

## O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA SISTEMAS DIGITAIS NO CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

**Valfredo Pilla Jr** – vpilla@up.edu.br

Universidade Positivo, Curso de Engenharia da Computação

Rua Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300

81280-330 – Curitiba – Pr

**Edson Pedro Ferlin** – eferlin@live.com

Universidade Positivo, Curso de Engenharia da Computação

**Resumo:** *A Disciplina Sistemas Digitais é da área técnica de hardware e tem por objetivo inserir o estudante no contexto das tecnologias eletrônicas digitais onipresentes no dia-a-dia de todos, usuários consumidores da tecnologia e projetistas de engenharia. Porém, muitos estudantes são especialmente atraídos ao curso de Engenharia da Computação pela sua proximidade com a área de software, o que amplia a importância da busca por estratégias de ensino que tratem dos temas específicos de hardware, mas também estabelecer relações com os temas de software tão atrativos. Assim, neste contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento atual da Disciplina Sistemas Digitais do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo, quais os conteúdos, e suas sequências e estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizagem. Ainda, são discutidas suas relações com as outras disciplinas que compõem o curso.*

**Palavras-chave:** *Sistemas Digitais, Engenharia da Computação, Ensino em Engenharia, Estratégias de Ensino, Multidisciplinaridade.*

### 1 INTRODUÇÃO

O currículo do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo tem regime anual seriado, com cinco séries (TOZZI et al, 1999). O curso ocorre em turmas organizadas em turnos, um matutino e outro noturno. A estrutura curricular tem como base o eixo temático das disciplinas de formação básica/científica, de formação técnica e de gestão/humanística.

Dentro do eixo de formação técnica específica há disciplinas que contemplam as duas áreas básicas para o curso: a área de *hardware* e a área de *software*.

A disciplina Sistemas Digitais, objeto deste trabalho, pertence à área de *hardware*. Esta área como um todo agrega as disciplinas que tratam dos sistemas físicos relacionados ao processamento de informações. Já as disciplinas da área de *software* tratam das questões relacionadas agregadas às estruturas da lógica do processamento para atender necessidades específicas, no nível da programação.

Sistemas Digitais é tanto uma área-fim quanto área-meio no contexto da Engenharia da Computação. Área-meio por apresentar muitas das bases necessárias para a compreensão de como os sistemas de processamento digital funcional; área-fim por ser área que por si só se sustenta quanto área de pesquisa e de desenvolvimento.

O perfil dos estudantes que buscam a Engenharia da Computação mostra que muitos estudantes, geralmente a maior parte dos estudantes que compõem as turmas, possuem um

interesse maior para com a área de *software* do que com a área de *hardware*. Este fato demanda esforços para manter e ampliar a motivação e interesse por parte dos estudantes durante a disciplina.

Neste contexto se insere este trabalho, em que se procura apresentar os esforços dispendidos em tentar ampliar a motivação do estudante ao longo do processo ensino-aprendizagem. Na próxima seção apresenta-se a inserção da disciplina no curso, nas próximas o currículo e as abordagens desenvolvidas.

## **2 A DISCIPLINA NO CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**

A disciplina ocorre na terceira série e possui duração anual, dividida em quatro períodos (bimestres). A carga horária de 160 horas, divididas igualmente entre aulas teóricas e práticas.

As principais bases da disciplina, a Lógica Matemática (em particular a lógica Booleana), a Eletrônica, Algoritmos e Programação de Computadores, conteúdos desenvolvidos nas respectivas disciplinas nas duas primeiras séries. Na mesma série é ministrada a disciplina Arquitetura e Organização de Computadores.

Outras disciplinas subsequentes têm como base Sistemas Digitais, tais como Microprocessadores e Computação Reconfigurável, que ocorrem na quarta e quinta séries, respectivamente.

Na próxima seção são apresentadas as interrelações entre Sistemas Digitais e as outras disciplinas do curso já citadas.

## **3 O DESENVOLVIMENTO DA DISCIPLINA**

Um objetivo educacional muito discutido no Curso de Engenharia da Computação é o de manter-se um processo continuado de reforço de conteúdos já estudados concomitante aos novos assuntos (FERLIN *et al*, 2009). Isto ajuda, pela ação do reforço, a ampliar o nível cognitivo com que os mesmos são apreendidos pelos estudantes, num crescendo segundo a classificação da Taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956; ANDERSON & KRATHWOHL, 2001), o que é importante para que os estudantes estejam preparados para os muitos desafios da engenharia no século XXI no Brasil (CORDEIRO *et al*, 2008).

