



## A INTEGRAÇÃO DE DISCIPLINAS NA LINHA DE *HARDWARE* NO CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO DO UNICENP

**Valfredo Pilla Jr** – [vpilla@unicenp.br](mailto:vpilla@unicenp.br)

Centro Universitário Positivo (UnicenP), Curso de Engenharia da Computação – Professor  
Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300 – Campo Comprido  
81.280-330 – Curitiba - Paraná

**Edson Pedro Ferlin** – [ferlin@unicenp.br](mailto:ferlin@unicenp.br)

Centro Universitário Positivo (UnicenP), Curso de Engenharia da Computação – Coordenador

**José Carlos da Cunha** – [cunha@unicenp.br](mailto:cunha@unicenp.br)

Centro Universitário Positivo (UnicenP), Curso de Engenharia da Computação – Professor

**Marcelo Mikosz Gonçalves** – [marcelo@unicenp.br](mailto:marcelo@unicenp.br)

Centro Universitário Positivo (UnicenP), Curso de Engenharia da Computação – Professor

***Resumo:** O Curso de Engenharia da Computação do UnicenP (Centro Universitário Positivo) possui uma organização anual e seriada. Neste trabalho é apresentado o esforço de integração das disciplinas na linha de hardware deste curso. Especificamente, aqui são relatadas as interações entre as disciplinas Sistemas Digitais e de Arquitetura e Organização de Computadores da segunda série e Microprocessadores da terceira série. A disciplina Trabalho de Engenharia da primeira série também colabora neste esforço, que tem como objetivo maior buscar a formação multidisciplinar através da construção permanente de pontes entre a teoria e a prática da atividade de engenharia. Aqui se apresenta o desenvolvimento de conteúdos ao longo do ano, as atividades experimentais e projetos de final de disciplina. São descritas as relações interdisciplinares e sua contribuição para a formação multidisciplinar, destacando-se a influência sobre a ampliação do nível de aprendizado, consequência do reforço e da integração entre teoria e prática.*

***Palavras-chave:** Engenharia da Computação, Avaliação, Processo de Ensino-Aprendizagem.*

## 1. INTRODUÇÃO

O Curso de Engenharia da Computação do UnicenP, TOZZI *et al* (1999), é oferecido em dois turnos, o matutino e o noturno. O curso matutino tem duração prevista de 4 anos e o noturno de 5 anos. Ambos os turnos possuem organização anual e seriada. O ano letivo é fracionado em 4 períodos bimestrais.

A estrutura curricular congrega as disciplinas técnicas específicas em duas grandes áreas, *hardware* e *software*, as quais são desenvolvidas simultaneamente ao longo das séries, como apresentado em FERLIN (2001)

Neste trabalho abordamos o estado atual de integração das disciplinas da área de *hardware*. A integração aqui é definida no contexto da aplicação de estratégias inter e multidisciplinares.

## 2. AS DISCIPLINAS DA LINHA DE HARDWARE

A tabela 1 relaciona as disciplinas da linha de *hardware* do Curso de Engenharia da Computação e suas respectivas séries de ocorrência.

Tabela 1 – Séries das Disciplinas da Linha de *Hardware* do Curso de Engenharia da Computação do UnicenP.

Disciplina	Curso	
	Matutino	Noturno
Eletrônica	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>
Sistemas Digitais	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Arquitetura e Organização de Computadores	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Teleinformática	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Microprocessadores	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
Instrumentação Eletrônica	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
Processamento de Sinais	4 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>

A disciplina Eletrônica apresenta uma revisão de matemática e física, introduz os conceitos de eletricidade, análise de circuitos, dispositivos eletrônicos, circuitos eletrônicos e instrumentos de medida.

A disciplina Sistemas Digitais contempla uma revisão de dispositivos semicondutores aplicados aos circuitos de chaveamento e tecnologia de circuitos integrados digitais, revisão da álgebra booleana (desenvolvida na 1<sup>a</sup> série pela disciplina Lógica Matemática), simplificação de funções e custo, projeto de circuitos lógicos combinacionais e seqüenciais, aplicando dispositivos de baixa e média integração TTL e CMOS e dispositivos de alta integração como CPLDs (*Complex Programmable Logic Devices*) e FPGAs (*Field Programmable Gate Arrays*) com projeto por linguagem de descrição de *hardware*, além de dispositivos e circuitos de memória.

A disciplina Arquitetura e Organização de Computadores aborda a arquitetura interna e a organização de computadores, microprogramação e microarquitecturas, linguagem convencional da máquina, iteração da máquina com o sistema operacional e arquiteturas avançadas.

A disciplina Teleinformática desenvolve os conceitos de comunicação de dados, redes de computadores, protocolos, gerência de redes, redes de alta velocidade e a análise de desempenho de sistemas.

