



A MULTIDISCIPLINARIDADE POR MEIO DE PROJETOS INTEGRADOS: UM ESFORÇO COMUM ENTRE AS DISCIPLINAS MICROPROCESSADORES, INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA E INFORMÁTICA INDUSTRIAL

Valfredo Pilla Jr – vpilla@up.edu.br

Universidade Positivo – Curso de Engenharia da Computação

Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300

81.280-330 – Curitiba – Pr

Edson Pedro Ferlin – ferlin@up.edu.br

José Carlos da Cunha – cunha@up.edu.br

Amarildo Geraldo Reichel – reichel@up.edu.br

***Resumo:** Este trabalho descreve as ações multidisciplinares entre três disciplinas do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo. Estas disciplinas, Microprocessadores, Instrumentação Eletrônica e Informática Industrial promovem sua integração por meio de projeto integrado, com avaliação específica em cada disciplina. Neste artigo apresenta-se uma breve descrição do programa e das disciplinas, seguida da apresentação da metodologia e comentários sobre vantagens e dificuldades na integração das disciplinas por meio desta metodologia.*

***Palavras-chave:** Projetos Multidisciplinares, Integração de Disciplinas, Multidisciplinaridade.*

1 INTRODUÇÃO

A multidisciplinariedade propicia o aumento da motivação por parte dos alunos, pois eles passam a entender as relações entre as disciplinas, tanto nas aulas teóricas e, principalmente, nas aulas práticas. Isto deve ocorrer com o desenvolvimento dos trabalhos e atividades extraclasse, em virtude da solução para os problemas propostos passarem pelo envolvimento dos alunos com outros conceitos de outras disciplinas, tanto da série corrente quanto das séries anteriores.

Uma maneira de se conseguir isto é com a realização de trabalhos multidisciplinares, nos quais os trabalhos são elaborados por um grupo de professores, com o intuito de abranger ao máximo os conhecimentos das disciplinas envolvidas. Com isso, tem-se uma redução da quantidade de trabalhos, já que cada disciplina deixa de ter o seu trabalho isolado para ter um único trabalho multidisciplinar. Uma consequência disto é que se elaboram trabalhos mais completos, possibilitando uma visão mais geral para os alunos, reduzindo a segmentação natural que ocorre com as disciplinas. Outro ponto a ser destacado é que a multidisciplinariedade faz com que haja uma coesão maior entre o



corpo docente, pois os professores têm que conhecer o conteúdo abordado nas disciplinas para juntos definirem as atividades e aptidões que os alunos desenvolverão neste trabalho multidisciplinar.

A multidisciplinariedade está fundada em um saber-fazer, em que se pressupõe uma abordagem prática consolidada por uma forte conceituação teórica, que é um dos quatro pilares da educação. A teoria é a base para a prática, e esta por sua vez desenvolve, justifica e experimenta novos conceitos que se tornam novas teorias ou formulações proporcionando uma nova prática, e assim sucessivamente (FERLIN *et al.*, 2005).

Desta forma, este binômio teoria-prática deve produzir uma espiral ascendente, representando o conhecimento que está sendo agregado pelo aluno ao longo do processo. Isto deve acontecer ao longo das séries, de modo que seja um processo sólido e consistente para a formação do profissional que se está ajudando no desenvolvimento do saber técnico-científico do aluno (FERLIN *et al.*, 2009).

Na Figura 1 observa-se que a Teoria por meio dos experimentos e projetos produz a Prática, que consolida e reforça os conhecimentos. Por outro lado, a Prática por meio da comparação/discussão, resultados, considerações e conclusões agrega novos elementos à Teoria, propiciando novas maneiras de se ensinar, inclusive com novas ferramentas produzidas neste processo.

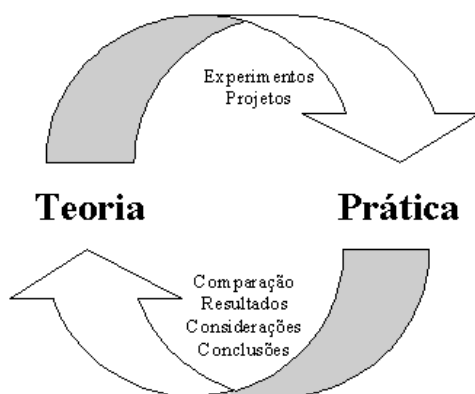


Figura 1 - Relação Teoria – Prática do processo de Ensino-Aprendizagem.

No Curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo a multidisciplinariedade permeia todas as disciplinas/séries do curso e é materializada por meio dos trabalhos multidisciplinares integrando as disciplinas tanto profissionais quanto de formação geral, como detalhado em (FERLIN *et al.*, 2004). Os trabalhos multi e interdisciplinares são adotados em todas as séries do curso, culminando com o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (FERLIN *et al.*, 2010).

Neste contexto de multidisciplinaridade no ensino de engenharia, este trabalho mostra algumas ações nesta direção envolvendo três disciplinas do curso de Engenharia da Computação, as disciplinas Microprocessadores, Instrumentação Eletrônica e Informática Industrial.



2 O CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

O Curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo (antes Centro Universitário Positivo – UnicenP) apresentado em (TOZZI *et al.*, 1999) tem regime seriado anual e é oferecido nos turnos Matutino e Noturno, ambos os cursos possuem duração de 5 anos. A grade curricular nos dois turnos contém exatamente as mesmas disciplinas e cargas horárias. Ambos os turnos tem uma carga horária total de 3.960 horas-aula, sendo 160 horas de Estágio Supervisionado Obrigatório, 80 horas para o Trabalho de Conclusão de Curso e 200 horas de Atividades Complementares, sem contar com as atividades extraclasse, como trabalhos, pesquisas e projetos.

A estrutura curricular reúne o conjunto de disciplinas em duas grandes áreas de formação Profissional, *hardware* e *software*, conforme descrito em PILLA JR *et al* (2003), juntamente com disciplinas da área de formação Fundamental (Cálculo, Física e outras), de formação Humanística (Filosofia e Ética), de Formação Gerencial (Fundamentos de Administração e Gestão de Projetos) e de Formação de Especialidade (Computação Configurável, Inteligência Computacional).

Detalhes adicionais do curso encontram-se descritos no Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia da Computação da UP, apresentado em (FERLIN *et al.*, 2009).

3 DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

As disciplinas envolvidas diretamente no trabalho multidisciplinar aqui descrito são as de Microprocessadores, Instrumentação Eletrônica e Informática Industrial.

A disciplina Microprocessadores está associada a uma importante subárea da Engenharia da Computação que envolve o projeto de sistemas automatizados e de sistemas embarcados que façam uso de tecnologias de microcontroladores. Assim, esta disciplina disponibiliza ferramental para aplicações de Instrumentação Eletrônica e Informática Industrial.

A disciplina Instrumentação Eletrônica se insere no contexto geral do curso de Engenharia da Computação abordando aspectos relacionados à aquisição e processamento de sinais analógicos e a relação destes com o universo do processamento e análise de informações por meio computacional. Dentro deste conceito, a disciplina aborda os vários sistemas e circuitos analógicos de aquisição e processamento, utilizando, principalmente, os amplificadores operacionais em suas várias configurações lineares e não lineares, bem como as bases físicas e tecnológicas de sensores e transdutores e seus respectivos circuitos de condicionamento.

Na disciplina de Informática Industrial são abordados estudos de sensores industriais, eletrônica industrial e de potência, Controladores Lógicos Programáveis - CLP's e dispositivos robóticos com o objetivo de desenvolver aplicações de automação e controle de processos em ambientes industriais. Como pré-requisitos para a disciplina são necessários conhecimentos de eletrônica analógica e digital, microprocessadores e instrumentação eletrônica, além de matérias relacionadas à lógica e programação.



3.1 Microprocessadores

A disciplina Microprocessadores ocorre na quarta série do Curso. Nesta disciplina são desenvolvidos os conceitos relacionados ao projeto de sistemas microcontrolados, tanto desenvolvidos com uso de componentes de prateleira quanto de núcleos de processadores descritos por linguagem de descrição de *hardware* e implementados em dispositivos lógicos programáveis (FERLIN & PILLA, 2006) por meio de montagens em *proto-board*, kits desenvolvidos no próprio Curso de Engenharia da computação ou *kits* de lógica Programável da Altera, ou mesmo montagens em placa de circuito impresso desenvolvidas especialmente pelos alunos. São desenvolvidas aplicações com firmware descrito em linguagem de máquina, linguagem *assembly* e linguagem C. Como exemplos de aplicação multidisciplinar são comumente utilizados problemas de automação industrial que requerem a instrumentação embarcada.

