



APLICAÇÃO DE KITS EDUCACIONAIS NA APRENDIZAGEM DE ELETRÔNICA NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA MULTINÍVEL

Bruna Ribeiro Resende¹ – brresende7@gmail.com

Lyvia Regina Biagi Silva¹ – lybiagi@hotmail.com

Paulo Rogério Scalassara¹ – prscalassara@utfpr.edu.br

Marcos Banheti Rabello Vallim¹ – mvallim@utfpr.edu.br

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Cornélio Procópio – Centro Integrado de Pesquisa em Controle e Automação – CIPECA.

Av. Alberto Carazzai, 1640

86.300-000 – Cornélio Procópio – Paraná

Resumo: *Este trabalho apresenta uma proposta para aprendizagem de eletrônica baseada no uso de um kit educacional cujos recursos e práticas podem ser aplicados ao ensino e aprendizagem dessa disciplina em diversos níveis do ensino, como cursos técnicos e superiores. Os métodos se baseiam em técnicas que visam à melhoria na qualidade da aprendizagem e assimilação dos conteúdos teóricos apresentados em sala de aula por meio de práticas didáticas. Isto é realizado por adaptações nos processos experimentais e nos equipamentos presentes nos laboratórios de eletrônica. Ressalta-se a importância dos processos práticos e a necessidade de adequações das aulas em laboratório às condições disponíveis na instituição. Evidencia-se também a especificidade de cada experimento prático relacionada ao nível educacional no qual está sendo aplicado.*

Palavras-chave: *Kits educacionais, Adequações de equipamentos, Adequações de experimentos, Educação multinível, Eletrônica.*

1. INTRODUÇÃO

Considerando a busca contínua pela melhoria da qualidade de produtos e serviços oferecidos aos consumidores de mercado, pode-se afirmar que as exigências por profissionais qualificados têm sido cada vez maiores, o que demanda uma formação de excelência, possível apenas através de métodos educacionais eficazes. Assim, a educação e seus métodos, visando à aprendizagem, atuam sobre o indivíduo de maneira a capacitá-lo e exercitá-lo a fim de que seja explorada a dinâmica de aperfeiçoamento. Da mesma forma, a orientação sobre a formação e o exercício de uma profissão deve ser preocupação em todos os níveis de educação. Com esse intuito, as disciplinas de eletrônica ministradas na UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), Câmpus Cornélio Procópio, estão sempre em atualização.

A UTFPR, Câmpus Cornélio Procópio, oferece cursos técnicos integrados, cursos superiores de tecnologia, bacharelados e licenciatura, cursos estes que inserem o



indivíduo ao âmbito profissional, devendo, portanto, buscar a formação com qualidade. Para isso, enfoca-se na didática prática que objetiva a aprendizagem na educação tecnológica multinível.

Pura (1989) conceitua didática teórica como aquela desenvolvida visando à ação educativa, mas distanciada desta, e didática prática aquela vivenciada pelos professores nas escolas a partir do trabalho prático em sala de aula, dentro da organização escolar, que visa os interesses e necessidades práticas do aluno.

Os processos didáticos teóricos e práticos se aliam à aprendizagem, que como afirma Schmitz (1984), não é apenas a aquisição de conteúdos teóricos, o domínio cognitivo, mas integrados ao aspecto psicomotor, ou seja, a ação. Esses processos são fundamentais para a formação do caráter intelectual e profissional do indivíduo, pois o instrui e cria situações nas quais sugere formas de comportamento. O aprendizado se dá pela ação do aluno, pela realização do ato prático e de maneira pessoal, individual. Assim, ele aprende com o que faz e não com o que o professor faz (TYLER, 1949, VALLIM, 2008). No entanto, a aprendizagem requer motivação, cabendo ao professor estimular os alunos, o que se compreende por função do ensino (SCHMITZ, 1984).

A inserção do aluno em um laboratório complementa conteúdos teóricos assimilados, desenvolvendo e consolidando os mesmos, tornando-se assim, uma ferramenta de maior relevância quando associada aos estímulos externos e às condições do ambiente laboratorial, exigindo atenção e dinamismo tanto do aluno quanto do professor. No que diz respeito à eficiência de experiências práticas nos laboratórios, é importante considerar o nível educacional em que o método foi aplicado, analisando o alcance da aprendizagem em cada um deles. Os processos aplicados nos níveis técnicos, por exemplo, são distintos àqueles aplicados aos cursos de graduação.

