

UTILIZAÇÃO DE KITS MONTADOS A PARTIR DE EQUIPAMENTOS OBSOLETOS OU DEFEITUOSOS EM AULAS PRÁTICAS DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Mércio A. O. de Andrade – mercioandrade@gmail.com

Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco

Rua Benfica, 455

50.750-470 – Recife - Pernambuco

Sérgio Campello Oliveira – scampello@ecomp.poli.br

Escola Politécnica de Pernambuco – Universidade de Pernambuco

Rua Benfica, 455

50.750-470 – Recife - Pernambuco

Michele M. da C. Barboza Campello – michelebarboza@hotmail.com

Colégio Apoio

Rua Conselheiro Nabuco, 44, Casa Amarela

52.070-010 – Recife – Pernambuco

Resumo: *Os equipamentos de Tecnologia da Informação e comunicação (TIC), quando ultrapassam seu tempo de vida útil, viram sucatas gerando uma grande quantidade de lixo digital. Entretanto, possuem componentes, elétricos e eletrônicos, em bom estado de funcionamento, que podem ser reaproveitados na montagem de novos dispositivos. A partir das peças removidas das sucatas de equipamentos de informática, é possível montar kits de treinamento que poderão atuar como ferramenta para treinamento de técnicos e engenheiros, trazendo benefícios ao meio ambiente, poupando recursos naturais através do reuso de componentes e promovendo o correto encaminhamento dos materiais recicláveis contidos nos equipamentos descartados. Este artigo descreve a experiência da aplicação de kits de treinamento, montados a partir de componentes removidos de sucatas, em aulas práticas na disciplina de Eletrônica para Computação.*

Palavras-chave: *Lixo digital, Reuso, Kit de treinamento, Formação de Engenheiros*

1 INTRODUÇÃO

A sociedade moderna preocupa-se cada vez mais em encontrar uma forma adequada para o correto descarte das sucatas de equipamentos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) (BABBIT, 2009) (MACOHIN, 2010). O descarte incorreto dos equipamentos de informática, tais como, impressoras, computadores, *no-breaks*, telefones celulares entre outros, prejudica o meio ambiente além de causar males à saúde humana (LEE, 2004). É de grande importância encontrar alternativas sustentáveis, que possibilitem a produção e o uso dos equipamentos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) de forma que não agridam o meio ambiente, preservando os recursos naturais do planeta e também a saúde humana.

As alternativas importantes existentes aplicadas para a redução dos resíduos sólidos gerados pelos equipamentos de TIC são o reuso e a reciclagem (KUEHR & WILLIAMS, 2003) (CUI. & FORSSBERG, 2003). O reuso permite o aumento do tempo de vida útil dos

equipamentos. A reciclagem, por sua vez, permite que os materiais que compõem os equipamentos sejam re-encaminhados ao ciclo produtivo (HESTER, R.E. at al ,2009) (MACZULAK, 2010). Entretanto, o processo de reciclagem de equipamentos de TIC, depende de procedimentos sofisticados e dispendiosos (VARIN & ROINAT, 2008). No caso do reuso, os equipamentos que alcançam o término do seu tempo de vida útil são remanufaturados e posteriormente revendidos ou doados.

É relevante observar que quando os equipamentos de TIC param de funcionar ou ficam obsoletos, boa parte dos componentes usados na montagem deles continuam em bom estado de funcionamento. Equipamentos de informática, tais como, microcomputadores, monitores, impressoras, *no-breaks*, *mouses*, leitora de *Compact Disc* (CD) e outros, trazem em sua composição componentes elétricos, eletrônicos e mecânicos, tais como, circuitos integrados (CIs), fotoacopladores, transistores, capacitores, resistores, transformadores, cabos, sensores, relés, molas correias, polias, motores e outros.

Desses dispositivos, muitos continuam operacionais e podem ser removidos das sucatas e reutilizados na montagem de novos artefatos. Tal procedimento propicia o prolongamento do tempo de vida útil de cada componente.