Assim, a disciplina Microprocessadores tem uma forte atuação como suporte para aplicações integradoras de outras disciplinas, como Instrumentação Eletrônica e Informática Industrial.

3.2 Instrumentação Eletrônica

A disciplina Instrumentação Eletrônica se insere no contexto geral do curso de Engenharia da Computação abordando aspectos relacionados à aquisição e processamento de sinais analógicos e a relação destes com o universo do processamento e análise de informações por meio computacional. Dentro deste conceito, a disciplina aborda os vários sistemas e circuitos analógicos de aquisição e processamento, utilizando, principalmente, os amplificadores operacionais em suas várias configurações lineares e não lineares, bem como as bases físicas e tecnológicas de sensores e transdutores e seus respectivos circuitos de condicionamento.

3.3 Informática Industrial

A disciplina de Informática Industrial ocorre na mesma série que as disciplinas de Microprocessadores e Instrumentação Eletrônica o que favorece a proposta de trabalhos multidisciplinares, envolvendo assuntos abordados de forma complementar, reduzindo a quantidade de propostas de trabalhos práticos aos alunos e possibilitando a avaliação unificada do processo de ensino. Durante o primeiro semestre e parte do segundo, são utilizados recursos convencionais de ensino, como aulas expositivas em sala de aula, desenvolvimento de experimentos de práticos em laboratório seminários pelos alunos. O auge motivacional ocorre a partir do terceiro bimestre quando é proposto aos alunos um desafio tecnológico com a aplicação de todos os conhecimentos e técnicas abordados no curso. O projeto consiste na implementação de um dispositivo robótico autônomo com o uso de eletrônica embarcada, sensores eletrônicos para rastreamento ou posicionamento e processamento e controle realizados por um ou mais microcontroladores. Desta forma, podem ser testados e avaliados pelos alunos de forma prática e aplicada os conhecimentos das três disciplinas, questionando e consolidando os conteúdos abordados.



4 MULTIDISCIPLINARIDADE E EXEMPLOS DE PROJETOS

O desenvolvimento da atividade comum às três disciplinas ocorre na forma de um projeto final integrado. A avaliação ocorre segundo critérios específicos de cada disciplina. Os projetos são desenvolvidos em equipes de dois ou três alunos; os temas são definidos por proposição dos professores ou por interesses específicos dos alunos.

O projeto deve tomar como referência uma estrutura básica composta por módulos obrigatórios e optativos, segundo as necessidades de cada projeto e definidos em concordância entre as equipes e os professores de cada disciplina. Basicamente os projetos devem dispor de interfaces digitais ou analógicas de entrada e atuadores, gerenciadas por um controlador que pode também desempenhar o papel de processador de sinais. Muitas vezes é requerido que um sistema externo desempenhe as funções de supervisor do sistema e que disponha de interface direta com usuário, outras vezes o sistema é complementemente embarcado e organizado em torno do módulo controlador. A Figura 2 apresenta a estrutura básica dos módulos, descrita a seguir.

4.1 Estrutura Modular de Projeto

Os seguintes módulos compõem a arquitetura básica de todos os sistemas. Nem todos os projetos precisam fazer uso de todos os módulos; a definição dos módulos e suas características ocorrem em comum acordo entre as equipes e os professores.

A descrição dos módulos:

- *Atuadores*: trata-se de dispositivos como motores elétricos de diversos tipos (DC, brushless, de passo), eletroválvulas ou outros dispositivos de acionamento eletromecânico.
- *Sensores / Transdutores Analógicos*: sensores e transdutores de parâmetros relevantes ao projeto, como sensores de temperatura.
- *Condicionamento Analógico*: realiza a amplificação, filtragem e outros processos de condicionamento analógico.
- *Controlador*: microcontrolador que controla a operação em baixo nível do sistema, algumas vezes implementando também algoritmos de processamento de sinal. Normalmente os alunos têm total liberdade para escolher este dispositivo e sua linguagem de programação.
- *Interface Digital*: interfaces entre sensores digitais e microcontrolador ou microcontrolador e atuadores.
- *Sensores e Transdutores Digitais*: que fornecem medidas já no domínio digital, tais como *encoders*, acelerômetros, barreiras ópticas, entre outros.
- *Amostragem e conversão analógica para digital*: interfaces de aquisição de sinais.
- *Supervisor*: trata-se de um computador remoto ou de função implementada no próprio módulo microcontrolador com a finalidade de gerenciar o sistema e estabelecer comunicação com o usuário.
- *Interface de Usuário*: é a interface através do qual o usuário ajusta configurações do sistema e recebe informações de status relevantes.