Nesta visão, o primeiro bimestre da disciplina começa com uma revisão de dispositivos eletrônicos sob a perspectiva de sua aplicação no contexto digital. Estuda-se o projeto de operadores lógicos por meio de circuitos com dispositivos eletrônicos básicos, como diodos, transistores bipolares e MOS (*Metal-Oxide Semiconductor*), resistores e amplificadores operacionais. Circuitos elétricos são analisados, remodelados, ajustados por novas estruturas para se transformarem, por exemplo, em conversores digitais para analógicos, estabelecendo um processo contínuo entre conhecimentos já estabelecidos, novos conhecimentos e novas relações. A partir deste processo novos tópicos são estudados pela introdução de tecnologias de eletrônica digital, seus parâmetros, características, princípios de funcionamento e aplicações. Também são realizadas atividades como exercícios e práticas de laboratório com os objetivos de reforçar as bases e ainda para se estabelecer o primeiro contato com o mundo prático da área digital. Os estudantes tem que consultar as informações técnicas na forma como fornecidas pelos fabricantes, identificar características, selecionar dispositivos eletrônicos para aplicações específicas, confrontando a realidade prática com a teoria desenvolvida ao longo do bimestre. Além disso, devem desenvolver uma atividade denominada de “*workshops*”, nas quais, reunidos em grupos, estudam o funcionamento de equipamentos de laboratório e fazem demonstrações entre grupos. Esta atividade tem como objetivos tanto a revisão de conteúdos também já estudados como o aprofundamento em especial das habilidades necessárias para o trabalho em laboratório. Assim, este primeiro

bimestre é particularmente considerado difícil pelos estudantes, pois, como comentado anteriormente, muitos tem seus interesses centrados na área de *software*, enquanto este bimestre é essencialmente centrado em *hardware*. Porém, tem-se observado que esta abordagem tem obtido um significativo sucesso quanto aos aspectos: (1) por ser momento de inicialmente de revisão e pela forma de abordagem (o que inclui os exemplos), os estudantes, mesmo que receosos num primeiro momento começam a estabelecer relações teórico-práticas que resultam geralmente em um incentivo (pela aquisição de novas habilidades e pelo sucesso no desenvolvimento das atividades) em trabalhar numa área que geralmente muitos não apreciam; (2) a concentração destes tópicos no primeiro bimestre, quando os estudantes estão efetivamente mais receptivos e descansados facilita a discussão de temas por eles considerados *a priori* como menos apazíveis. E o sucesso do processo é perceptível pelo tanto envolvimento crescente dos estudantes, inicialmente receosos, quando pelas notas alcançadas.

O segundo bimestre possui como objetivo principal a apresentação de estruturas lógicas (*latches* e *flip-flops*, circuitos sequenciais assíncronos e síncronos básicos; blocos combinacionais) que permitem a elaboração de alguns sistemas que apresentam funcionalidade facilmente identificável pelos estudantes. Alguns exemplos: contadores aplicados como relógios digitais, controladores aplicados em sistemas semafóricos ou outras automações, com a possibilidade de elaboração de projetos plenamente funcionais. Ainda, algumas ferramentas (*software*) de simulação lógica ou lógica e funcional são utilizadas para fins tanto de documentação (esquemático) quando testes prévios (simulação funcional e lógica) de sistemas a serem implementados. Este processo também busca desenvolver conteúdos essenciais alinhados à motivação pela aplicação prática. Porém, este processo somente é viável pela estreita colaboração com a disciplina de Arquitetura e Organização de Computadores, que ainda durante o primeiro bimestre desenvolve revisão de conceitos da Lógica Booleana, complementados por processo de revisão de tópicos adicionais de Lógica na própria disciplina Sistemas Digitais no segundo bimestre.

O terceiro bimestre volta-se para o uso de uma metodologia de projeto de sistemas digitais que faz uso de uma linguagem de descrição de *hardware*, denominada VHDL (*Very High Speed Circuits Hardware Description Language*). A relação que o estudante estabelece entre seus conhecimentos em programação (*software*) adquiridos ao longo de dois anos e meio de Curso com este novo conteúdo geralmente é contraditória. Por um lado o mesmo encontra-se finalmente desenvolvendo circuitos digitais por meio de uma “linguagem de programação” (mais apropriadamente uma linguagem de representação), algo que lhe parece familiar e natural. Por outro, o uso da linguagem tem como pré-requisito uma significativa experiência no projeto de circuitos digitais. Muitos comandos desta linguagem aparentam serem os velhos conhecidos no desenvolvimento de *software*, mas a tentativa de aplicá-los no projeto de *hardware* inicialmente resulta em inúmeras mensagens de erros diversos emitidas pelo compilador. Este costuma ser um momento crítico do processo de ensino-aprendizado, pois a pressa em aplicar o conhecimento (associado à subestimação do que se está apreendendo) geralmente resulta em fracasso na solução dos problemas propostos. Este é um momento de muitas retomadas, em que se busca atrair a atenção do estudante para as diferenças no processo, lembrando-os sempre dos aspectos especiais do processo em estudo. Após o entusiasmo inicial há um período de frustração (geralmente decorrente do apressamento já descrito), que é sucedido pelo entusiasmo decorrente da ultrapassagem dos obstáculos, quando então se percebe o real potencial dos conteúdos estudados.