Uma vez que os componentes já foram utilizados por longo tempo, não há como garantir a continuidade de seu funcionamento em equipamentos novos por tempo longo o suficiente. Contudo, para o uso educacional, tais componentes serão utilizados com correntes elétricas abaixo de sua capacidade nominal, propõe-se, portanto, o uso dos componentes removidos das sucatas na montagem de kits de treinamento. Os kits podem ser aplicados como ferramenta educacional nos cursos técnicos e de engenharia, notadamente nas áreas de engenharia elétrica e robótica.

Este artigo descreve o experimento realizado com a confecção de kits de treinamento, montados a partir de sucata bem como sua aplicação nas aulas práticas da disciplina Eletrônica para Computação do curso de Engenharia da Computação da Universidade de Pernambuco (UPE).

2 CONFECÇÃO DOS KITS

Para produção e aplicação dos kits de treinamento a serem utilizados em sala de aula, foram seguidos os seguintes passos:

- Coletas das sucatas de equipamentos.
- Desmontagem dos equipamentos escolhidos como amostras.
- Identificação dos componentes elétricos e eletrônicos e pesquisa de suas possíveis aplicações.
- Criação de kits contendo um conjunto de peças que pudessem ser aplicados nas práticas de laboratório.
- Entrega dos kits, padronizados, às equipes compostas por alunos para desenvolvimento de projetos.
- Coleta dos resultados.

O processo de produção dos kits teve início com a coleta das sucatas de equipamentos de informática, doadas por professores, alunos e por empresas de manutenção. Em seguida foram escolhidas algumas amostras de equipamentos, que foram desmontadas completamente como ilustrado na Figura 1.

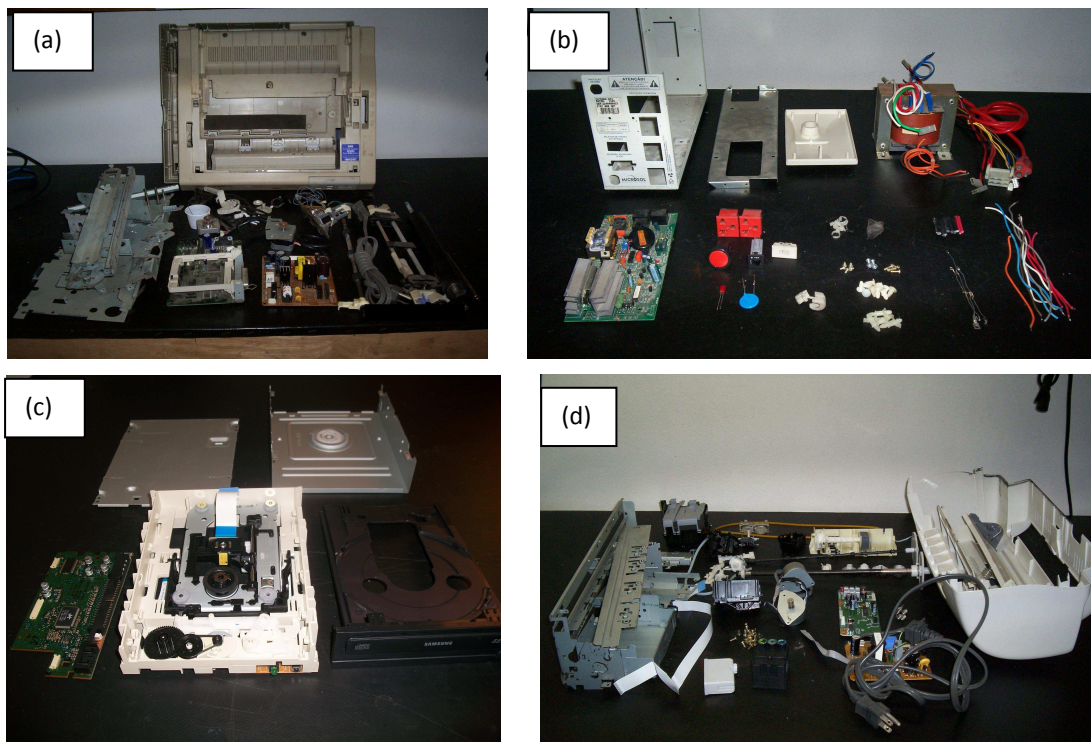


Figura 1. Equipamentos desmontados, (a) impressora Epson fx870, (b) *no-break* Stay 600, (c) Leitor de CD Samsung, (d) impressora Epson C20UX.