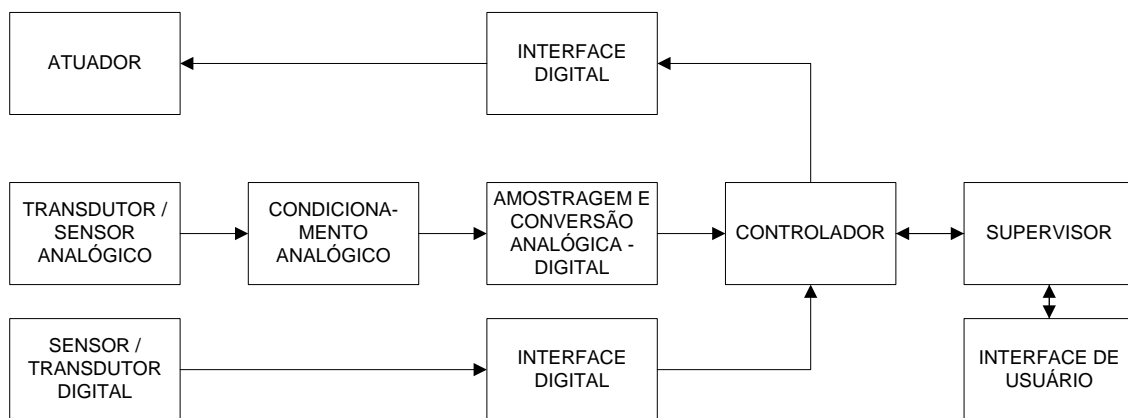


Figura 2 – Arquitetura básica dos projetos multidisciplinares.

4.2 Exemplos de Projetos Multidisciplinares

O conceito de multidisciplinaridade tem ocorrido com frequência no Curso de Engenharia da Computação, principalmente nas séries finais do curso quando os alunos já dominam diversas técnicas e ferramentas de *hardware* e *software*. Os trabalhos multidisciplinares têm sido desenvolvidos pelas disciplinas de Instrumentação Eletrônica, Microprocessadores e Informática Industrial, entre outras. Entre os projetos desenvolvidos merecem destaque o amplificador de instrumentação com interface computacional, sensor de estacionamento utilizando ultra-som, cardiografador por fotopleletismografia, detector de nível de álcool em combustíveis (há mistura de metanol em gasolina no Brasil, e motores denominados flexfuel são capazes de operar com gasolina e álcool hidratado em qualquer proporção), analisador de tremor para avaliação de Mal de Parkinson, eletrocardiógrafo e eletroencefalógrafo (aplicações em engenharia biomédica), aplicações diversas de transdutores LVDT (que podem ser usados em aplicações industriais como medição de impacto), sensores ultrasônicos para medidas de distâncias (úteis em aplicações industriais diversas), sistemas de avaliação de fibras ópticas – reflectômetro óptico, entre outros.

Dentro do contexto da estrutura modular dos projetos integrados, a Figura 3 mostra um exemplo de interface com usuário de um sistema analisador de tremor para a avaliação de Mal de Parkinson, enquanto que a Figura 4 apresenta o módulo de condicionamento analógico deste mesmo projeto.

Estes desenvolvimentos de Instrumentação Eletrônica associado a Microprocessadores fornece a base para projetos comuns de conclusão de disciplina como o da disciplina de Informática Industrial.

