



REPENSANDO A RELAÇÃO TEORIA-PRÁTICA NA APRENDIZAGEM DE MICROCONTROLADORES

José C. C. Andrade – andrades.jose7@gmail.com

CEFET-RJ, Coordenadoria de Eletrônica

Avenida Maracanã 229

20271110 – Rio de Janeiro - RJ

Antonio J. C. Pithon – caulliriaux@gmail.com

CEFET-RJ, PPTEC, DEPEL, Coordenadoria de Eletrônica

Paulo J. M. Cunha – paulocunha56@gmail.com

CEFET-RJ, Coordenadoria de Eletrônica

Resumo: *Este trabalho apresenta uma alternativa à cultuada visão apriorista nos ensinos de base técnica-tecnológica, ou seja, a visão de que a teoria precede a prática. Para atingir este objetivo apresenta o caso real do desenvolvimento de uma disciplina para o ensino de microcontroladores por uma escola técnica do Rio de Janeiro. Os conceitos aplicados seguiram os princípios da abordagem top-down como método integrador no ensino de engenharia eletrônica, apresentado no COBENGE 2006 por professores do CEFET-RJ.*

Palavras-chave: *Ensino de microcontroladores, Relação teoria-prática, Sequência didática Abordagem top-down*

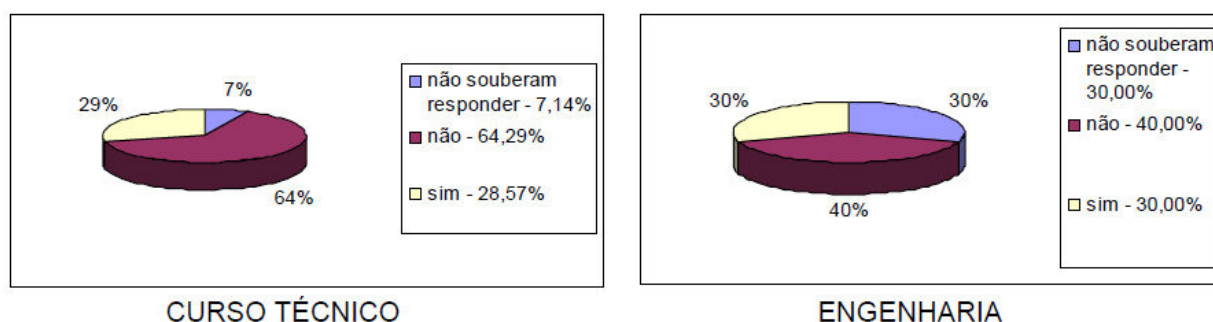
1. INTRODUÇÃO

Este trabalho se inscreve no âmbito de outros que buscam rever procedimentos metodológicos nas aulas de engenharia, buscando maior efetividade, motivação discente e o melhor alinhamento entre o projeto político-pedagógico da Universidade e as diretrizes curriculares nacionais. Apesar de variadas tentativas de inovação metodológica, grande parte das estruturas curriculares dos cursos de engenharia continua com uma forma predominantemente conservadora. A formação pedagógica dos docentes de ensino superior e as reflexões sobre a prática pedagógica têm sido tema recorrente nas últimas décadas em periódicos especializados. Estas preocupações persistem porque a referência dos currículos de curso superior ainda é baseada num princípio epistemológico de linearidade e pré-requisitos, onde existe apenas uma justaposição de disciplinas - dentro de um mesmo período ou em séries distintas – sem ainda ocorrer uma efetiva interdependência entre elas, e calcada numa cultura onde a teoria deve preceder a prática (MASETTO, 2003; id. 2009; id. 2012).



Particularmente, na área tecnológica esse fato é agravado pela situação de que os cursos de licenciatura ainda não desenvolvem métodos específicos de ensino para a mesma, sendo uma área em construção principalmente pela experiência e vivência do professor. Em sua dissertação de mestrado, Andrades (2007) comparou dados entre os docentes da engenharia e do curso técnico de eletrônica do CEFET-RJ, onde essas informações foram corroboradas (Figura 1).

Os cursos de licenciatura têm métodos específicos à área tecnológica?



Qual a principal fonte dos métodos que você aplica em sala de aula?