Na educação tecnológica, é de total importância a presença de laboratórios apropriados para a formação de bons profissionais. O engenheiro, tecnólogo ou até mesmo técnico, em sua trajetória profissional, deverá estar apto para aplicar seus conhecimentos teóricos na solução dos inúmeros problemas com os quais irá se deparar (BIANCHINI & GOMES, 2006). Para que isso ocorra, é importante que os laboratórios estejam preparados e bem equipados para a realização das atividades práticas. Uma infraestrutura adequada e a possibilidade de trabalhar em equipe permitem a atuação prática e o intercâmbio entre conhecimentos e ideias. Tais pontos são fundamentais para a produção do conhecimento útil aos futuros profissionais, que se dá de maneira individual.

Porém, as práticas didáticas não devem ocorrer sem devido planejamento, pois ele garante os resultados, obtidos a partir de recursos disponíveis. Os recursos didáticos devem ser adequados ao uso nos laboratórios, de forma a abranger os requisitos determinados pelas disciplinas nas quais serão aplicados.

Por esse motivo, o kit educacional modelo SD-1202 de Eletrônica Analógica e Digital, fabricado pela Minipa, foi adquirido pela Instituição por sua praticidade, porém, por questões financeiras, os módulos das atividades não foram adquiridos. Esses módulos totalizam 17 placas analógicas e digitais. Os módulos apresentam pré-montagens que os tornam simples, o que restringe o raciocínio cognitivo pela falta da manipulação dos componentes e da própria construção prática.

Esse kit está alocado no Laboratório de Eletrônica e foi adquirido em 2009 com recursos do REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais).

Além disso, visando a aprendizagem, associada diretamente a exploração, investigação e manuseio, utilizam-se montagens em *protoboard* como substituição aos módulos.

Este trabalho tem por objetivo demonstrar a aplicação dos kits educacionais de forma a minimizar as características restritivas inerentes a este. Essas características impedem sua completa utilização em âmbito laboratorial. Por meio de adaptações das práticas didáticas da disciplina de Eletrônica Digital, o uso do kit torna-se mais eficiente nos cursos Técnico em Eletrotécnica, Tecnologia em Automação Industrial, Engenharia Elétrica, Engenharia da Computação e Engenharia de Controle e Automação.

O trabalho se divide da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta os materiais e métodos adotados na adaptação das experiências práticas e, na Seção 3, discutem-se os resultados obtidos a partir das adaptações. Na Seção 4, as considerações finais são abordadas, levando à reflexão da eficiência dos métodos aplicados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A finalidade do ensino em laboratório é a ação do aluno, a partir de fundamentos teóricos, realizando atividades práticas concretas pré-determinadas. O ambiente laboratorial e as atividades a serem nele realizadas o colocam diante de uma situação prática de execução que segue determinada técnica (NÉRICI, 1992). Essas técnicas, geralmente realizadas em equipe, são experimentais, proporcionando resultados e suas análises.

Assim, as adaptações de práticas associadas aos kits educacionais são, essencialmente, técnicas desenvolvidas para se alcançar a real aprendizagem e absorção de conhecimentos teóricos desenvolvidos em sala de aula e o domínio dos processos práticos a eles relacionados.

A seguir apresenta-se o kit educacional e suas características, bem como de alguns de seus módulos de expansão. Juntamente com as características do kit e módulos educacionais, explica-se como foram realizadas as adaptações de algumas práticas para cada nível da educação tecnológica.

O kit SD-1202, desenvolvido pela Minipa, é uma unidade que busca proporcionar o treinamento nas áreas de Eletrônica Analógica e Digital. O kit possui fontes de alimentação, chaves, potenciômetros, indicadores, gerador de função, gerador lógico, *displays* e área de expansão. O Kit educacional SD-1202 da Minipa pode ser visto na Figura 1.



Figura 1 - Kit educacional SD-1202 da Minipa.