A disciplina Microprocessadores aborda uma introdução aos microprocessadores, construção de bancos de memória, faz uma revisão de lógica digital, desenvolve o estudo de processadores (CPUs) e o projeto de um processador, apresenta arquiteturas especiais como *pipeline*, *cache*, *watchdog* e a arquitetura de processadores CISC, RISC, VLIW/EPIC, em especial o microcontrolador 8051.

A disciplina Instrumentação Eletrônica trata dos temas confiabilidade metrológica, amplificadores operacionais, filtros ativos e aplicações não lineares, aplicações especiais, sensores e transdutores.

A disciplina Processamento de Sinais aborda sinais e sistemas, sinais discretos e sistemas digitais lineares, sistemas lineares invariantes no tempo, séries e transformadas de Fourier, transformada z, filtros digitais, aplicações de DSP e microprocessadores DSP.

Todas estas disciplinas têm caráter teórico-prático, com atividades práticas realizadas ao longo das mesmas e o desenvolvimento de projeto com implementação ao seu final.

### 3. A INTEGRAÇÃO DAS DISCIPLINAS

A busca pela integração das disciplinas advém da necessidade em prover um processo contínuo de aprendizado ao aluno. Contínuo por ser lembrado ao longo de um mesmo período letivo e de forma recorrente ao longo dos diversos períodos do ano letivo.

Neste processo a interação entre as disciplinas não deve aparentar ser apenas uma característica do curso mas deve também servir como um instrumento que instigue no próprio aluno o interesse pela integração entre conhecimentos diversos. Ainda, deve funcionar como contínuo reforço de conceitos através de atividades teóricas e práticas.

É neste contexto que a busca pela integração entre nossas disciplinas tem atuado. No exemplo deste trabalho, procuramos destacar o trabalho integrado entre as disciplinas Sistemas Digitais, Arquitetura e Organização de Computadores e Microprocessadores. Como informa a tabela 1, as duas primeiras disciplinas são concomitantes, enquanto a última as sucede.

As disciplinas Sistemas Digitais, Arquitetura e Organização de Computadores e Microprocessadores estruturam o núcleo teórico da linha de *hardware* da computação digital, uma das bases que suportam o Curso de Engenharia da Computação. Este conjunto de disciplinas desenvolve temas comuns e complementares. Por este motivo, a integração no desenvolvimento das mesmas é uma estratégica tanto para a fundamentação teórica como prática neste Curso (FERLIN 1999a, b).

Como estratégia da integração, fazemos uso do reforço de conteúdos, distribuição ao longo do tempo de conteúdos e de ferramentas de desenvolvimento de *hardware* que levam o aluno ao contato com tecnologias, metodologias de projetos e aplicações dos sistemas digitais e processadores (FERLIN 1999c).

No primeiro bimestre a disciplina Sistemas Digitais desenvolve os conteúdos de tecnologia de circuitos digitais, lembrando o uso de instrumentos de medida (já vistos em Eletrônica) para análise de características de circuitos integrados. Neste período, a disciplina Arquitetura e Organização de Computadores desenvolve (entre outros temas) a teoria da representação de quantidades e das operações aritméticas (inteiros, ponto-fixo e ponto-flutuante) nos sistemas digitais e ainda uma revisão de lógica digital (a disciplina Lógica Matemática, do primeiro ano, tratou extensamente deste tema) e apresenta arquiteturas de Unidades de Lógica e Aritmética (ULAs).

O segundo bimestre é utilizado pela disciplina Sistemas Digitais para complementar a revisão de lógica digital e introduzir conceitos de projeto de circuitos lógicos combinacionais. As atividades práticas deste período procuram fazer uso do arcabouço teórico rerepresentado em ambas as disciplinas e ainda dos conceitos de dispositivos combinacionais especiais como

os multiplexadores, demultiplexadores, decodificadores, codificadores e transcodificadores, *buffers* com *tri-state*. Finalmente, uma pequena unidade de lógica e aritmética é alvo de projeto de disciplina, na forma de uma calculadora de arquitetura para processamento em Álgebra Polonesa Reversa, por exemplo. Este desenvolvimento já conta com o apoio de ambiente de simulação baseado em ferramenta de desenvolvimento de lógica programável, porém o projeto deve ser desenvolvido integralmente com dispositivos de pequena e média escala de integração. Neste mesmo período, a disciplina Arquitetura e Organização de Computadores trata de questões intestinais de computadores, estudando arquiteturas específicas e unidades complexas fundamentais para ampliação de desempenho, como cachês, pipelines, etc.

O terceiro bimestre da Disciplina Sistemas Digitais trata de dispositivos e circuitos lógicos seqüenciais e de projeto de sistemas através de linguagens de descrição por hardware e implementação por CPLDs ou FPGAs. Neste período, a disciplina Organização e Arquitetura de Computadores desenvolve projetos práticos de interfaces ao microcomputador pessoal (PC), fazendo uso dos dispositivos aplicados no bimestre anterior em Sistemas Digitais. Ainda, desenvolve programas (inclusive de acesso a dispositivos de interface e periféricos) em linguagem *assembly* para estes microcomputadores, enquanto estuda a iteração *hardware*-sistema operacional.