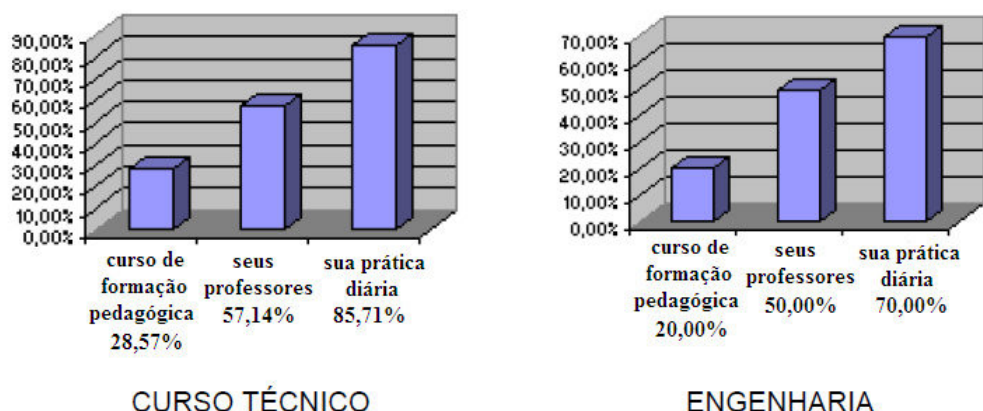


Figura 1 – Opinião dos docentes de eletrônica do CEFET-RJ em 2007

Andrades *et al.* (2006) sugeriram em trabalho apresentado ao COBENGE 2006 a adoção de uma abordagem chamada *top-down* (do geral para o particular) complementar à abordagem tradicional, como uma contribuição ao processo ensino-aprendizagem em engenharia eletrônica.

Na proposta de 2006 a preocupação era mais genérica, tendo como raiz o problema da fragmentação disciplinar, onde o discente encontra dificuldade de relacionar conhecimentos em função de variadas disciplinas que aparentam estanqueidade num primeiro momento. As ligações entre as disciplinas costumam ocorrer apenas por questões de pré-requisitos, onde para se cursar uma dada disciplina deve-se cursar uma anterior. Isto é determinado por um fluxograma num sistema de currículos mínimos.

No atual trabalho, assim como naquele, aproveitaram-se as experiências docentes no CEFET-RJ. No desenvolvimento atual, entretanto, mostrar-se-á uma resolução de um problema de ensino calcada nos princípios da abordagem *top-down*, destacando



principalmente as vertentes da relação teoria-prática e da sequência didática como elementos motivadores, de otimização de tempo e facilitadores da aprendizagem, mostrando um exemplo concreto de aplicação prática.

Uma maneira tradicional para se tentar sobrepujar a visão fragmentada das disciplinas é a aplicação de forma integrada de conceitos e teorias desenvolvidos durante o curso através da elaboração de um projeto final. Entretanto, devido à estrutura de pré-requisitos, esta visão global e de sistema completo, quando ocorre, costuma se dar, geralmente, apenas ao final do curso. Decorrem deste fato algumas dificuldades que foram especificadas no artigo de 2006: dificuldade do corpo discente abstrair os conceitos iniciais por ignorar o real propósito do assunto em estudo; desestímulo em função das reais aplicações só serem conhecidas no final; dificuldade de integração disciplinar e, particularmente, de integração teoria-prática, pois esta relação é, frequentemente, dicotomizada e influenciada por uma cultura predominante de que “a teoria deve preceder a prática”; dentre outras dificuldades. Essas ocorrências evidenciaram a necessidade da adoção de uma sequência didática mais adequada à integração de conceitos e à interação teoria-prática.

Este trabalho é um relato de como foi resolvido um problema no ensino de microcontroladores da família PIC em um curso técnico da rede Fundação de Apoio à Escola Técnica (FAETEC) calcado na experiência e aplicações da proposta de abordagem *top-down* dos professores do CEFET-RJ. Trata-se de um procedimento aplicável a qualquer nível de ensino e não somente ao ensino de microcontroladores em si, mas também a qualquer outra disciplina. Particularmente, o enfoque dado ao ensino de microcontroladores nesta proposta permite ainda a integração de vários conceitos abordados em variadas disciplinas, tanto em eletrônica digital quanto analógica, visando uma situação prática. Assim sendo, poderia ser uma das disciplinas mais genéricas que passariam a ser implementadas mais ao início do curso, como foi proposto por Andrades *et al.* (2006).

2. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

No início do ano letivo de 2008 os professores do curso técnico de eletrônica da Escola Técnica República (ETER) da rede FAETEC, no Rio de Janeiro, discutiam a necessidade urgente de se introduzir no currículo conteúdos relativos a microcontroladores. A iniciativa partiu do professor Wagner da Silva Zanco, atualmente autor de três livros técnicos sobre microcontroladores PIC. Advogava o professor Zanco que as áreas que aplicavam microcontroladores apresentavam-se em número crescente e ofereciam boas oportunidades em diversificados campos de trabalho para os técnicos em eletrônica recém-formados. Particularmente as aplicações *mid-level* dos microcontroladores da família PIC tornavam-se cada vez mais populares, e era uma oportunidade de introduzir pequenos sistemas automatizados no curso.

As condições oferecidas inicialmente eram precárias. Não havia material para as práticas e pouquíssimos professores tinham um entrosamento maior com o tema. O professor Zanco ofereceu os primeiros cursos de treinamento para os professores e forneceu os primeiros materiais para a prática: um computador e quatro kits para gravação e testes dos microcontroladores PIC.

As condições estavam muito longe das minimamente aceitáveis, principalmente com um único computador para atender a uma turma inteira. Porém, já representava um início, um primeiro passo para a adoção de um tema tão importante. Era uma solução emergencial até que um equipamento mais apropriado fosse providenciado.

O problema maior estava na metodologia aplicada ao ensino. Talvez a carência de material, a pouca experiência no ensino deste conteúdo e a falta de procedimentos práticos



previamente planejados (tarefas de laboratório) tenham conduzido a aulas improvisadas e de cunho quase que exclusivamente teórico. Dentro de uma cultura enraizada que dita que o aluno não tem condições de realizar uma determinada experiência de laboratório sem ter adquirido previamente os correspondentes fundamentos teóricos, as primeiras aulas de “Laboratório de Eletrônica Especializada”, que era a disciplina prática que aplicaria os conceitos dos microcontroladores PIC, resumiam-se em explicar teorias da estrutura e abordar o conjunto de instruções em linguagem assembly. Uma cultura tão forte que se manifesta claramente nas sequências dos assuntos abordados nas bibliografias de referência sobre o tema. O problema é exatamente o mesmo que inspirou a adoção da abordagem *top-down* por Andrades *et al.* (2006) e outros professores de eletrônica do CEFET-RJ: abordagens iniciais abstratas e segmentadas, sem a visão global do sistema e dos objetivos finais (“aonde se quer chegar?”). O corpo docente começou a perceber o absurdo da situação do aluno ir a uma aula prática de laboratório para ter aula de teoria. A outra disciplina que deveria cobrir a parte teórica, denominada “Eletrônica Especializada”, em quase nada auxiliava os procedimentos práticos, pois estava centrada em microprocessadores. O ensino dos microcontroladores PIC ficou destinado, assim, apenas ao laboratório.

Através da reflexão conjunta com o professor José Andrades, comum às equipes da FAETEC e do CEFET-RJ, algumas visões diferentes da abordagem começaram a ser aplicadas, levando em conta experiências já aplicadas em aulas práticas pela equipe do CEFET-RJ.

3. OS FUNDAMENTOS DO MÉTODO

Apesar de ter sido uma proposta que surgiu, sem influências externas, pela reflexão de alguns professores de eletrônica do CEFET-RJ, a proposta sistêmica e a abordagem *top-down* para o ensino de eletrônica é encontrada em outros países. Andrades (2007) cita: o Departamento de Engenharia Eletrônica e Elétrica da *University of Bath*, Reino Unido, aplicando novas formas de ensino mais contextualizadas, atendendo às habilidades requeridas pelo atual mercado; o Departamento de Eletrônica de l’IUFM (*L’Institut Universitaire de Formation des Maîtres Midi-Pyrénées*), região dos médios Pirineus, sudoeste da França, adotando uma abordagem sistêmica para a formação dos professores que ensinam eletrônica nos liceus técnicos e profissionais; e Sanderson (1988) que fez uma proposta de aplicação da abordagem *top-down* ao *DeVry Institutes of Technology* para uso em seu currículo técnico de eletrônica para o estudo de dispositivos semicondutores. A proposta foi aceita e aplicada em nível nacional, obtendo excepcionais resultados dos graduados no tocante à adaptação a novos e diferentes sistemas.

