

## **PROJETO INTEGRADOR NO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO: RELATO DE 10 ANOS DE EXPERIÊNCIAS**

**Afonso Ferreira Miguel**– afonso.miguel@pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curso de Engenharia de Computação.

Rua Imaculada Conceição, 1155.

CEP 80215-901 – Curitiba – Paraná

**Carlos Marcelo Pedroso**– c.pedroso@pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curso de Engenharia de Computação.

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Elétrica.

Rua Imaculada Conceição, 1155.

CEP 80215-901 – Curitiba – Paraná

**Resumo:** *Este artigo mostra a experiência obtida com a realização de um projeto integrador ao longo dos últimos 10 anos no curso de Engenharia de Computação da PUCPR. O projeto integrador mostrou-se uma ferramenta de ensino muito importante para formação de competências que vão além das habilidades técnicas do futuro engenheiro, e que incluem a capacidade de trabalhar em equipe, o planejamento e a gestão do tempo e a realização de apresentações, além de ser um fator fidelização do estudante com o curso. Neste artigo são apresentadas as metodologias utilizadas na realização do projeto, os procedimentos de avaliação, o perfil do professor coordenador do projeto, bem como os principais resultados obtidos com a sua implantação e as perspectivas futuras.*

**Palavras-chave:** *Ensino, Pesquisa, Interdisciplinariedade.*

### **1 INTRODUÇÃO**

No ano de 2000, a Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUCPR, estabeleceu em seu projeto pedagógico institucional direcionamentos para a condução do processo de ensino-aprendizagem nos diversos cursos da universidade. A valorização do aprender em detrimento do ensinar tornou-se foco de diversos procedimentos implementados. Um dos principais desafios impostos aos cursos foi como instigar ao aluno a aprender a produzir o próprio conhecimento, de forma a adquirir competências que vão além da simples reprodução de um conhecimento adquirido através de aulas e sim formar profissionais capacitados a “aprender a aprender”.

Para responder a este desafio, o curso de Engenharia de Computação realizou um estudo sobre como implementar alterações nos métodos de ensino em uso naquela época para atingir os objetivos impostos pelo projeto pedagógico institucional. Um primeiro diagnóstico realizado revelou que as disciplinas do curso, organizado como muitos os demais cursos de engenharia do país, apresentava uma profusão de disciplinas que tendiam a fragmentar o conhecimento e até certo ponto impedir que o estudante tenha uma visão abrangente sobre a aplicação das habilidades sendo adquiridas em cada uma delas e a aplicação dos conhecimentos para solução de problemas práticos da nossa sociedade.

A abordagem escolhida foi utilizar a *pesquisa* como método de ensino, devido a necessidade de articular o processo de ensino-aprendizagem para promover a formação

desejada, conforme proposto por (DELORS 1998) e (DEMO 1997). Neste paradigma, de acordo com (KNAUT, 2009), “ensinar significa promover o aluno a perceber e intervir no conhecimento socialmente acumulado e percebê-lo de forma interdisciplinar. A relação professor-aluno é a de parceria num projeto de produção do conhecimento, onde ambos contribuem com seus saberes específicos. A pesquisa passa a ser o instrumento de ensino e a universidade o local onde ela se realiza para construir o conhecimento”.

Com este objetivo, o curso de Engenharia de Computação estruturou, a partir do ano de 2001, um projeto integrador a ser desenvolvido pelos estudantes, de modo a utilizar as diversas competências sendo trabalhadas nas disciplinas do segundo e do terceiro ano do curso. O curso de Engenharia de Computação da PUCPR possui uma grade curricular padronizada no segundo e terceiro ano, o que possibilita a implementação do projeto integrador utilizando as competências desenvolvidas nas várias disciplinas que os estudantes devem cursar em paralelo.

Este artigo mostra a experiência adquirida ao longo dos últimos 10 anos de realização do Projeto Integrador, os principais métodos utilizados na condução das atividades e as consequências da sua implementação na vida acadêmica e na formação dos profissionais.

## 2 ESTRUTURA DO PROJETO INTEGRADOR

O Projeto Integrador é realizado ao longo do segundo e do terceiro anos do curso e os resultados obtidos pelos estudantes são considerados como uma avaliação parcial em todas as disciplinas envolvidas. As disciplinas que participam do projeto são listadas a seguir:

- Segundo ano: Técnicas Avançadas de Programação, Circuitos Elétricos, Sistemas Digitais, Física e Cálculo. Pretende-se que os estudantes desenvolvam competências na área de análise de circuitos elétricos analógicos básicos e análise de sistemas digitais básicos e programação, utilizando conceitos de eletricidade e eletromagnetismo.
- Terceiro ano: Microprocessadores e Eletrônica. Os estudantes devem desenvolver competências na área de sistemas micro processados e dispositivos eletrônicos básicos.