Na etapa de desmontagem, além da dessoldagem dos componentes diversos, foi possível separar boa parte do material reciclável, como plásticos, borrachas e metais. Em seguida os componentes foram identificados por meio de uma pesquisa de suas especificações técnicas. Neste momento foi possível determinar aplicações dos componentes segundo exemplos de uso.

Com base nas informações colhidas a respeito dos componentes removidos e na abrangência do conteúdo teórico da disciplina de Eletrônica para Computação, foram criados quatro exemplares de um kit de treinamento composto totalmente por peças obtidas de sucatas de equipamentos de informática. A Tabela 1 descreve as peças que compuseram os kits. Sob a supervisão do professor da disciplina, os kits foram entregues aos alunos para a construção de um projeto prático, utilizado para compor a nota da segunda unidade da disciplina.

Seguimos na construção do processo de cognição segundo uma perspectiva construtivista em que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio. A metodologia trata do modo como as pessoas percebem aprendem, recordam e pensam sobre a informação. A idéia é que o homem não nasce inteligente, mas também não é passivo sob a influência do meio, isto é, ele responde aos estímulos externos agindo sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento de forma cada vez mais elaborada (TAILLE, OLIVEIRA & DANTAS, 1992). O professor passa a ter um papel fundamental de articulador e mediador entre o conhecimento elaborado e o conhecimento a ser produzido.

É fundamental lembrar que toda evolução social é marcada por cenários de questionamentos. Agora, o momento que se vivencia implica na opção por um novo paradigma na ação docente. Behrens (1996) enfoca que nesta nova visão o professor precisa ser ético e afetivo, ter uma boa relação com seus alunos e colegas; deve utilizar metodologias

inovadoras que atendam às necessidades de uma produção do conhecimento e deve ser capaz de trabalhar e aprender com seus pares.

Tabela 1- Listagem das peças contidas nos Kits.

Quantid.	Descrição	Equip. de Origem	
01	Transformador 220/110vac saída 10+10vac	No-break Stay 600	
01	Capacitor eletrolítico 2.200uF/35V		
01	Capacitor eletrolítico 470uF/25V		
02	Relé 12Vdc 10A/220vac		
01	Relé 6Vdc 5A/250vac		
02	Transistor IRF1104/IRFZ246/IRFZ46N		
02	Transistor BC547		
01	Circuito Integrado LM7805		
01	Circuito Integrado LM317		
01	Circuito Integrado LM339		
07	Diodo 1N4007		
02	Diodo RL2004		
01	LED verde		
01	LED vermelho		
01	Resistor de fio 0,47ohm/5W		
01	Cabo de força		Impressora Epson lx810
06	Transistor 2SD1843		
04	Transistor 2Sd2046		
04	Transistor 2SA1015		
04	Transistor BC639		
01	Motor de passo unipolar de 4 fases	Impressora Epson fx870	
01	Sensor contato		
01	Circuito Integrado STA475A	Leitor de CD	
01	Motor 5V DC		

3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Os kits foram entregues aos alunos, que se dividiram em equipes para realização dos trabalhos. O material foi distribuído propositalmente sem as informações técnicas relativas a cada componente, a intenção foi estimular os estudantes a pesquisarem a respeito da especificação técnica e aplicação de cada item. A tarefa a ser realizada pelas equipes foi projetar e montar um circuito eletrônico qualquer usando o máximo de peças contidas no kit. O projeto e a montagem da fonte de alimentação com transformador, ponte de diodos e filtro capacitivo, foram tarefas obrigatórias para todas as equipes. Abaixo são detalhados os passos determinados para os grupos completarem as tarefas:

- Pesquisa das especificações técnicas dos componentes integrantes do Kit e possibilidades de aplicação de cada um.
- Desenvolvimento do projeto de um artefato que faça uso dos componentes eletrônicos disponibilizados.
- Simulação do projeto em ferramenta computacional.
- Montagem dos componentes em *protoboards*.
- Testes de funcionamento do circuito.
- Geração de relatórios.