Andrades & Lima (1991) fizeram uma seminal apresentação do método no Seminário Internacional de Educação Tecnológica, realizado em 1991 no Rio de Janeiro. É um tipo de abordagem que, inclusive, está alinhada à moderna concepção de circuitos eletrônicos, cada vez mais modularizados e integrados, como é caso das aplicações dos microcontroladores.

Acreditando que não existem métodos perfeitos e definitivos e, em função disto, buscando a intercomplementaridade de variados métodos, a proposta da abordagem *top-down* atualmente empregada no ensino de eletrônica do CEFET-RJ, é uma ferramenta de uma metodologia didática mais ampla, que procura tapar as lacunas dos métodos tradicionais, cuja sequência costuma ser prioritariamente *bottom-up* (do mais específico para o mais geral). Um dos problemas desta tradição é que ela tende a induzir uma estrutura rígida de pré-requisitos, que acaba limitando o campo do que “pode ser ensinado” num determinado instante, principalmente pela visão do cabedal teórico que supostamente limitaria um experimento prático. A ideia não é deixar a aula escassa de conteúdos ou promover uma formação



incompleta, mas repensar a abordagem de como esses conteúdos podem ser introduzidos de forma mais efetiva no sentido de criar uma sequência didática que facilite a aprendizagem e promova a motivação do aluno. Para tanto se propõe a adoção de elementos reais e concretos como ponto de partida, com temas atuais e com recorrências à realidade do aluno, despertando o interesse e facilitando a compreensão do objetivo final através da aplicabilidade (ANDRADES *et al.*, 2006). Neste sentido, há um paralelo com a obra de Paulo Freire quando ele diz que “A reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando blábláblá e a prática, ativismo” (FREIRE, 1996, p.24). Paulo Freire coloca como exemplo o ato de cozinhar, o qual pressupõe alguns saberes básicos e práticos concernentes ao uso do fogão: acender, regular a chama, dentre outros procedimentos cuja prática conduz o novato a se tornar um profissional de cozinha cujas habilidades e competências são construídas a partir de um inter-relacionamento de conhecimentos teórico-práticos que são ratificados ou retificados através destas experimentações.

Da mesma forma, o aprendizado de microcontroladores deveria pressupor saberes concernentes ao uso do mesmo, sem a preocupação inicial de teorias profundas: que tipo de componente eles são, qual sua aparência, como identificá-lo e o que fazer para gravar um programa nele. Pela proposta *top-down* ele pode ser apresentado inicialmente como uma “caixa preta”, sem necessidade de um conhecimento interno como pré-requisito. Uma primeira ação seria gravar um programa na memória do microcontrolador PIC. Isto significa que o aluno já pode passar a ter condições de usar o microcontrolador mesmo sem ter aprendido ainda a desenvolver um programa ou conhecer detalhes de sua estrutura. Ele pode simplesmente adquirir programas prontos e usá-los. E o que é mais motivador: ele já pode aplicar o microcontrolador em alguns experimentos práticos e perceber a necessidade dos conhecimentos teóricos para descrever e desenvolver estas atividades. Assim, o contexto teoria-prática passa a ser um continuum onde a prática retroage sobre a teoria e esta, por sua vez, retroage sobre a prática. As duas faces que, tradicionalmente, são apresentadas de forma dividida e sequencialmente linear, podem ser apresentadas num mesmo momento, onde uma complementa e justifica a outra. Dentro deste contexto, a própria experiência do educando pode e deve ser aproveitada, como sempre colocou Paulo Freire em suas obras. Tanto a sua experiência anterior ou de sua vida diária podem ser integradas à experiência que ele vai naturalmente adquirindo, evoluindo e aplicando durante o curso. Mais uma vez, ocorre um processo de retroação entre eventos.