### 2.1 Procedimentos de ensino

No *segundo ano*, os estudantes devem frequentar uma disciplina chamada Resolução de Problemas em Engenharia, que oferece uma formação de competências básicas para a realização de projetos de engenharia e trabalhar em equipes. A ementa da disciplina é a seguinte: “Gerência de Projetos. Leitura e produção de textos técnicos e científicos. Metodologia Científica, Normas Técnicas.”. A necessidade desta disciplina foi resultado de experimentação prática: no início das atividades do projeto integrado, esta disciplina formal não existia e os estudantes apresentavam grande dificuldade em diversos pontos, como (a) gestão do tempo (b) planejamento de atividades (c) relacionamento em equipes e (d) compreensão dos objetivos do projeto e da metodologia de ensino através da pesquisa. Desta forma, as aptidões a serem desenvolvidas na disciplina de Resolução de Problemas em Engenharia são:

- 1 Reconhecer e compreender problemas em Engenharia;
- 2 Agregar informações e verificar sua relevância sobre o problema proposto;
- 3 Identificar principais teorias e princípios envolvidos em problemas de engenharia;
- 4 Definir hipóteses ou suposições aplicáveis a problemas em engenharia;

- 5 Formulação do Plano de Trabalho de projetos;
- 6 Criação de documentação científica;

As atividades do Projeto Integrado são realizadas dentro de um semestre letivo, sendo necessário o desenvolvimento de um projeto distinto em cada semestre. Em um primeiro momento são definidas as equipes de trabalho. Cada equipe é tratada como um time de desenvolvimento pertencente a uma empresa fictícia, destacando previamente a figura de um líder e dois ou três liderados. Esta estrutura hierárquica tenta reproduzir o ambiente de desenvolvimento corporativo normalmente encontrado no mercado de trabalho. Nesta estrutura, o professor assume o papel não apenas de orientador, mas também de proprietário desta empresa fictícia interagindo principalmente com o líder, solicitando resultados em prazos previamente definidos. A figura de líder e liderados é trocada entre os integrantes da equipe a cada novo semestre, permitindo que cada aluno possa exercer ambos os papéis.

Os temas de projeto são escolhidos pelos próprios alunos utilizando as competências que estão sendo formadas nas diversas disciplinas do ano. O projeto é então submetido a aprovação do professor coordenador do Projeto Integrador e dos demais professores das disciplinas envolvidas. Caso um projeto não apresente correlação com as disciplinas apresentadas, ou o grau de dificuldade demonstre ser incompatível com a atual formação dos alunos, o projeto é rejeitado, devendo estes apresentarem adaptações ao projeto ou reformulação do tema.

Uma vez aprovada a proposta inicial, os alunos recebem a instrução necessária para formular um plano de trabalho compatível com o utilizado em projetos corporativos, descrevendo detalhadamente a proposta, as metas a serem alcançadas, a estimativa de custos e o cronograma detalhado do que será desenvolvido. Uma vez apresentado o plano de trabalho, este é corrigido e, se verificada sua inadequação, solicitado que seja reformulado.

Com relação aos recursos necessários para elaboração dos projetos, a universidade fornece recursos laboratoriais, tais como equipamentos de instrumentação e testes, maquetaria, e infraestrutura de laboratórios de informática e eletrônica, bem como um rico conjunto de kits didáticos na área de eletrônica embarcada (de diversos tipos e fornecedores, como Altera, Arduíno, para transmissão rádio, sensores, gps, entre outros). Além dos laboratórios de eletrônica analógica e eletrônica digital utilizados em aulas regulares, o curso mantém um laboratório aberto, onde não são alocadas aulas regulares, que pode ser utilizado pelos estudantes para desenvolver as atividades do projeto integrador em qualquer hora do dia (7h a 23h), dispondo de 3 funcionários de nível técnico, que são responsáveis pela operação dos laboratórios. Os demais insumos, como componentes eletrônicos de fácil acesso, servomotores, etc. são custeados pelos próprios alunos.

