner*

Outro material elaborado foi o *banner* que ficou exposto no estande onde ocorreram as oficinas. A Figura 6 mostra o *folder* produzido para o evento.

Semana de Ciência e Tecnologia do IFSC – 2013.

DRAWDIO – Um lápis que escreve música



Você pode imaginar um instrumento musical que utiliza basicamente papel e lápis? O DRAWDIO é um dispositivo eletrônico que permite fazer justamente isto. Ele é composto por um circuito eletrônico gerador de frequências variadas e que são responsáveis por gerar os tons musicais. O grafite do lápis e o seu corpo, que conduzem eletricidade, são usados para alterar as características elétricas deste gerador de frequências. Então, quando é feito um desenho no papel, as variações nele provocam também variações na frequência do som, criando música.

Para o correto funcionamento do DRAWDIO, é necessário fechar um circuito eletrônico passando pelo corpo. Assim, você deve manter um de seus dedos em parte do desenho e o lápis em outra parte, completando a condução elétrica necessária.

Este circuito eletrônico e outros mais complexos são estudados nos Cursos Técnicos integrado e subsequente em Eletrônica, no Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos, no curso de Engenharia Eletrônica e no curso de Especialização em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos, todos existentes no Instituto Federal de Santa Catarina (Campus Florianópolis). Informações estão disponíveis em <http://eletronica.florianopolis.ifsc.edu.br>.



Fontes Bibliográficas:

- MUNDOMAQ. Soldas em placas eletrônicas. Disponível em: <http://www.mundomac.com/soldas_em_placas_eletronicas>. Acesso em: 4 de out. 2013.
- BORGES, C. et al. Placas de Impresso - PCI. Florianópolis: IFSC, 2010. 92 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL. Confecção de Placas de Circuito Impresso Artesanais. Disponível em: <http://pessoal.utfpr.edu.br/illafont/arquivos/PC_L.pdf>. Acesso em: 4 de out. 2013.
- Kanayma, Y. Como Fazer Uma Placa de Circuito Impresso. São Paulo, 2000. 59 p.
- Drawdio: A Pencil that Lets You Draw Music. Disponível em: <<http://web.media.mit.edu/~silver/drawdio/>>. Acesso em: 9 de out. 2013.

APOIO:

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE APOIO A PROJETOS DE EXTENSÃO IF-SC

APROEX N° 02/2013/PROEX – CHAMADA 2013

Ministério da Educação



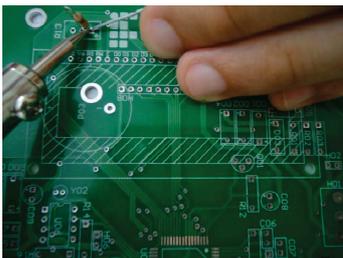


ARROW ELECTRONICS

REALIZAÇÃO:




SOLDAGEM EM PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO



INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE
ELETRÔNICA

FIGURA 6 – *Folder* elaborado como materiais de apoio para o evento.

3.5. Seleção de alunos-monitores

Foram selecionados para atuar nas oficinas os alunos da 6ª fase do Curso Técnico Integrado de Eletrônica e também os alunos da 2ª fase do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos. Estes alunos ficaram responsáveis pela monitoria dos participantes das oficinas, demonstração do funcionamento do DRAWDIO e organização das inscrições destes participantes. Esta participação nas oficinas realizadas durante os três dias da SNCT-2013 foi de grande relevância para o aprendizado destes alunos.

Além da efetiva execução da confecção destes circuitos eletrônicos, que promoveu um momento de prática profissional, os monitores também tiveram contato com o público participante do evento e puderam transmitir os seus conhecimentos para pessoas que nunca tiveram contato com a área de eletrônica. A Figura 7 ilustra este momento.



FIGURA 7 – Participação dos alunos-monitores na SNCT-2013.