A “educação libertadora” de Paulo Freire é apenas uma das teorias e correntes de pensamento que podem contribuir para as justificativas de adoção da proposta da abordagem *top-down*, mas existem várias outras, onde diversos subsídios podem ser encontrados e aproveitados. O paradigma teórico-metodológico da aprendizagem significativa de Ausubel é outro exemplo, cuja premissa fundamental é: “O aprendizado significativo acontece quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou proposições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva” (AUSUBEL *et al.*, 1978, p. 159). Colocando de uma forma simplificada, no processo de ensino o principal para Ausubel é que a aprendizagem seja significativa e não mecânica, ou seja, o conteúdo a ser aprendido deve fazer sentido para o aluno. O conteúdo apresentado deve permitir a associação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno, ocorrendo uma edificação mental ordenada e hierarquizada. É um processo onde ocorre um real aprendizado, diferentemente do processo mecânico onde o aluno recebe uma informação desconectada de sua estrutura cognitiva, memoriza-a por algum tempo e depois a esquece.



Para que o técnico ou engenheiro formado desenvolva as competências desejáveis não basta o acúmulo de informações provenientes das diversas disciplinas cursadas. Ele deve poder mobilizar logicamente estas informações, aplicando o conhecimento adquirido em situações novas e em variados contextos. São esses requisitos profissionais do atual mundo do trabalho que fizeram emergir o conceito de “competência” que baliza várias das reformas curriculares que passam a propor uma formação e uma avaliação por competências, de acordo com o que é estabelecido e incentivado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). A aplicação de atividades práticas contextualizadas por aplicações profissionais facilita este tipo de formação. Trata-se da abordagem por “situações-problema”. Este tipo de trabalho não deve se restringir a um simples e tradicional problema apresentado em sala de aula, como comenta Silva (2004), mas deve estar inserido em um contexto, em uma situação que lhe dê sentido, aproximando-se da realidade. “Um estudante será levado a construir competências de alto nível somente confrontando-se, regular e intensamente, com problemas numerosos, complexos e realistas, que mobilizem diversos tipos de recursos cognitivos” (PERRENOUD 1999, p. 57). Este enfoque aliado à abordagem *top-down* sugere que não se detalhe conceitos teóricos e entorpeça os alunos com cálculos matemáticos abstratos num primeiro momento. Não antes que eles tenham experimentado determinadas sensações.

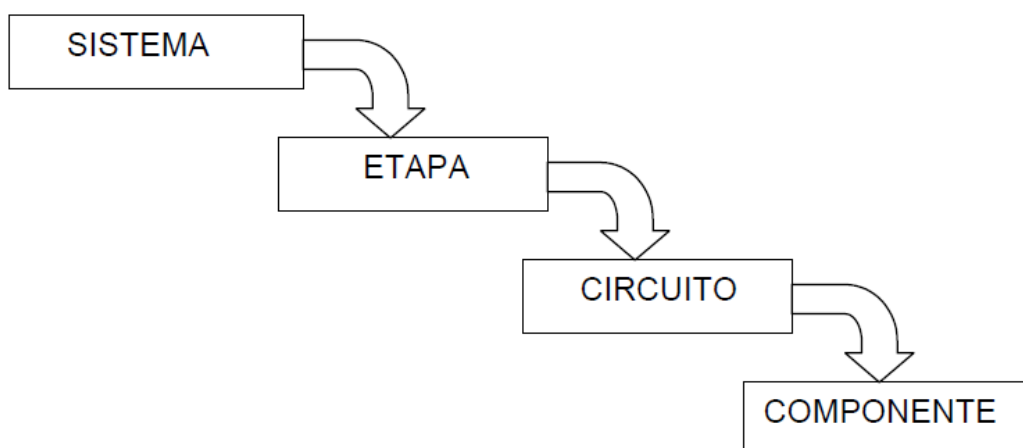
O ensino de microcontroladores promove muitas dessas sensações que podem, em muito, estimular os alunos. Acionamentos de dispositivos que emitem luz ou produzem movimentos, o uso de sensores variados etc. permitem não só criar aplicações interessantes que chamem a atenção do aluno como também integram o conhecimento de várias disciplinas do curso dentro dos princípios propostos pela pedagogia dos projetos e pelas propostas de interdisciplinaridade.

Assim, a prática de laboratório, fundamental para o trabalho com situações-problema, não pode ficar limitada a um conceito ministrado em uma aula teórica que deveria, pela cultura reinante, ter precedido tal prática. Esta preferência foi constatada em 60% dos professores de engenharia elétrica do CEFET-RJ entrevistados para a pesquisa de mestrado de Andrades (2007), os quais acreditavam que a teoria deve preceder a prática sempre ou na maioria das vezes. Esta posição pouco mudou nos dias atuais. Para uma maior flexibilidade na proposta, o ideal é que o professor de laboratório deva ter liberdade para criar situações que podem ir muito além da teoria. Não há problema algum que a prática preceda a teoria e, em alguns casos, este procedimento pode ser o mais indicado e vantajoso.