A área de expansão do kit é destinada ao acoplamento dos módulos de atividades (SD-1100A), que são caracterizados por placas de encaixe, contendo diversos circuitos que permitem a realização de experiências de fácil compreensão. Fica evidente, pelo caráter físico do equipamento, sua praticidade.

O kit conta com 17 placas de extensão, sendo 10 delas destinadas às práticas de Eletrônica Analógica (modelos M-1101A a M-1110A) e 7 às práticas de Eletrônica Digital (modelos M-1111A a M-1117A). Neste trabalho, realizou-se a adaptação somente das experiências específicas da área de Eletrônica Digital.

De maneira geral, cada placa que compõe esse conjunto enfoca experiências particulares que devem ser realizadas a partir de seus manuais. Na Figura 2, mostra-se os módulos SD-1100A de Eletrônica Digital M-1111A a M-1117A.



Figura 2 - Módulos SD-1100A de Eletrônica Digital M-1111A a M-1117A.

Os módulos são acoplados ao kit por meio de pinos de encaixe. Em alguns módulos os próprios pinos já servem como fonte de alimentação para o circuito do módulo inserido. Porém, em outros módulos há necessidade de conectar os cabos de alimentação nos circuitos integrados (CIs).

A adequação foi realizada por meio de uma matriz de contato (*protoboard*), de modo que os circuitos das experiências propostas são montados no *protoboard* usando componentes presentes no laboratório. A Figura 3 exemplifica o esquema de montagem de um circuito lógico a partir do módulo M-1112A.

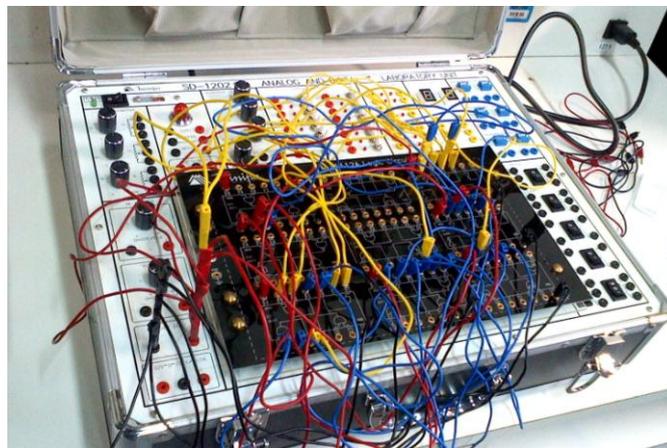


Figura 3 - Circuito simulado a partir do módulo M-1112A.



Os conectores utilizados na interligação entre *protoboard* e kit também passaram por adequações. Conectores com extremidades compatíveis tanto com o kit quanto com o *protoboard* possibilitaram as montagens.

Por questões de ilustração, são apresentadas somente práticas adaptadas que abrangem dois módulos, um inicial e um final. As adaptações de todas as práticas são focadas para os cursos técnicos e de graduação em Engenharia. Nos módulos iniciais, são apresentados os circuitos lógicos digitais e a lógica combinatória, já o módulo final apresenta o funcionamento dos microcontroladores e conceitos de programação.

Aos demais módulos, também foram realizadas adequações, priorizando os objetivos da experiência em cada nível educacional. Os manuais dos módulos foram usados como base para o desenvolvimento dos processos práticos, porém os roteiros das práticas não foram estritamente seguidos.

Determinadas experiências não proporcionavam requisitos importantes, como o contato direto com os componentes e não possibilitavam a realização de alterações experimentais durante o processo, o que dificulta o aprendizado através de tentativas e observação de resultados.

2.1. Circuitos lógicos digitais e lógica combinatória: uma abordagem na Engenharia

O módulo M-1111A versa a compreensão dos circuitos lógicos digitais envolvendo lógica básica de diodos e portas lógicas e a sequente comprovação de resultados por meio da utilização de circuitos integrados. As práticas propostas têm como objetivo familiarizar o aluno com essas portas lógicas, através da verificação de seu funcionamento, e desenvolver a aptidão na resolução de problemas propostos para esses circuitos (MINIPA, 2009a). Portanto, o módulo inicial já traz conceitos que seriam vistos apenas nas experiências do segundo módulo, M-1112A, que especifica a lógica digital combinatória e trabalha de maneira mais ativa com circuitos integrados.