No quarto bimestre, a disciplina Sistemas Digitais é dedicada ao estudo dos dispositivos de memória e composição de bancos como os mesmos e, em especial, de um projeto de microcomputador baseado em processador CISC (*Complex Instruction Set Computer*) cuja arquitetura foi profundamente analisada no início deste mesmo bimestre em Organização e Arquitetura de Computadores. Este é o projeto final de Sistemas Digitais, desenvolvido em linguagem de descrição por *hardware* com implementação por CPLDs ou FPGAs. Simultaneamente, a disciplina Organização e Arquitetura de Computadores desenvolve um simulador para linguagem *assembly* deste mesmo processador como seu trabalho final. Ou seja, um processador e seu simulador *assembly* são desenvolvidos simultaneamente pelas mesmas equipes, como trabalhos finais de disciplina.

Ainda, a disciplina Microprocessadores faz uso das mesmas ferramentas de desenvolvimento utilizadas no projeto do processador para desenvolver um outro processador, de inspiração RISC. Esta atividade ocorre no segundo bimestre.

As arquiteturas RISC e CISC desenvolvidas nestas disciplinas em breve também servirão como plataforma de *hardware* para a disciplina Compiladores, que desenvolverá montadores e compiladores para estas arquiteturas como projetos de disciplina. A disciplina Compiladores é concomitante às de Sistemas Digitais e Organização e Arquitetura de Computadores. Ainda, uma variante da arquitetura RISC do projeto de Microprocessadores encontra-se em adaptação para a forma da arquitetura Harvard (projeto de iniciação científica), para ser posteriormente também aplicada como módulo didático para a disciplina Processamento Digital de Sinais.

Cabe ainda ressaltar a importância de outra disciplina neste processo de integração, a disciplina Trabalho de Engenharia, da primeira série. Nesta disciplina são apresentados e experimentados pela primeira vez os procedimentos de criação de documentos técnicos como relatórios e monografias, os quais são intensamente utilizados nas demais disciplinas.

#### 4. RESULTADOS

Um importante resultado deste processo de integração é a progressiva ampliação do interesse dos alunos no desenvolvimento das atividades práticas destas disciplinas, assim como o aumento do número de candidatos às atividades de iniciação científica envolvendo temas correlatos.



Uma medida destes fatos pode ser observada na AVIN (Avaliação Integradora), como apresentada em FERLIN & TOZZI (2002), pois constatou-se que os alunos conseguiram um índice maior no acerto nas disciplinas na área de *hardware*, em virtude de olharem para o problema como um todo e não com uma visão segmentada, facilitando a obtenção da solução para estas questões/projetos integradas. A AVIN é aplicada anualmente aos alunos das 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> séries do Curso matutino e das 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> séries do Curso noturno. Cada série / turno é avaliada por meio de provas específicas de enfoque multidisciplinar, e um dos seus principais objetivos da avaliação é de mensurar o aprendizado efetivo do aluno ao longo do Curso.

## 5. CONCLUSÕES

Um ponto de destaque do processo de integração das disciplinas da área de *hardware* é que os alunos começam a perceber que, apesar de serem tratadas como disciplinas, os conteúdos fazem parte de um único saber, que é o que se espera de um Engenheiro da Computação e que é isto que ele encontrará no mercado.

Contudo, este tipo de integração é possível em virtude dos professores estarem sintonizados com o objetivo principal do curso que é formar um Engenheiro da Computação, com base nas diretrizes do Projeto Didático-Pedagógico do Curso.

Outro fator facilitador é a utilização das diversas ferramentas disponíveis para a elaboração dos projetos multidisciplinares, como por exemplo o Ambiente MAX+PLUS da Altera, como descrito em FERLIN (1999c).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERLIN, E. P. **The Project of a Didactic CPU for Multidisciplinary**. *ICEE 99 – International Conference on Engineering Education 1999*. Ostrava-Prague – Czech Republic, 1999a.
- FERLIN, E. P. **Use of Multidisciplinary in Undergraduate Computer Engineering in the Courses of the Digital Area**. In: *FIE 99 - 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference 1999*. San Juan - Puerto Rico, p. 12a9-45 – 12a9-48, 1999b.
- FERLIN, E. **Utilização de Novas Tecnologias da Graduação em Engenharia da Computação**. In: *COBENGE 1999 – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, p.1228 – 1233, 1999c.
- FERLIN, E.P. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia da Computação**. Curitiba-Paraná: UnicenP, 2001.
- FERLIN, E.P.; TOZZI, M.J. **Primeira Avaliação Integradora do Curso de Engenharia da Computação**. In: *COBENGE 2002 - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2002.
- TOZZI, M.; DZIEDZIC, M.; FERLIN, E.; NITSCH, J.; RODACOSKI, M. **Os Cursos de Engenharia do UnicenP**. In: *COBENGE 1999 – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, p.2662 – 2669, 1999.