4. A APLICAÇÃO DO MÉTODO

Calcados em todos esses princípios e reflexões, os professores da ETER planejaram os seguintes passos na elaboração da estratégia para o desenvolvimento e aplicação das disciplinas “Eletrônica Especializada” (teoria) e “Laboratório de Eletrônica Especializada” (prática):

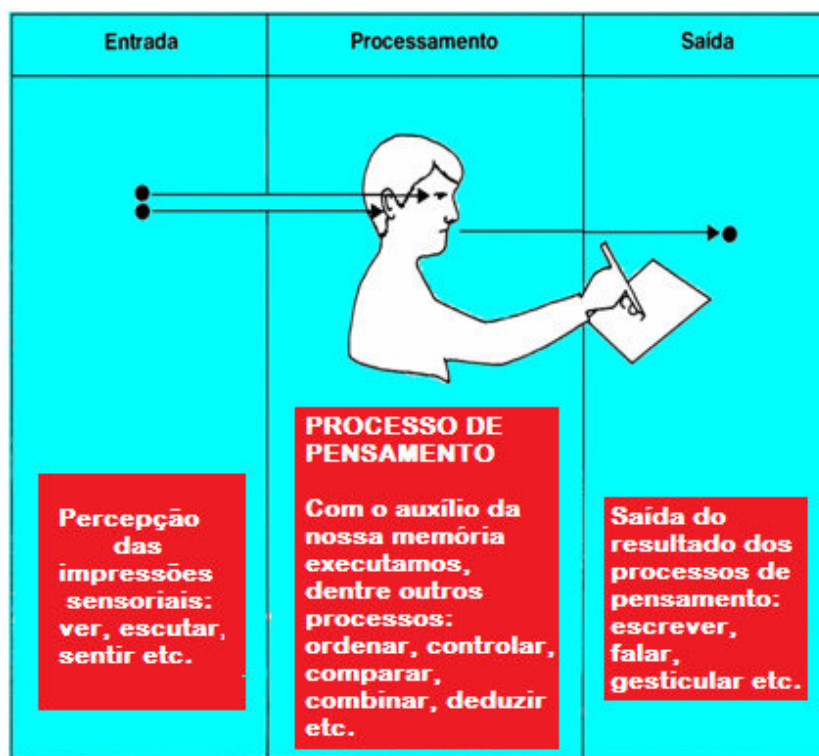
1º) Remodelar a disciplina de teoria segundo uma abordagem *top-down*, de forma a melhor atender ao laboratório. O ponto chave do método está na utilização de diagramas de blocos (análise de “caixas pretas”), a partir dos quais são fornecidas informações genéricas, sem preocupações de detalhamentos profundos numa primeira abordagem. O propósito é, primeiramente, contextualizar os assuntos que serão ministrados, facilitando a identificação dos objetivos finais e integrando melhor as disciplinas. Após a visão do sistema como um todo, o detalhamento vai crescendo cada vez mais, atingindo-se o nível de circuitos e componentes (Figura 2).


 Figura 2 – Sequência da abordagem *top-down* aplicada ao ensino de eletrônica

Uma observação a ser feita é que esta proposta procura não se opor à tradicional abordagem *bottom-up*, mas sim ser complementar a esta. Recursos de ambas podem ser aplicados durante o desenvolvimento da disciplina.

Assim, a disciplina iniciaria com uma visão do próprio conceito de sistema – que é interdisciplinar (BERTALANFFY, 2008) –, descrevendo a ação em blocos de suas três partes elementares: entrada, processamento e saída.

O uso de analogias e metáforas (BARROS & MELONI, 2005; id. 2006), no caso, com o ser humano, são úteis, facilitam o aprendizado e estão em sintonia com a visão de modelos genéricos (figura 3).


 Figura 3 – O processamento humano de informações.
 Fonte: Adaptado de Bolle (1976)

Esta analogia é útil para introduzir o diagrama em blocos do computador digital (ou qualquer outro sistema computacional ou programável). A partir daí, o detalhamento é crescente: barramentos, memórias (como um bloco), comparações e aplicações dos dispositivos programáveis etc.