Nos cursos de graduação em engenharia, portanto, não se faz necessária essa completa separação de conteúdos complementares, adotando-se práticas que já inserem os dois conceitos, trabalhando o foco da disciplina nesse nível educacional, que é a análise. São expostos os conceitos, que se unem, possibilitando práticas mais elaboradas, lapidando a habilidade de análise do aluno.

A primeira experiência compreende a porta lógica OR (OU), cuja montagem proposta no manual é feita por meio de diodos e resistores presentes no módulo M-1111A. Ou seja, a experiência propõe uma análise da lógica interior de uma porta lógica. No entanto, propõe-se uma abordagem diferente que possibilita a compreensão dessa lógica, buscando a familiarização com as portas lógicas e circuitos integrados (CIs), inserindo simulações em *softwares* tais como *Logisim* e *ISIS 7*.

De forma semelhante, as portas lógicas AND (E) e NOT (NÃO ou inversora) devem ser simuladas pela lógica de diodos e transistores. Porém, realiza-se a simulação nos *softwares* apresentados, e obtém-se experimentalmente a tabela da verdade de cada uma das portas lógicas empregadas, implementando circuitos no *protoboard* e realizando a análise do seu funcionamento. Para os esquemas de montagem no *protoboard*, são propostos os CIs TTL da subfamília LS, disponíveis no laboratório de Eletrônica. Esses componentes estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – CIs TTL propostos para a primeira prática.

Número do dispositivo	Descrição
74LS00	Quatro portas NAND de duas entradas
74LS02	Quatro portas NOR de duas entradas
74LS04	Seis portas NOT (inversoras)
74LS08	Quatro portas AND de duas entradas
74LS32	Quatro portas OR de duas entradas
74LS86	Quatro portas XOR de duas entradas

A Figura 4 ilustra um circuito detector de dois números binários de dois bits, proposto para simulação em *software* e para a realização da montagem. Em ambas as simulações, são necessárias descrições do funcionamento das portas lógicas e de seu comportamento nos circuitos, comprovadas pela elaboração de tabelas-verdade. Assim, estabelecem-se comparações entre esses dois métodos aplicados.

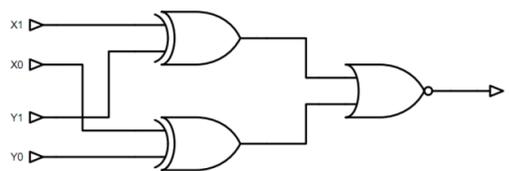


Figura 4 - Esquemático de um circuito detector de dois números binários.

Foram inseridas novas experiências, como a medição do atraso de propagação de portas lógicas, por meio da montagem de um oscilador em anel, composto por um número ímpar de portas inversoras (Figura 5).

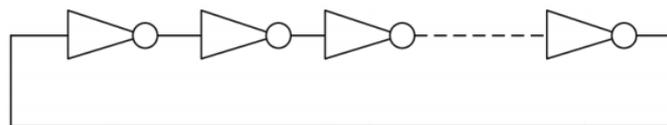


Figura 5 – Oscilador em anel utilizado para medição do atraso de propagação de uma porta lógica.

Esta experiência propõe a montagem do oscilador em anel com cinco inversores, realizando a análise da forma de onda da tensão de saída por meio do osciloscópio. Também se deve medir a frequência de oscilação da tensão, dada pela Equação (1), utilizada para determinação do atraso de propagação (t_{prop}), sendo n o número de portas.

$$f = \frac{1}{2 \cdot n \cdot t_{prop}} \quad (1)$$

As demais experiências são teóricas, como a simplificação de circuitos lógicos pelo diagrama de Karnaugh, não sendo necessárias adaptações.