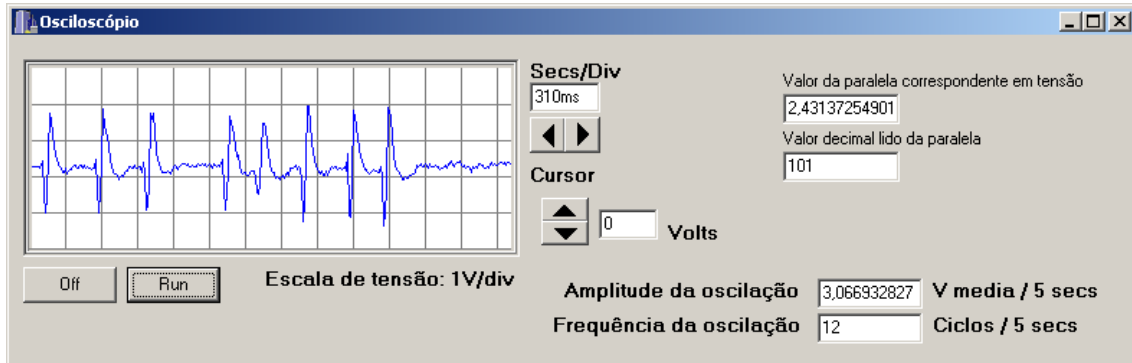


Figura 3 – Exemplo de interface com usuário – tela do analisador de tremor para a avaliação do mal de Parkinson – integração entre a Instrumentação Eletrônica e Microprocessadores.

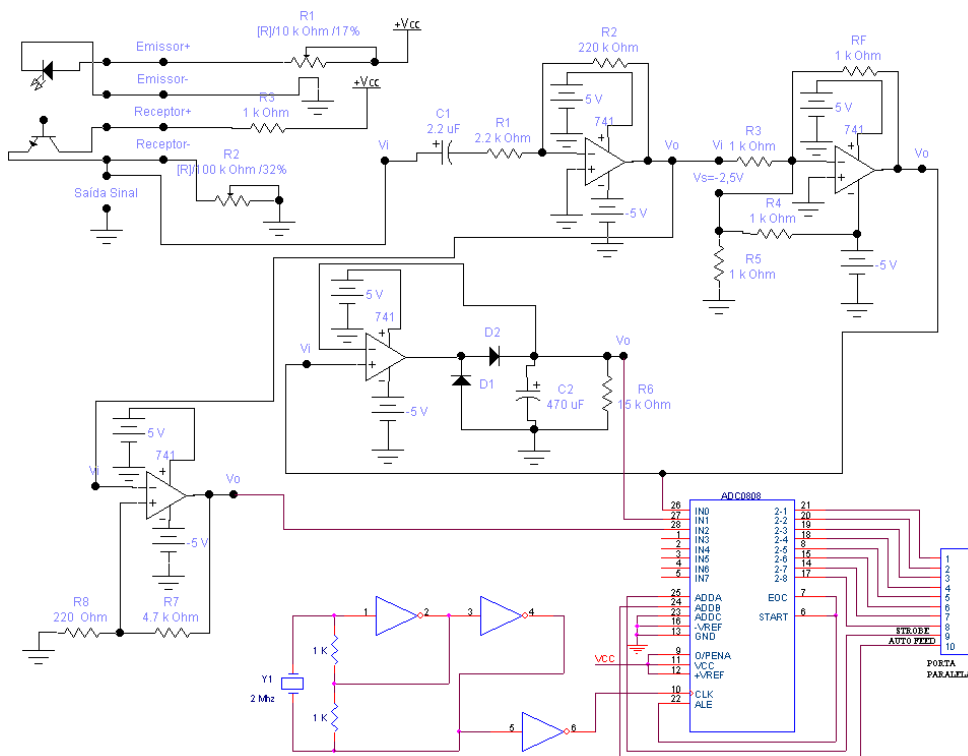


Figura 4 – Exemplo de circuito de condicionamento analógico – analisador de tremor para a avaliação do mal de Parkinson.

Um dos projetos multidisciplinares proposto durante a quarta série do curso que utiliza conhecimentos multidisciplinares é o “Desafio Tecnológico de Robôs”. Para a execução e implementação são formadas várias equipes e cada uma deve apresentar uma proposta exclusiva para o cumprimento do desafio. O principal objetivo é a execução por um dispositivo robótico móvel, de uma pista impressa com fita preta em fundo branco, sem erros e desvios de trajeto e no menor tempo possível. É prevista



também a colocação de um obstáculo em qualquer ponto da pista, que ao ser encontrado deverá ser desviado pelo dispositivo móvel, voltando à pista na seqüência. Podem ser desenvolvidos dispositivos móveis com rodas, esteiras ou patas. Na Figura 5 podem ser vistos alguns dos dispositivos desenvolvidos, na forma de um sistema integrado e autônomo, nos anos de 2008 e 2009 para as competições na disciplina de Informática Industrial.