2º) Definir a sequência de práticas de laboratório, de modo que as tarefas incluíssem conceitos teóricos de forma paralela à medida que estes fossem requisitados pelo experimento.

A escolha da primeira prática foi crucial. Um circuito simples, prático, que chamasse a atenção do aluno e que permitisse montá-lo facilmente em um protoboard. A escolha recaiu sobre um pisca-pisca com led, a partir do qual também já poderiam ser introduzidos conceitos básicos em programação.

As práticas seguintes também utilizariam o led como dispositivo a ser acionado, porém generalizando o conceito dos programas básicos ali experimentados para outras situações. Por exemplo, o mesmo programa utilizado para acionar uma sequencial de leds pode ser empregado para acionar um motor de passo. E assim sucessivamente novos conceitos são introduzidos de forma paralela à prática e, gradualmente, as instruções requeridas para que o hardware desempenhe a função desejada são apresentadas.

O primeiro dispositivo de entrada a ser utilizado seria um simples botão (programa “botão aciona led”). Além de ser uma forma simples e didática, que permite a introdução de instruções de teste, a partir dela pode-se fazer um aumento progressivo de complexidade: temporizações; substituição do botão por outros tipos de sensores; e, posteriormente - com o uso dos mesmos programas básicos - os leds poderiam ser substituídos por outras cargas, como lâmpadas, sirenes, coolers etc., Este é o momento para se fazer um *link* com os conceitos aprendidos em eletrônica analógica através do uso de interfaces de potência.

O período terminaria com o acionamento de displays numéricos de sete segmentos e alfanuméricos do tipo LCD.

3º) Definir a linguagem de programação a ser empregada. Inicialmente, era aplicada a linguagem de programação assembly, que costuma ser a mais tradicional nestes tipos de aplicação. Com o tempo, o mercado passou a aplicar de forma crescente a linguagem C, uma linguagem de alto nível (ou médio nível, com preferem alguns) com recursos e aplicações em baixo nível. De fato, o aprendizado de uma linguagem de alto nível precedendo o aprendizado de uma linguagem de baixo nível (linguagem de máquina e assembly) é didaticamente interessante, pois as linguagens de baixo nível são mais complexas. Apesar da pouca aplicação prática, foi escolhida a linguagem BASIC para a programação dos microcontroladores. O motivo foi exclusivamente didático. Trata-se de uma linguagem feita para aprendizes e leigos (não é uma linguagem efetivamente para programadores, como a linguagem C), sendo bastante intuitiva e simples para quem nunca programou. Entretanto, a aplicabilidade e necessidade do conhecimento do código de máquina e assembly – que auxiliam no entendimento do hardware e estrutura dos microcontroladores e microprocessadores – e da linguagem C não podem ser esquecidas. Passou-se a usar a linguagem BASIC como uma linguagem de referência, a partir da qual outras poderiam ser mais facilmente aprendidas. Comparações entre as diversas estruturas das diversas linguagens, bem como a sua filosofia, podem ser colocadas a qualquer instante.

Contrariamente a uma posição tradicional no meio dos programadores, o aluno começa realmente digitando algumas instruções no computador, aprendendo a usar os softwares de edição, compilação e gravação e vendo imediatamente o resultado através do hardware montado. Não se menospreza o desenvolvimento de algoritmos, até porque estes auxiliam em



analogias e concepções mais genéricas, mas este trabalho é deixado para um segundo momento, levando-se em conta que a preocupação precípua é o contato imediato do discente com as situações concretas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho aqui apresentado é um relato real da resolução de um problema de ensino na área de eletrônica através da aplicação da abordagem *top-down* proposta durante o COBENGE 2006 (ANDRADES *et al.*, 2006). Neste sentido, serve como mais um exemplo prático de como essa abordagem pode ser aplicada e inserida no contexto educacional, permitindo a reflexão docente sobre a viabilidade de formas não convencionais de sequências didáticas. Isto permite maior flexibilidade e adaptabilidade a situações variadas, evidenciando que não existe um único caminho para a prática docente.