2.2. Circuitos lógicos digitais e a lógica digital sob a visão do técnico

Em um curso técnico, os passos minuciosos, o desenvolvimento das habilidades motoras e os resultados envolvidos nos diversos processos apresentados, são de inteira importância para a formação do técnico. Assim, quanto à aplicação dos módulos nesse nível educacional, ressalta-se a relevância da apresentação das portas lógicas priorizando seus resultados, evidenciando a sua função para que sejam compreendidas. Para que esse objetivo seja alcançado, adapta-se as práticas propostas no módulo M-1111A através da demonstração prática de cada porta lógica e suas respectivas tabelas-verdade. Uma vez que a lógica é fixada, implementam-se no *protoboard* circuitos combinacionais, sugeridos nas experiências do módulo M-1112A, e analisam-se os resultados obtidos em cada um deles, identificando sua função. A Figura 6 mostra o esquemático de uma porta XNOR, que deve ser implementada verificando experimentalmente sua tabela-verdade.

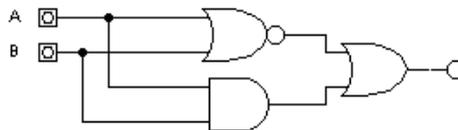


Figura 6 – Esquemático do circuito equivalente a uma porta XNOR

Com esse processo, são trabalhadas as habilidades manuais do técnico, mediante um processo adjacente à ação da prática: a proximidade do aluno com os componentes utilizados no momento da experiência. São adotados, portanto, os mesmos CIs TTL, com a intenção de familiarizar o aluno com os mesmos, atuando nos esquemas de montagem e possibilitando a visualização dos resultados esperados. Logo após a verificação da operação lógica de cada uma das portas, são estabelecidos *layouts* de circuitos combinacionais a serem devidamente simulados nos *softwares* e montados no *protoboard*.

2.3. Microcontroladores PIC: aplicação didática nos cursos de Engenharia

As experiências descritas no manual do módulo sobre microcontrolador (M-1117A), visam demonstrar o funcionamento dos microcontroladores da família PIC, de fabricação da empresa *Microchip Technology* (MINIPA, 2009c). A função de um microcontrolador é gerenciar grande parte da lógica de um circuito eletrônico, minimizando o número de componentes externos (TOCCI, 2007). O experimento, adequado ao kit e às propostas da disciplina Eletrônica Digital do curso de graduação em Engenharia, tem como objetivo a capacitação profissional na área de eletrônica, através do conhecimento dos microcontroladores, proporcionando ao aluno a possibilidade de desenvolver e aplicar os sistemas microcontrolados e a habilidade de formulação de projetos. A adaptação consiste na experiência prática através da elaboração do projeto de um relógio digital utilizando dois modelos do PIC: 16F628A e 16F877A.

O modelo 16F628A, é um microcontrolador versátil e compacto, com memória de 14 bits. Possui 18 pinos de encapsulamento do tipo *dual in-line package* (DIP), sendo duas portas de entrada e saída (I/O) com 8 bits cada, podendo ser utilizado para iniciar a



experiência (ZANCO, 2011). O PIC16F877A faz parte da família de processadores de médio porte, com memória de 14 bits. Conta com 40 pinos em encapsulamento DIP, sendo 33 pinos de entrada e saída (I/O), divididos em 5 diferentes "PORTx" (PORTA, PORTB, PORTC, PORTD e PORTE).

Para a realização da experiência, o código foi escrito na linguagem de programação *Assembly*, com o auxílio do Software MPLAB. A simulação, após a criação do código, foi feita no *software Proteus*.

São propostas diferentes formas de desenvolvimento e visualização final do projeto. O relógio pode ser composto por quatro *displays* de sete segmentos, exibindo as horas e os minutos. Para isso, o circuito montado em *protoboard* deve contar com mais dois *displays* de sete segmentos além dos dois *displays* disponíveis no kit. Porém, a fim de que o relógio pudesse ser visualizado apenas nos dois *displays* presentes no kit, modificou-se o código, implicando a exibição das horas, juntamente com um indicador representado por um LED, e logo em seguida a exibição os minutos.

Em um primeiro momento, o circuito foi simulado em *software* e em seguida montado em *protoboard*. A fim de melhorar o desenvolvimento do processo, uma placa de testes com um microcontrolador PIC16F877A e com um gravador *in-circuit* compatível com a interface do MPLAB será desenvolvida.

2.4. O estudo dos microcontroladores PIC em cursos técnicos

Os conteúdos tratados no nível técnico são similares aos estudados nos cursos de graduação em Engenharia, porém a abordagem é feita de maneira simplificada, priorizando resultados e função.