As equipes tiveram um prazo máximo de 20 dias para o projeto e montagem dos circuitos. Durante esse tempo eles dispuseram de um monitor e um mestrando em estágio docência, disponíveis duas vezes por semana, para ajudá-los nas simulações e testes em *protoboard*.

3.1 Artefatos apresentados pelas equipes

Dentre as quatro equipes apenas uma desenvolveu um projeto usando exclusivamente peças contidas no kit. As demais necessitaram da complementação de componentes adquiridos no mercado local, tais como, portas lógicas, resistores, capacitores e outros. Foram apresentados os projetos com os seguintes títulos: “Sirene Modulada em Frequência”, “Elevador de Dois Andares”, “Carrinho de Brinquedo” e “Esteira Seletora de Metais e Não Metais”.

Sirene modulada em frequência

A equipe implementou uma sirene com alarme sonoro com dois tons diferentes. Ela poderia ser aplicada em alarmes ou sirene de ambulâncias. O circuito teve como base o uso de dois CIs 555 configurados com multivibradores astáveis. Nem a sirene nem os CIs 555 foram disponibilizados nos kits. Esses CIs se encontravam disponíveis no laboratório de eletrônica da POLI, já o alto falante foi removido de um gabinete de microcomputador fora de uso.

Em próximos experimentos, componentes como o alto falante, podem ser introduzidos nos novos kits. Circuitos com funcionalidades simples como amplificadores e osciladores já são comumente disponibilizados em laboratórios didáticos.

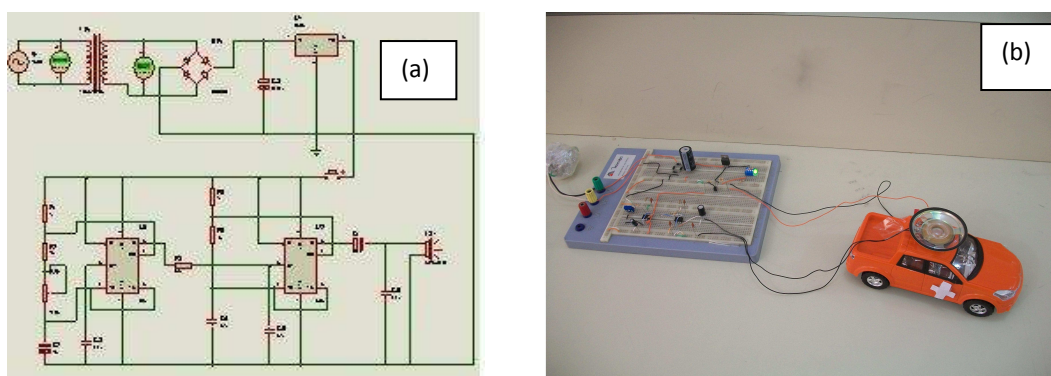


Figura 2. Sirene Modulada, (a) esquema elétrico, (b) dispositivo montado.

Elevador de dois andares

O dispositivo criado era um artefato controlado pelo acionamento de dois botões, denominados “térreo” e “primeiro andar”. Ele acionava um mecanismo dentro de uma caixa de papelão, que simulava um elevador para um edifício de dois andares. O circuito era composto por um bloco lógico combinacional montado com portas lógicas (assunto abordado em outra disciplina), que interpretava o estado de cada botão e comandava o circuito de acionamento do motor. O outro bloco era composto pelo circuito controlador do motor LM297 e pelo *driver* para acionamento do motor de passos CI STA475A. O torque do motor, obtido com o circuito, foi suficiente para deslocar a estrutura de papelão do elevador. A posição do elevador era determinada pelo acionamento de dois sensores de contato. Esse projeto necessitou da aquisição de alguns componentes, como portas lógicas, CI L297 (controlador de motor de passos) e resistores, que não estavam no kit. O dispositivo montado é mostrado na Figura 4.