3.6. Realização das oficinas na SNCT-2013

A SNCT-2013 no *campus* Florianópolis ocorreu entre os dias 21 a 24 de outubro com a exposição de estandes de empresas e dos departamentos de áreas técnicas do IFSC. As oficinas de solda foram realizadas no estande do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN), que começaram efetivamente no dia 22 com uma turma de 10 participantes. Ocorreram mais duas oficinas no dia 23, em dois períodos distintos, com 10 participantes cada e mais duas oficinas no dia 24, também em dois períodos com 15 participantes em cada período, totalizando em todas as oficinas um número de 60 participantes. As fotos da realização destas oficinas foram registradas conforme mostra a Figura 8.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução destas oficinas representou um momento bastante importante para as pessoas envolvidas neste projeto. Para os participantes da oficina, com o aprendizado técnico de solda em PCIs e o contato inicial com eletrônica. Para os alunos, com a consolidação dos conhecimentos

aprendidos em seus cursos, repassando-os aos participantes. Por fim, para os docentes, com a divulgação da área de eletrônica na comunidade.



FIGURA 8 – Realização das oficinas de solda na SNCT-2013.

Com relação ao dispositivo eletrônico utilizado para este evento, o DRAWDIO, o mesmo obteve um retorno bastante positivo com o público participante das oficinas, por se tratar de um dispositivo musical. Está sendo avaliada a reedição da oficina em momentos futuros, acrescentando novas funções ao circuito que compõem o DRAWDIO, tornando-o ainda mais atrativo para crianças e jovens.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFSC pelo apoio fornecido através do APROEX N° 02/2013 e à empresa Arrow Electronics Inc. pelo aporte financeiro. Também agradecem ao Instituto de Eletrônica de Potência da Universidade Federal de Santa Catarina (INEP-UFSC) pela confecção das PCIs em sua máquina de fresa CNC e ao Professor Joabel Moia do IFSC, que se responsabilizou por este contato com o INEP.

REFERÊNCIAS

BORGES, C. *et al.* **Placas de Impresso - PCI**. Florianópolis: IFSC, p. 92, 2010.

BOYLESTAD, R.L.; NASHELSKY, L.

Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, p.609-612, 2013.

DE CAMPOS, L.C.; SILVA, J.M. **Aprendizagem Baseada em Projetos: uma nova abordagem para a educação em Engenharia**. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2011. Disponível em <http://www.organizareventos.com.br/_upl/file/SD_LCarlos_JMello.pdf>. Acessado em 20 nov. 2013.

DRAWDIO. ***DRAWDIO - a pencil that lets you draw music***. Disponível em <<http://web.media.mit.edu/~silver/drawdio/>>. Acessado em 9 out. 2013.

ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L.R.C. Aprendendo com PBL – Aprendizagem Baseada em Problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. **Revista Minerva – Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 1, pp. 23-30, 2009. Disponível em <http://educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/observatorio/Teste/PBL_Filho_Ribeiro.pdf>. Acessado em 20 nov. 2013.

HOW STUFF WORKS **Presentes feitos à mão fáceis**. Disponível em <<http://criancas.hsw.uol.com.br/presentes-feitos-a-mao-faceis7.htm>>. Acessado em 11 dez. 2013.

MARCELO, C. *Las tecnologías para la innovación y la práctica docente*. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, n. 52, pp. 25-47, 2013. Disponível

em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27525615003>>. Acessado em 20 nov. 2013.

MYSHRA, P.; KOEHLER, M.J. *Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge*. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, pp. 1017-1054, 2006. Disponível em <http://punya.educ.msu.edu/publications/journal_articles/mishra-koehler-tcr2006.pdf>. Acessado em 20 nov. 2013.

R2R TECNOLOGIA. **Biblioteca de componentes eletrônicos para o Altium DXP Design**. Disponível em <<http://www.r2rtecnologia.com.br/>>. Acessado em 15 set. 2013.

WEB EDUCADOR. **WEB EDUCADOR: Apoio pedagógico para projetos educativos**. Disponível em <<http://www.webeducador.com/album/objetos/lapis1cm-jpg/>>. Acessado em 11 dez. 2013.