Acerca das diferentes perspectivas de um mesmo tema nos diferentes níveis, são propostas experiências específicas destinadas aos cursos técnicos, que de maneira simplificada possibilitam a compreensão e familiarização com os microcontroladores da família PIC. Na elaboração do código na linguagem *Assembly*, trabalham-se conceitos básicos de programação, fundamentais e necessários aos futuros técnicos.

A experiência adaptada consiste na elaboração de um contador crescente/decrecente de 0 a 59, utilizando o PIC16F628A e os *displays* presentes no kit. O contador é incrementado ao pressionar um botão e decrementado quando outro botão é pressionado. De maneira semelhante à técnica descrita anteriormente, a experiência deve ser primeiramente simulada em *software*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos após a realização das adequações e discute-se a eficiência de cada uma delas.

3.1. Utilização da matriz de contato na área de expansão do kit

As práticas citadas nesse trabalho foram adaptadas ao kit por meio da matriz de contato, o qual é facilmente encontrado nos laboratórios de eletrônica em geral. A utilização do *protoboard* é de notável importância no desenvolvimento das práticas didáticas, pois estabelece vantagens como a possibilidade de remontagem, facilidade na alteração do circuito, e até mesmo a simplicidade de manuseio. Trata-se de um equipamento que permite maior proximidade com o ato da prática.

A adequação dos módulos ao *protoboard* se deu através da montagem dos circuitos propostos utilizando, para cada módulo, os devidos CIs. Os procedimentos de montagem tanto para os cursos técnicos quanto para os cursos de engenharia, foram iguais, pois, para ambos os níveis, o conhecimento sobre a utilização da matriz de contato (*protoboard*) é fundamental. Essa adaptação permite melhor visualização de todo o esquema de montagem e maior proximidade dos alunos com os processos referentes a prática, sejam elas mais simples ou mais complexas. A Figura 7 ilustra a montagem da porta XOR proposta como prática do módulo M-1111A no *protoboard*, adotada para cursos técnicos.

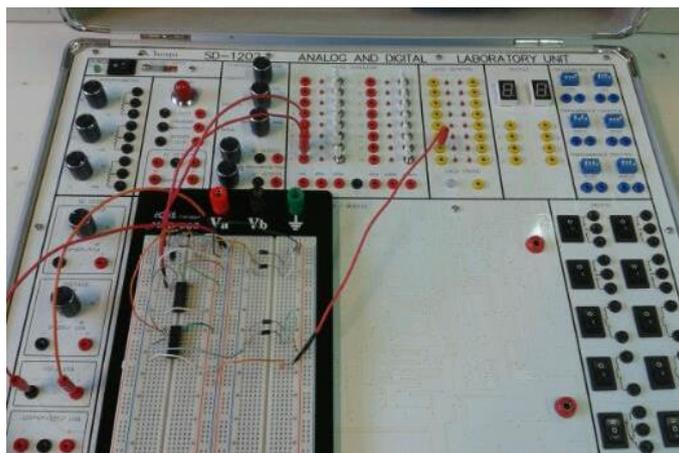


Figura 7 - Porta XOR simulada na matriz de contato inserida na área de expansão do kit.

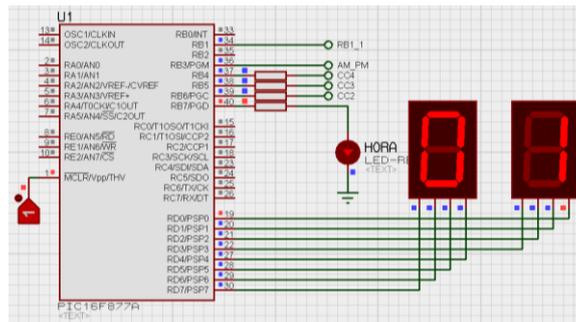
O esquema de montagem da porta XOR foi realizado a partir de etapas minuciosas na elaboração do circuito equivalente utilizando portas lógicas básicas com diodos e transistores, buscando melhor compreensão dos resultados obtidos e da formulação da tabela-verdade experimentalmente.