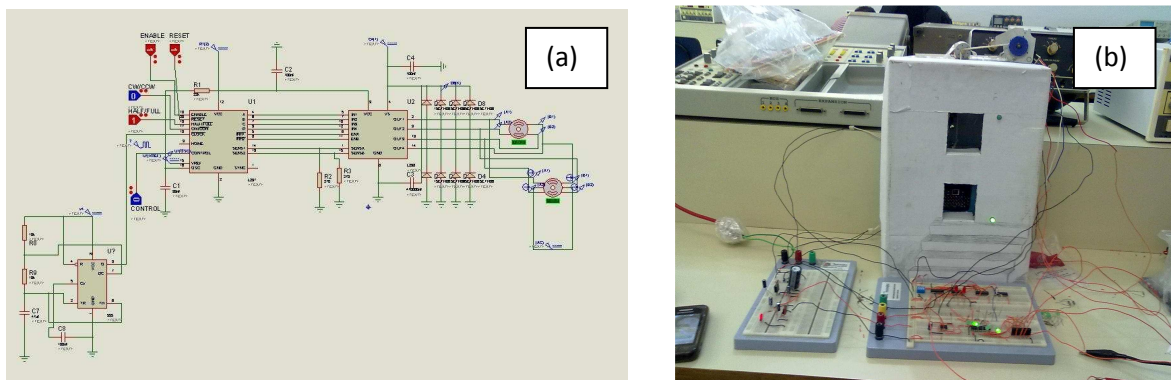


Figura 4. Elevador de dois andares (a) esquema elétrico e (b) dispositivo montado.

Carrinho de brinquedo

O Carrinho era um dispositivo que controlava o motor de corrente contínua, acoplado ao eixo das rodas traseiras de um carrinho de brinquedo. O controle permitia que o motor girasse nos dois sentidos, comandado por dois botões. O circuito de acionamento do motor era composto por uma ponte H montada com transistores. O dispositivo foi totalmente montado com os componentes disponibilizados no kit. O dispositivo pronto é mostrado na Figura 5.

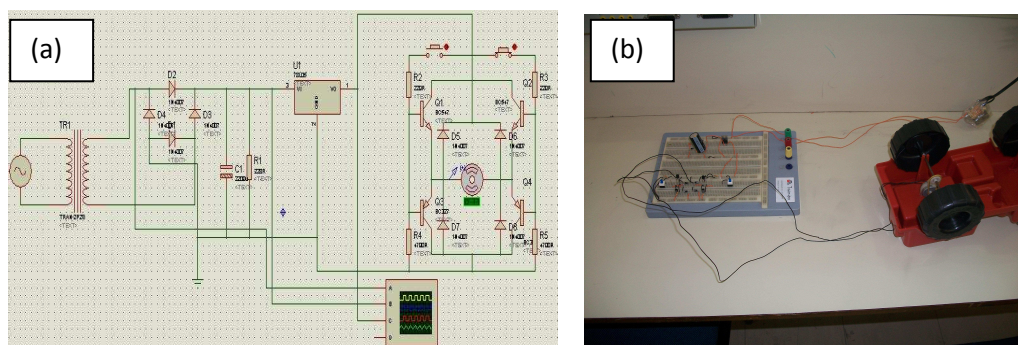


Figura 5. Projeto carrinho de brinquedo, (a) esquema elétrico, (b) dispositivo montado.