O quarto bimestre é dedicado em parte ao estudo de tema clássico da área, o projeto de sistemas sequenciais síncronos. Neste momento sente-se especialmente o potencial dos conteúdos estudados no terceiro bimestre quando comparados às técnicas de projeto



convencionais. Com a finalidade de estabelecer um aprofundamento no uso dos diversos conteúdos desenvolvidos na disciplina faz-se um projeto em parceria com Arquitetura e Organização de Computadores. Trata-se do projeto de um processador de arquitetura CISC (*Complex Instruction Set Computer*) (PILLA JR & FERLIN, 2007), o que permite um refinamento das habilidades de projeto de sistemas digitais, a compreensão profunda dos mecanismos de processamento ao nível do *hardware* (básicos para a Engenharia da Computação), complementados por desenvolvimento de programação de uma solução para um problema prático, programa executado neste mesmo processador. Este é o momento mais importante da disciplina, em que ocorre a conexão entre os diversos conteúdos desenvolvidos na disciplina e estabelece-se uma relação com a programação na solução de problemas, na direção dos princípios essenciais da Engenharia da Computação. Os estudantes enfrentam este processo muitas vezes de forma inicialmente cética, ao final do processo estão entusiasmados.



Figura 1 – Estudantes em atividade de laboratório.

Os temas desenvolvidos na disciplina refletem tanto as necessidades de pré-requisitos para as disciplinas subsequentes quanto às necessidades para o exercício profissional do mercado em engenharia local. Entre os estudantes que exercem atividades profissionais com foco no desenvolvimento de sistemas digitais há principalmente os que desenvolvem sistemas embarcados e os que desenvolvem soluções que requerem a implementação de algoritmos em lógica programável.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O primeiro ponto que merece destaque é que o estado atual da disciplina é reflexo do trabalho de construção que vem sendo desenvolvido ao longo dos anos, desde o momento em que foi ministrada essa disciplina no ano de 2000. Isto porque a disciplina a cada ano sofre as mutações necessárias, tanto na incorporação das novas tecnologias, quanto da adequação do processo de ensino/aprendizagem, para poder manter a atratividade e dinamismo de modo a atender às novas demandas. Contudo, para que isso aconteça é necessário que o professor faça uma auto-crítica constante para poder detectar os pontos fortes e fracos da abordagem, além é claro de estar atendo ao *feedback* dos estudantes. Isso tudo sem perder o foco principal que é o de que a disciplina deve estar em consonância com o perfil profissional que o curso deve formar.

Outro elemento fundamental é o convencimento/contextualização que o professor deve fazer, junto aos estudantes, destacando a importância e necessidade da disciplina e dos conteúdos que serão abordados, como base para outras disciplinas e para a formação profissional. Essa ação deve acontecer na apresentação da disciplina e também ao longo de todo o processo, principalmente relacionando o conteúdo a ser trabalhado com a vida profissional, sempre que possível com exemplos.

#### REFERÊNCIAS

ANDERSON, Lorin W.; KRATHWOHL, David R. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. Longman, New York, 2001.

BLOOM, Benjamin S. (Ed.). *Taxonomy of Educational Objectives: The classification of Educational Goals: Handbook I, Cognitive Domain*. Longman, New York, 1956.

CORDEIRO, João Sérgio; ALMEIDA, Nival Nunes; BORGES, Mário Neto, DUTRA, Sílvia Costa; VALINOTE, Osvaldo Luiz; PRAVIA, Zacarias M. Chamberlain. “*Um Futuro para a Educação em Engenharia no Brasil: Desafios e Oportunidades*,” *Revista de Ensino de Engenharia*, Vol. 27, No. 3, 2008, pp. 69-82.

FERLIN, Edson Pedro, SAAVEDRA FILHO, Nestor Cortez, PILLA JÚNIOR, Valfredo. “New Approach to Improving Teaching and Learning Process through Computational Resources,” in: *Engineering Education: Perspectives, Issues and Concerns*. New Delhi: Shipra Publications, 2009.

PILLA JÚNIOR, Valfredo, FERLIN, Edson Pedro. “O Desenvolvimento de Processadores com Auxílio da Lógica Programável como Ferramenta Didática,” in: *COBENGE 2007 - XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, Curitiba-PR, Brasil: ABENGE, 2007.

TOZZI, Marcos; DZIDEZIC, Maurício; FERLIN, Edson Pedro; NITSCH, Júlio César; RODACOSKI, Marcos, “Os Cursos de Engenharia do UnicenP,” in: *COBENGE 1999 - XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Natal-RN, Brasil: ABENGE, 1999, p. 2662-2669.

## ***THE TEACHING-LEARNING PROCESS IN THE DIGITAL SYSTEMS COURSE IN A COMPUTER ENGINEERING PROGRAM***

**Abstract:** *The Digital Systems Course belongs to the technical area of hardware. Its aim is to insert the student into the context of digital electronic technologies. Many students are attracted to a Computer Engineering Program by its proximity with the software area, which raises the importance of seeking teaching strategies related to the so attractive themes of the software area, even for teaching in the area of hardware. In this context, this work presents the present development of the Digital Systems Course of the Computer Engineering Program at Positivo University, its contents, its sequences and the strategies adopted in the teaching-learning process. Furthermore, some aspects of the relation between this course and others of the program are discussed.*

**Key-words:** *Digital Systems, Computer Engineering, Teaching in Engineering, Teaching Strategies, Multidisciplinarity.*