3.2. Substituição de componentes

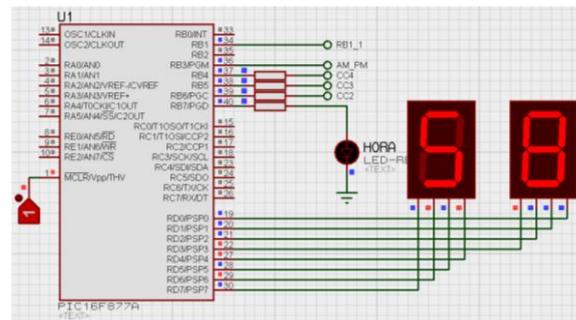
Em todas as adequações realizadas, tanto para as práticas realizadas com a engenharia quanto com o técnico, foi necessária a troca de componentes empregados nos kits. Primeiramente, por questões de disponibilidade, pois a maioria dos componentes presentes no laboratório de Eletrônica, em especial os circuitos integrados, são da família TTL. Os CIs que compõem os módulos são basicamente CMOS, da família padrão, como, por exemplo, o CI 4051 (multiplexador), adotado para práticas referentes ao módulo M-1115A de circuitos lógicos combinacionais (MINIPA, 2009c).

3.3. Novas propostas para experiências com PIC

Propôs-se um novo experimento relacionado ao módulo M-1117A, destinado a experiências com o microcontrolador PIC. Para a aplicação nos cursos de Engenharia, o desenvolvimento de um relógio digital, utilizando a proposta do *protoboard* acoplado ao kit, e sua prévia simulação em *software*, foi completamente realizável. Tal prática é muito mais completa e engloba muito mais conceitos que as disponíveis no manual deste módulo. A Figura 8 ilustra o funcionamento do relógio na simulação.



(a)



(b)

Figura 8 - Circuito simulado em funcionamento exibindo o horário de 01h58min –
(a) Exibição de horas. (b) Exibição dos minutos.

As expectativas quanto à modificação da experiência proposta no módulo foram atendidas, evidenciando a adição de conhecimentos teóricos e práticos com o aumento do nível de complexidade sugerido ao nível educacional a que foi aplicada.

O manual sugeria a utilização do PIC16F648A, porém a alteração do componente não constituiu um obstáculo, uma vez que a prática pode ser realizada respeitando a configuração de cada PIC (no caso, PIC16F877A). O código também foi adaptado para o PIC16F628A através de pequenas alterações, e utilizou-se o arquivo padrão para o componente.

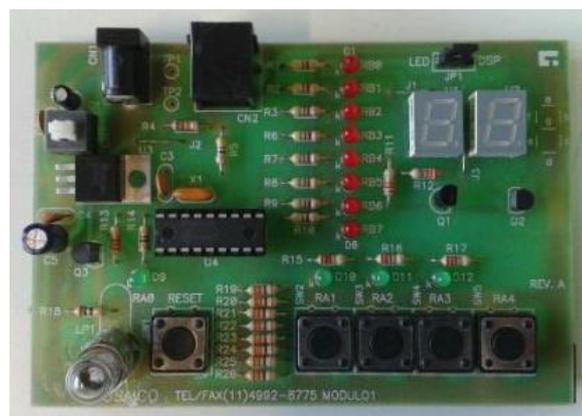


Figura 9 - Placa de testes e gravador de PIC modelo 16F628A.

De mesma forma, quando a experiência com o microcontrolador PIC aplicada aos cursos técnicos foi realizada, obteve-se resultados também positivos, pois foi possível trabalhar a ampliação de conhecimentos referentes à programação e de microcontroladores a nível técnico.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma proposta de adaptação de módulos acopláveis ao kit educacional SD-1202, visando maior aproveitamento do kit às aulas práticas de Eletrônica Digital em diferentes níveis educacionais.

Os módulos SD-1100A contêm diversos circuitos que permitem a realização de experiências de fácil compreensão. Porém esses módulos são adquiridos separadamente do kit educacional.

A utilização dos módulos de extensão é vantajosa devido à praticidade encontrada na realização dos experimentos. Porém, essa apresenta limitações quanto ao desenvolvimento do processo de montagem, que é omitido. O fato de alguns módulos apresentarem alimentação no ato do encaixe no kit, e outros não apresentarem essa característica também pode ocasionar erros durante as experiências. Tais eventos podem dificultar a completa compreensão dos assuntos abordados e até mesmo danificar componentes do kit.