Uma vez que os alunos do segundo ano ainda não adquiriram todas as competências exigidas para elaboração de um projeto, o professor orientador ministra aulas sobre os temas e dificuldades mais comuns encontrados em projetos, utilizando a disciplina de Resolução de Problemas em Engenharia, promovendo uma discussão coletiva sobre as possíveis alternativas de implementação de cada projeto, deixando detalhes específicos a serem discutidos em reuniões restritas com cada equipe.

Semanalmente todas as equipes se reúnem com o professor coordenador do Projeto Integrador. Nestes encontros, atividades são verificadas a luz do cronograma original, e metas são definidas para o próximo encontro semanal. Cada integrante da equipe fica responsável por uma meta distinta e inequívoca, sendo que os resultados individuais apresentados na semana subsequente farão parte da avaliação individual do aluno. Pela falta de experiência, os alunos inicialmente recebem metas definidas arbitrariamente pelo professor. Ao longo do tempo, com o desenvolvimento de maior maturidade dos estudantes, as metas passam a ser sugeridas pelo líder da equipe e apenas ratificadas pelo professor orientador. A regularidade semanal nos encontros é um dos fatores determinantes do sucesso do projeto, pois permite que

dificuldades possam ser precocemente encontradas, gerando imediatas medidas de contingência. Para isto, o professor coordenador do Projeto Integrador deve ter notória experiência em projetos.

A apresentação dos projetos ao final do semestre é dividida em dois momentos. Inicialmente é definida uma data para uma pré-apresentação. Nesta data, as equipes com o projeto totalmente concluído apresentam os resultados exclusivamente para o professor coordenador. Esta pré-apresentação permite que sejam detectados problemas nos projetos a tempo de uma correção por parte das equipes. A apresentação final geralmente é marcada na semana seguinte, permitindo às equipes o tempo necessário para pequenas correções e conclusão da documentação. Nesta última apresentação, todos os professores envolvidos são convidados, bem como é permitido o acesso aos pais dos alunos, que se sentem prestigiados.

A avaliação final de cada aluno é uma composição das avaliações individuais de metas semanais, do grau de dificuldade e de sucesso do projeto apresentado, da documentação em conformidade com as normas da instituição de ensino e de um vídeo explicativo do projeto.

O resultado do projeto é registrado na forma de um relatório final e de um vídeo com aproximadamente dois minutos gravado e editado pelos próprios alunos, demonstrando principalmente a funcionalidade do projeto. Este registro histórico fica disponível como referência, podendo ser consultado via WEB por toda a comunidade no sítio <http://www.pucpr.br/graduacao/engcomputacao/projetos.php>. Adicionalmente, os estudantes divulgam seus trabalhos publicamente através do serviço de compartilhamento de vídeos YouTube (<http://www.youtube.com>), o que aumenta o fator de impacto dos trabalhos desenvolvidos.

## 2.2. Procedimentos de avaliação

Visando atender às ações pedagógicas planejadas pelo NDE e aprovadas pelo Colegiado do Curso, conforme relatado em (PEDROSO, 2010), o curso passou a utilizar critérios de avaliação individualizados, mesmo em trabalhos desenvolvidos em equipe. Neste sentido, 75% da nota é individual, obtida pelo cumprimento de metas em encontros semanais. Outros 25% serão obtidos pela avaliação global da equipe no projeto. Não são realizadas provas teóricas.

A avaliação semanal pelo professor coordenador observa:

- Pontualidade na entrega do trabalho solicitado;
- Organização do trabalho desenvolvido;
- Qualidade e coerência na apresentação;
- Verificação da solução implementada;
- Avaliação das conclusões obtidas pelos alunos;
- Correção dos trabalhos escritos.

## 2.3. Perfil do professor coordenador

O professor coordenador das atividades do projeto integrador deve possuir um perfil bastante específico. A experiência na condução das atividades mostra que a escolha de um professor coordenador é um fator fundamental para o sucesso. Bons resultados são obtidos quando o coordenador possui as seguintes características:

- Experiência em atividades de orientação de trabalhos acadêmicos;
- Experiência em atividades de gerência de projetos de engenharia;



- Formação e conhecimento técnico *prático* na área de atuação, no caso específico do curso, nas áreas de sistemas eletrônicos digitais e programação de computadores.

Além destas características, é importante que o coordenador tenha facilidade de relacionamento com os demais docentes do curso, visando a melhoria da interdisciplinariedade.

### 3 PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS

Nos 10 anos de existência do Projeto Integrador na PUCPR, foram desenvolvidos centenas de projetos – no entanto, o registro oficial iniciou apenas a 4 anos. O último registro oficial conta com 210 projetos. Atualmente, por ano são produzidos mais de 50 projetos distintos, alguns inclusive gerando patentes.