Esteira seletora de metais e não metais

O circuito foi desenvolvido para ser um dispositivo a ser utilizado em uma esteira para separação de materiais metálicos e não metálicos. Foi realizada a simulação, por acionamento de sensores, do funcionamento de uma esteira acoplada ao circuito. Um sensor principal (simulado por um botão) detectava o tipo de material. O circuito do motor era acionado fazendo ele girar até um determinado ângulo, expulsando o objeto da esteira. Esse projeto teve boa parte dos seus componentes retirados do kit, como relé, motor e sensor. A Figura 6 mostra o dispositivo montado.

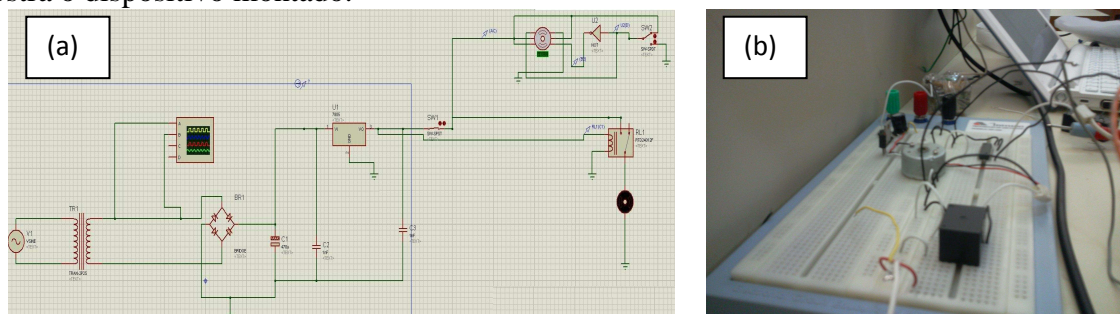


Figura 6. Projeto esteira seletora, (a) diagrama e (b) dispositivo montado.

4 DISCUSSÕES

Observou-se a necessidade de espaço adequado para armazenagem das sucatas de equipamentos e para os resíduos a serem encaminhados para reciclagem. A grande quantidade de equipamentos, a variedade e a presença de substâncias tóxicas em componentes, como baterias, cartuchos de tinta e *toners* (CUI & FORSSBERG, 2003) requerem um espaço adequado para o correto armazenamento.

Foi notado que a desmontagem e remoção dos componentes simplificam a separação de materiais recicláveis como ferro, aço, borracha, plástico, cobre, e cartuchos de impressão. O encaminhamento correto dos resíduos gerados para empresas especializadas em reciclagem pode trazer benefícios importantes como:

- Impedir que os resíduos sejam descartados diretamente no meio ambiente.
- Preservar recursos naturais com o reaproveitamento dos componentes.
- Agregar valor as sucatas de equipamentos, visto que a venda dos materiais já separados, para reciclagem, é mais rentável que a venda do equipamento completo, obsoleto ou quebrado.
- Gerar postos de trabalho pela possibilidade do emprego de mão de obra não especializada nas etapas de desmontagem e separação.

Contudo, o correto encaminhamento de materiais, sobretudo em pequena quantidade, não é uma tarefa corriqueira. Mesmo no meio de convívio de engenheiros de diversas especialidades não há o conhecimento de como encaminhar os equipamentos ou os materiais separados. A logística de transporte é outro problema, para ser lucrativo o transporte dos materiais deve ser realizado em grandes quantidades o que aumenta o problema do armazenamento. Possíveis soluções são o contato com associações de catadores para o recolhimento do material, entretanto, essas associações precisam de assistência técnica para aprender a lidar com os diferentes tipos de materiais envolvidos na fabricação de componentes eletro-eletrônicos.

Por fim, há o problema do encaminhamento das placas de circuito impresso. Há empresas européias com representação no Brasil que recolhem as placas e, a partir do derretimento, é capaz de separar os materiais como ouro, platina, estanho entre outros, em escala industrial. Porém só há rentabilidade no transporte em grandes quantidades.