Utilizando-se o a matriz de contato e componentes disponíveis em laboratório, foi possível reproduzir a função de cada um dos módulos apresentados, realizar práticas propostas nos manuais e inserir outras que as complementavam e supriam carências em determinado nível educacional.

Um fator de relevância desse trabalho está na adequação à realidade apresentada no ambiente laboratorial, como no caso de situações nas quais não há disponibilidade de componentes e/ou outros recursos determinantes para a realização das práticas. Com base nesses fatos, nesse trabalho, buscou-se a utilização e adaptação de componentes e elementos presentes no laboratório.

É possível afirmar que materiais adquiridos pelas universidades nem sempre podem ser utilizados principalmente pelos motivos já citados, tornando-se parte de depósitos ao invés de utilizados de maneira notória e fundamental, revelando-se eficazes a partir de possíveis adequações.

As experiências práticas se tornaram mais adequadas aos fins que se destinam: a integração do aluno com o ambiente laboratorial e a assimilação de conteúdos teóricos através do desenvolvimento mais próximo da prática em si. Os resultados obtidos com a adequação dos experimentos à placa de montagem mostraram-se satisfatórios, uma vez que as experiências tornaram-se mais ricas e complexas a nível didático. Ficou evidente a necessidade de processos específicos para cada nível educacional, pois estes possuem diferentes metas a serem alcançadas.

Agradecimentos

Este trabalho conta com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, bolsa Capes-DS e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Cornélio Procópio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHINI, D.; GOMES, F. S. C. O ensino de Engenharia por meio de laboratórios virtuais de Eletrônica: uma reflexão entre a montagem no protoboard e a simulação. Anais: XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE. Passo Fundo, 2006.



MINIPA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LDTA. M-1111A – Manual Lógica Digital. São Paulo, 2009a. 9 p.

MINIPA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LDTA. M-1115A – Circuito Digital Combinacional. São Paulo, 2009b. 11 p.

MINIPA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LDTA. M-1117A – Microcontrolador PIC. São Paulo, 2009c. 48 p.

NÉRICI, I. G. Metodologia do Ensino: Uma Introdução. 4ed. São Paulo, Atlas, 1992.

PURA, L.O.M. Didática Teórica e Didática Prática. São Paulo: Loyola, 2000.

SCHMITZ, E. F. Didática Moderna: Fundamentos. Rio de Janeiro: LTC, 1984.

SOUZA, D. J. Desbravando o PIC: ampliado e atualizado para PIC16F628A. 12a ed. São Paulo: Érica, 2011.

TOCCI, R. J.; WILDMER, Neal S. Sistemas Digitais: Princípios e aplicações. 10ª ed. Rio de Janeiro, Editora Pearson, 2007.

TYLER, R. W. Basic Principles of Curriculum and Instruction. The University of Chicago, Chicago, Illinois, USA, 1a ed, 1949.

VALLIM, M. B. R. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Departamento de Engenharia Elétrica. Um modelo reflexivo para a formação de engenheiros, 2008. 184p, il. Tese (Doutorado).

ZANCO, W. S. Microcontroladores PIC uma abordagem prática e objetiva. 2ª ed. São Paulo, Editora Érica, 2011.

APPLICATION OF EDUCATIONAL ELECTRONIC KITS IN MULTILEVEL TECHNOLOGICAL EDUCATION

Abstract: *This paper presents a proposal for electronic teaching based on the use of an educational kit with resources that can be applied to several levels of education, such as technical and undergraduate engineering courses. The methods are based on techniques that aim the enhancement of learning quality and assimilation of theoretical concepts presented in class using didactic laboratory practices. This is performed through adaptations in the experimental processes and in the resources available in the electronics laboratories. The importance of the practical processes and the need of adjustments of the practices to the existing conditions of these environments are highlighted, as well as the specificity of each practical experiment related to the educational level in which it is applied.*

Keywords: *educational kits, equipment adequacy, experiment adequacy, multi-level education, electronics*