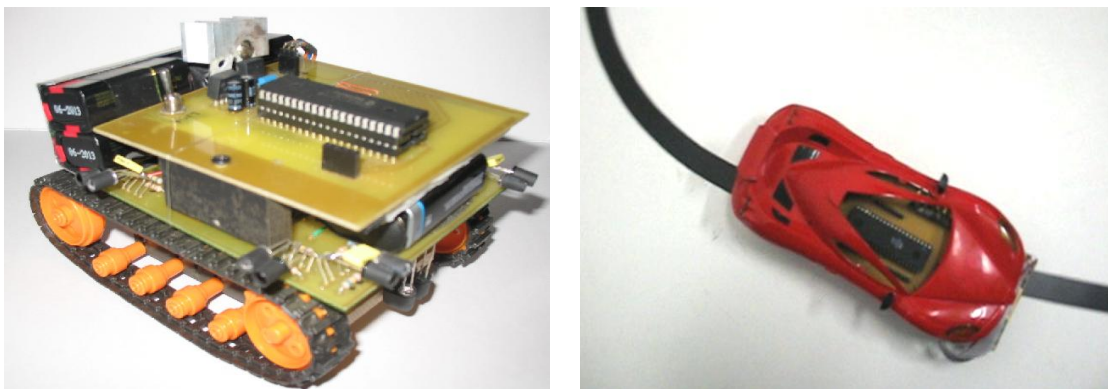


Figura 5 – Exemplo de sistema integrado – dispositivos robóticos autônomos desenvolvidos como atividade comum às três disciplinas.

A Figura 6 apresenta o diagrama em blocos de outro exemplo de sistema desenvolvido, um refletômetro óptico.

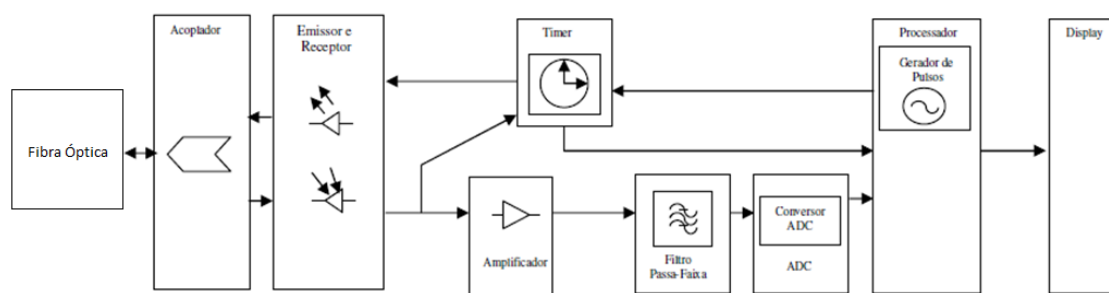


Figura 6 – Exemplo de sistema integrado – refletômetro para a análise de interrupção em fibras.

5 AVALIAÇÃO DOS PROJETOS

A avaliação dos projetos desenvolvidos de forma multidisciplinar deve abordar aspectos relacionados às disciplinas envolvidas nos mesmos de forma inter-relacionada, podendo ou não ter o mesmo peso para cada uma destas. No caso específico dos projetos multidisciplinares, tem-se buscado avaliar o processo de desenvolvimento dos trabalhos, desde a fase de pesquisa e anteprojeto, passando pelas fases de especificações e implementação do projeto, até a fase final de validação e apresentação física dos



mesmos, ocasião na qual se avalia o funcionamento do sistema proposto e, principalmente, o domínio do conhecimento sobre o trabalho desenvolvido por cada elemento da equipe, individualmente e em grupo.

Na fase inicial são estabelecidos para todas as equipes os requisitos mínimos operacionais, como a utilização de sensores e transdutores, microcontroladores com programação do *firmware*, alimentação independente da rede elétrica com baterias para seu funcionamento autônomo, entre outros. Durante a apresentação dos projetos são observados, além dos requisitos mínimos outros fatores subjetivos como, o *design* inovador, as tecnologias utilizadas e seu respectivo grau de dificuldade, redução de tamanho e peso, custo e criatividade, emprego de técnicas de inteligência artificial, lógica *fuzzy* e outras. Desta forma, são mais valorizados os projetos que integrem o máximo possível de conhecimentos adquiridos nas disciplinas do curso, exercitando a prática da multidisciplinaridade de forma proativa e colaborativa.