Durante a realização dos projetos os alunos se depararam com diversas dificuldades. Algumas observações importantes relativas às dificuldades de execução do experimento são listadas abaixo:

- Falta de habilidade dos alunos no manuseio de ferramentas como ferro de solda, *protoboard*, e de instrumentos de laboratório como osciloscópio e gerador de sinais, uma vez que esta é a primeira disciplina de eletrônica básica do currículo.
- Dificuldade em trabalhar com componentes que, por serem usados, estavam com os terminais curtos e com resíduos de solda, dificultando o encaixe do componente no *protoboard*.
- Dificuldade em encontrar informações completas sobre alguns componentes do kit, como motor de passos e transformador.
- Dúvida com relação ao estado de funcionamento dos componentes.
- Necessidade de aplicação de componentes que não estavam disponíveis nos kit.

Essas dificuldades encontradas pelos alunos foram aproveitadas como complemento na sua formação. Durante as buscas pelas especificações técnicas dos componentes os alunos tiveram que consultar diversos *datasheets*, que contêm circuitos de aplicação. Em momentos anteriores quando o professor passa para os alunos qual o circuito deve ser implementado, estes apenas estudam aquele circuito específico, o que reduz a amplitude de sua formação. A

utilização de motores por parte de alunos de computação despertou o interesse na criação de grupos de robótica. A dúvida sobre o não funcionamento de alguns componentes estimulou os alunos a garantir o correto funcionamento dos circuitos investigando o caminho do sinal pelo circuito. Ou seja, eles não se restringiram a encaixar os componentes seguindo um esquema de ligações e esperando ver o funcionamento final do circuito sem se preocupar com o funcionamento das partes. Os alunos foram além do esperado ampliando o seu aprendizado.

Foi observada a possibilidade de aplicação do kit em outras disciplinas como: controle de processos, eletrônica analógica, eletrônica digital entre outras. O kit pode ser aplicado também na montagem de dispositivos acoplados a microcontroladores, para uso em disciplinas de inteligência computacional ou no ensino de robótica.

O kit de treinamento foi concebido para atuar como ferramenta auxiliar para realização de experimentos práticos, facilitando a fixação de conceitos teóricos. Os kits aumentaram o tempo de vida dos componentes e controlaram o seu descarte ajudando a preservar o meio ambiente. Ainda neste contexto os kits atuaram como forma de envolver os alunos com o tema da preservação do meio ambiente e do uso sustentável dos recursos naturais do planeta.

Um dos elementos fundamentais no sucesso desta proposta foi que os alunos tiveram a possibilidade de trocar experiências e discutir as fases de montagem dos kits, desde a problematização, as discussões, as produções individuais e coletivas até a produção final. O trabalho pedagógico foi construído pelo grupo e não para o grupo. O processo do desenvolvimento da aprendizagem torna-se mais eficaz quando o aluno recebe alguns desafios no qual é obrigado a refletir antes de dar uma resposta.

Do ponto de vista sócio-político, a extensão do ato da criatividade se traduz através de uma produção potencialmente útil à sociedade, ou através das atitudes de um ser social que, ao sentir-se capaz de criar, sente-se capaz de transformar, de mudar, de melhorar.

A avaliação foi contínua, ou seja, ocorreu durante o processo, foi centrada na troca de experiências e conhecimentos entre os alunos e professores e objetivou ultrapassar a quantificação do conhecimento e contemplou uma abordagem qualitativa.

O aluno nesta abordagem é um participante da ação educativa, que necessita educar-se permanentemente, é um sujeito da práxis. O professor estabelece uma relação horizontal com seus alunos, possibilita a vivência grupal e empenha-se na luta em favor da democratização da sociedade (FREIRE, 1992).

Na abordagem progressista FREIRE (1992), considera o aluno como ser original, único e indiviso, um ser de relações, contextualizadas e dotadas de inteligências múltiplas. Possibilita as relações pessoais e interpessoais do ser humano, visando à busca da ética, da harmonia.