A proposta dessa abordagem não defende um método, mas sim uma complementaridade de métodos. Defende sim formas alternativas de tapar lacunas nas formas tradicionais de ensino. Por ser uma proposta de abordagem sistêmica, a visão mecanicista e linear de causa e efeito não é pertinente. São considerados círculos de causalidade onde devem ser percebidos os inter-relacionamentos das ações. Mas não se trata de substituir uma forma pela outra, mas sim rever a visão unitária das coisas, como se houvesse sempre um único modo para se resolver problemas.

Esse é o caso da relação mais discutida neste trabalho: a relação teoria-prática. A defesa do melhor tratamento, se *a priori* ou *a posteriori* não está aqui em discussão. O que se defende é que uma ou outra forma pode ser aplicada com vantagens, dependendo da situação e do contexto. Até porque nem todos aprendem mais facilmente da mesma maneira. Assim, as variadas formas podem se complementar e facilitar a aplicação dos princípios pedagógicos de flexibilidade, interdisciplinaridade e contextualização como preconiza a LDB.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os docentes que trabalharam na implantação dos conteúdos da disciplina apresentada neste trabalho e que, portanto, inspiraram a confecção do mesmo. Agradecem em particular aos profs. Wagner da Silva Zanco (FAETEC), pela proposta original da disciplina, dedicação e empenho, Carlos Alberto Maia da Silva (FAETEC) pelas sugestões didáticas oportunas, Aridio Schiappacassa de Paiva (CEFET-RJ) pela didática impecável e sugestões cruciais para a implantação do método, e Edgar Monteiro da Silva (CEFET-RJ) pelo apoio e suporte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADES, J.C.C.; LIMA, P.X.C. Ensino de eletrônica pela abordagem *top-down*. Anais: I Seminário Internacional de Educação Tecnológica. Rio de Janeiro: Hotel Sheraton, 1991.

ANDRADES, J.C.C.; ALVES, C.H.F.; LEAL, M.G.F. O uso da abordagem *top-down* como metodologia integradora no curso de engenharia eletrônica. Anais: XXXIV – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Passo Fundo: UPF, 2006.

ANDRADES, J.C.C. CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO RIO DE JANEIRO, PPTEC. Estratégia de integração disciplinar para a educação tecnológica: abordagens utilizadas no ensino de eletrônica no CEFET-RJ, 2007. Dissertação (Mestrado).



AUSUBEL, D. P. *et al.* Psicologia Educacional. Rio de Janeiro: Interamericano, 1978.

BARROS, R. M.; MELONI, R.G.P. O uso de metáforas para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral. Anais: XXXIII – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Campina Grande: Centro de Convenções Raymundo Asfora, 2005.

BARROS, R. M.; MELONI, R.G.P. O processo de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral por meio de metáforas e recursos multimídia. Anais: XXXIV – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Passo Fundo: UPF, 2006.

BERTALANFFY, L. Von. Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

BOLLE, K. Cartilha do computador. São Paulo: E.P.U., 1976.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 35. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

MASETTO, Marcos Tarciso. Competência pedagógica do professor universitário. São Paulo: Summus, 2003.

_____. Competência pedagógica do professor universitário. 2. ed. São Paulo: Summus, 2012.

_____. Formação pedagógica dos docentes de nível superior. Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Administração, São Paulo, v.1, n.2, p. 4-25, 2009.

PERRENOUD, P. Construir as competências desde a escola. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

SANDERSON, M. Electronic Devices: a top-down systems approach. New Jersey: Prentice - Hall, Inc., 1988.

SILVA, M.P. CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO RIO DE JANEIRO, PPTEC. As competências propostas pelas novas diretrizes curriculares e as IES: o caso do CEFET-RJ, 2004. Dissertação (Mestrado).

REFLECTING ABOUT THE THEORY-PRACTICE RELATIONSHIP IN MICROCONTROLLERS'S LEARNING

Abstract: *This article presents an alternative vision to the traditional a priori knowledge applied both in technical and engineering education, that is, the kind of vision in which theory precedes practice. To achieve this goal it is presented here a real case of the developing of a discipline for teaching microcontrollers to a technical school in Rio de Janeiro. The used*



concepts followed the principles of top-down approach as an integrating method on electronics engineering's courses, presented in COBENGE 2006 by teachers of cefet-rj.

Key-words: *microcontrollers's teaching, theory-practice relationship, didactic sequence, top-down approach.*