Os resultados têm mostrado ser esta uma forma mais justa de avaliação, pois em muitos casos consegue detectar as falhas no processo de trabalho em equipe, principalmente quando se observa que algum elemento do grupo não está desenvolvendo suas atividades acadêmicas de forma adequada. Outra forma de se avaliar os projetos desenvolvidos tem sido a inclusão de questões dissertativas sobre os mesmos em provas, nas quais os alunos precisam mostrar os resultados do processo de aprendizagem decorrente do desenvolvimento da atividade teórica-prática.

6 CONCLUSÕES

A multidisciplinariedade é uma componente chave no processo ensino-aprendizagem do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo, pois se tem buscado desde a implantação do curso aliar a teoria com a prática, mas não de forma dissociada e sim integrada em todo o processo. Isso se tem conseguido com o envolvimento da comunidade acadêmica do curso (direção, professores e alunos). Contudo, é importante frisar que isso é um processo e não se consegue resultados sólidos somente com algumas ações isoladas ou momentâneas.

Tanto as disciplinas quanto os trabalhos e mesmo as atividades extraclasse são elaboradas tendo como parâmetro básico a multidisciplinariedade. Desta forma, os alunos estão completamente envolvidos no processo, pois compreendem que a formação profissional só será sólida se os conhecimentos forem integrados em sua essência, e não só na forma, como acontece quando cada disciplina atua separadamente.

7 REFERÊNCIAS

FERLIN, E., P.; PILLA JR, V., CUNHA, J., C., **A Multidisciplinariedade Aplicada no Ensino no Curso de Engenharia da Computação**, in: COBENGE 2004 - XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Brasília-DF, Brazil: Abenge, 2004.

FERLIN, E., P.; PILLA JR, V.; SAAVEDRA, N., **The Theory-Practice Partnership**, in: ITHET 2005 – 6th IEEE Annual International Conference, Juan Dolio, Dominican Republic, 2005.



FERLIN, E., P.; PILLA JR, V, **The Learning of Reconfigurable Computing in the Computer Engineering Program**, in: FIE 2006 - Frontiers in Education Conference, San Diego, USA: FIE, 2006.

FERLIN, E., P.; SAAVEDRA, N.; PILLA JR, V., Improving Teaching and Learning Process through Computational Resources, chapter 8, in: **Engineering Education: perspective an, issues and concerns**, New Delhi, India: Shipra Publications, 2009, pp. 98 – 130.

FERLIN, E., P.; PILLA JR, V.; CUNHA, J., C.; TEIXEIRA, M. R. W.; Perretto, M.; Gonçalves, M., M., **The Research Lines of the Computer Engineering Program as Guidelines to Themes of Scientific Initiation and Undergraduate Thesis**, in: ICEE-2010 – International Conference on Engineering Education, Gliwice, Poland, 2010.

TOZZY, M., J.; DZIEDZIC, M.; FERLIN, E., P.; NITSCH, J., C.; RODACOSKI, M., **Os Cursos de Engenharia do UnicenP**, in: COBENGE 1999 - XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Natal-RN, Brazil: Abenge, 1999, p. 2662-2669.

THE MULTIDISCIPLINARY THROUGH INTEGRATED PROJECTS: A JOINT EFFORT OF MICROPROCESSORS, ELECTRONIC INSTRUMENTATION AND INDUSTRIAL INFORMATICS COURSES

***Abstract:** This work describes the multidisciplinary actions of three courses of the Computer Engineering Program at Positivo University. These courses, Microprocessors, Electronic Instrumentation and Industrial Informatics promote its integration through an integrated project, which has specific evaluation on each course. In this paper is presented a brief description of the curricular structure of the Program and Courses contents. After that, the of project development methodology and its evaluation are described. Finally, some comments about advantages and difficulties in courses integration through this methodology.*

Key-words: *Course Projects Integration, Multidisciplinary Projects, Courses, Multidisciplinarity.*