5 CONCLUSÕES

O kit de treinamento composto com equipamentos de sucata mostrou-se uma ferramenta de aprendizado viável e de baixo custo. Como resultado principal o experimento mostrou que é possível criar kits de treinamento, montados com peças removidas de equipamentos de informática descartados, e aplicá-los nas aulas práticas para treinamento dos estudantes de engenharia, além envolvê-los com o tema da preservação do meio ambiente. A produção dos kits propiciou o aumento do tempo de vida dos equipamentos e componentes eletrônicos recuperados e empregados na sua confecção, o que contribuiu para o decréscimo da geração de resíduos sólidos. Essa abordagem também auxilia na separação de materiais recicláveis obtidos durante a etapa de desmontagem, permitindo o correto encaminhamento dos resíduos obtidos no processo.

Sob a perspectiva educacional, o kit pode contribuir com o aprendizado prático, tanto pelo emprego de conceitos teóricos na prática, como na fixação de conhecimento dos princípios e características de funcionamento de diversos componentes elétricos e eletrônicos.

6 TRABALHOS FUTUROS

Alguns avanços são necessários para o aperfeiçoamento do uso do kit de treinamento tais como:

- Produzir um banco de dados que armazenem as informações adquiridas a respeito dos componentes como especificações técnicas e possíveis aplicações para facilitar futuras pesquisas.
- Elaborar dispositivos para teste de funcionamento dos componentes do kit.
- Fazer levantamento das empresas de reciclagem aptas a receber os materiais separados para reciclagem.
- Fazer um levantamento de alguns circuitos básicos que poderiam ser montados aplicando os componentes do kit, como osciladores e portas lógicas montadas com transistores, para servirem de blocos básicos nas montagens dos projetos desenvolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BABBITT, Callie w. et al. Evolution of Product Lifespan and Implications for Environmental Assessment and Management: A Case Study of Personal Computers in Higher Education. Environ. Sci. Technol, Arizona 2009.

BEHRENS, Marilda Aparecida. **Formação continuada dos professores e a prática pedagógica**. Curitiba: Champagnat, 1996.

CUI, J. e FORSSBERG, E. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. Elsevier, **Journal of Hazardous Materials** B99, 2003, p243–263

FREIRE, P. Para trabalhar com o povo. SP: Centro de Capacitação da Juventude. 1992.

HESTER, R.E. et al. Electronic Waste Management. The Royal Society of Chemistry, 2009.

KUEHR, R & WILLIAMS, E. Computers and the Environment Understanding and managing their impacts. Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2003.

LEE, Ching-Hwa et al. An overview of recycling and treatment of scrap computers. Elsevier, **Journal of Hazardous Materials** B114, 2004, p. 93–100.

MACOHIN, Aline. A Sustentabilidade Na informática – Reciclagem e Eliminação dos Produtos Tóxicos das Peças de Computadores. Disponível em: <http://www.fae.edu/pesquisaacademica/seminarios_artigos.asp> Acesso em 16 maio 2010.

MACZULAK, A. Waste Treatment: Reducing Global Waste. Facts on File, Ney York, 2010.

TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. e DANTAS, H. (1992). *Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*, S. Paulo: Summus Editorial.

VARIN, B. e ROINAT, Pierre-Etinne. **The Entrepreneur's Guide to Computers Recycling Volume 1: Basics for starting up a computer recycling business in emerging markets**. Paris: 1ª ed. Tic Ethic Sarl. 2008.

DEVELOPMENT TRAINING KITS MOUNTED USING DISCARDED OBSOLET OR NON-FUNCTIONAL EQUIPMENTS

Abstract: *When equipments of Information and Communication Technology (ICT), reaches their useful life, they generate a lot of electronic waste, e-waste. However, they have components, electrical and electronics, in good state. These components can be reused in the assembly of new devices. The parts removed from the e-waste can act as training tools for engineer trainees education. This procedure generates benefits to the environment, saving natural resources by promoting reuse of components and the correct routing of recyclable materials. This article describes the experience of the application of training kits, assembled with components removed for e-waste in practical lessons of the discipline Electronics for Computing.*

Key-words: Digital Waste, Reuse, Training Kit, Engineers Formation.