Normalmente alunos do segundo e terceiro ano dos cursos de engenharia ainda não têm experiência, tampouco conhecimento técnico aprofundado. No entanto, o projeto integrador submete estes alunos em formação inicial ao ambiente de desenvolvimento de projetos corporativos, dentro da filosofia de aprendizado baseado em pesquisa. A experiência de 10 anos do Projeto Integrador da PUCPR demonstra resultados concretos de uma formação sólida e saudável dos egressos do curso através da aplicação deste método.

O *primeiro* benefício evidente é o aprendizado prático. Ao se envolverem com projetos, os alunos enfrentam dificuldades e experimentam sucessos em áreas que dificilmente são cobertas por disciplinas acadêmicas. A experiência dada pela hierarquia entre integrantes de um grupo de desenvolvimento, o estudo e manuseio de circuitos eletrônicos que lhes serão apresentados nos próximos semestres, a integração entre eletrônica e mecânica, o respeito a prazos e demais métricas na gestão projetos, são apenas alguns dos elementos que compõem uma ampla formação de engenharia, habilidades que normalmente seriam estimuladas apenas pelas disciplinas de formação técnica.

Um *segundo* resultado importante a destacar é o auxílio indireto no aprendizado do aluno em disciplinas que orbitam o Projeto Integrador. No segundo ano, os alunos estão em formação básica de engenharia, e ainda não tiveram experiência com circuitos eletrônicos elaborados. Mesmo assim, as equipes são orientadas a utilizar estes dispositivos para a construção de seus projetos, gerando um curiosidade e interesse pessoal no funcionamento destes dispositivos. Em momento oportuno, quando estes dispositivos lhes são apresentados, uma carga emocional é adicionada ao aprendizado, aumentando o interesse do aluno sobre o tema.

Outro fator muito importante é o psicológico. No início do semestre, geralmente os alunos são tomados pela incerteza de serem capazes de desenvolver um projeto de engenharia completo. Com o passar das semanas, resultados práticos começam a ser visíveis, e os alunos começam a adquirir confiança de que alcançarão suas metas. Ao concluir o projeto com sucesso, os alunos passam a demonstrar um orgulho pelo que desenvolveram e começam a se sentir engenheiros e capazes de enfrentar obstáculos ainda maiores. Mesmo quando o projeto apresenta dificuldades e a equipe não alcança o sucesso pleno, a motivação e experiência coletiva estimula o grupo a sentir orgulho pelo trabalho desenvolvido. Este fator psicológico positivo aumenta o orgulho que o estudante sente em relação ao curso e pela instituição de ensino, sendo um fator auxiliador na redução da evasão dos acadêmicos de engenharia.

A escolha dos temas do projeto integrador é realizada pelos estudantes. Diversas vezes os estudantes apresentam projetos que surpreendem positivamente os orientadores por sua criatividade e possibilidades de aplicação prática. Durante o segundo e o terceiro ano do curso, cada equipe irá realizar quatro projetos, que devem aplicar conceitos sendo tratados nas disciplinas de formação. Por exemplo, no primeiro semestre de 2011 foram desenvolvidos projetos com os seguintes temas:

<b>Nome do Projeto</b>	<b>Descrição</b>
Bus-Bus	Sistema embarcado de segurança para identificar várias situações, através da leitura por sensores do ambiente, como desaceleração, temperatura e inclinação.
Cancela Easy Access	Sistema de controle de cancelas, com hardware e software correspondente.
Cancela Sensorizada	O projeto consiste em uma cancela com sensores para aperfeiçoar o acesso de veículos.
CIS - Color Identification System	Equipamento identificador de cores de bolinhas de tênis de mesa.
Controle de Tráfego	Projeto para controle dos semáforos das cidades, de maneira a não deixar as pessoas esperando tanto tempo nos cruzamentos.
Dado Digital	O projeto Dado Digital, referente ao quinto período do curso de Engenharia de Computação, tem como proposta desenvolver um dado acionado e pausado através de sensores, realizando contagem de um à seis através do microcontrolador 89S51.
Display P.O.V	O display do tipo POV, aproveita o efeito da persistência da retina para criar a ilusão de uma matriz de LED's no ar, escrevendo letras números e frases.
Drum Machine	O projeto baseia-se em um controlador MIDI, que ligado ao um software específico de edição/produção de áudio, simula notas, instrumentos musicas e/ou efeitos.
LWP	Elevador com prioridade.
MAOC	O objetivo do trabalho é facilitar a vida das pessoas, dar maior conforto e ajudar pessoas com dificuldades a fechar as janelas em dias de chuva.
Monitoramento Remoto de Calor - MRC	Sistema de monitoramento de temperatura de baixo custo utilizando comunicação RF, visando minimizar as consequências de um possível incêndio.
Projeto ALC	O Projeto ALC visa em melhorar a vida de muitas pessoas criando uma cortina controlada por controle remoto.
Projeto PP	O projeto Placar Portátil, é um placar para marcação de pontos para dois times, sendo que vai de 0 a 99 para ambos os lados. Facilita na marcação de vários esportes, mas a ideia surgiu como sendo um placar de truco.
Projeto Security	Sistema de alarme com a opção de ativar/desativar pelo celular
Projeto Stark	Ele é um sistema de segurança que detecta presença e possui uma webcam integrada que mostra no computador a imagem.
Projeto Susp-Down	É uma miniatura de um carro 1:16 com sua suspensão modificada de forma automatizada.
Projeto Traffic	O projeto Traffic tem como finalidade modificar o temporizador de um semáforo conforme o trânsito, ou seja, um sensor captará a passagem de carros em um determinado tempo.
Selector Parts	A escolha do projeto Selector Parts veio da idéia de facilitar a vida de grandes empresas que necessitam separar determinados tipos de peças de acordo com o seu tamanho como madeireiras que podem separar toras de arvores de acordo com seu tamanho.

SmartGate	O projeto tem por objetivo, criar um portão eletrônico usando o sistema de RFID, que consiste em um método de identificação automática através de sinais de rádio.
SpyRobot	O projeto SpyRobot surgiu da ideia de criar um robô espião controlado por um computador via rádio frequência pois existem tarefas que apresentam riscos para serem executadas por pessoas, e antes de serem executadas, é necessária uma avaliação do local através de um sistema automatizado.
Suco Mais	Projeto de uma Máquina de Suco automatizada.
Thermal Control Cooler	Sistema de refrigeração de Cooler Com Célula Peltier
Thor	Trata-se de um veículo controlado por controle remoto com um modo especial de defesa, ativado por um botão no controle remoto.
Trava Master	Trava Master constitui em uma trava acionada por senha que pode ser instalada em qualquer porta.
Trena Eletrônica	A Trena digital é capaz de medir distâncias por um dispositivo ultrassom. Foi baseada nas trenas ultrassom comerciais.

Pode ser observada a grande variedade de temas propostos pelos estudantes. Os projetos listados já se encontram disponíveis para visualização, com documento descritivo em formato PDF, diagramas de circuitos e vídeo ilustrando o funcionamento e os principais componentes envolvidos.

É intenção da coordenação do curso e da universidade incentivar a submissão de patentes, como forma de (a) incentivo e premiação aos melhores projetos desenvolvidos e (b) chamar a atenção da iniciativa privada sobre o potencial criativo que a universidade representa. Muitos projetos desenvolvidos nos últimos anos não foram patenteados e observou-se projetos semelhantes desenvolvidos em outros locais apresentaram grande sucesso, resultado em ganhos financeiros e visibilidade para seus desenvolvedores e instituições de origem.

#### 4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A PUCPR estabeleceu como meta para 2022 atingir um nível de qualidade comparado as melhores universidades mundiais. Esta meta não será facilmente cumprida – no entanto, acreditamos que o caminho para a qualidade passa necessariamente pela formação da habilidade de “aprender a aprender”. A opção pela utilização da pesquisa como um dos métodos para atingir este objetivo está de acordo com o direcionamento institucional, onde também há um forte investimento na criação e manutenção de cursos de mestrado e doutorado vinculados com os cursos de graduação. No entanto, a utilização de estudantes em projetos de pesquisa científica, embora importante, não consegue atingir a grande massa estudantil. Neste ponto, a opção de implementação do Projeto Integrador atinge a totalidade do corpo discente, em um projeto de engenharia que tem a pesquisa como ferramenta para o desenvolvimento de competências.

Adicionalmente, o grau de comprometimento do estudante com o curso aumentou após a implementação do projeto integrador. No entanto, como reflexo negativo, percebe-se que os estudantes tendem a estabelecer a conclusão do projeto integrador como atividade prioritária em relação às demais disciplinas – fato que mereceu a atenção da coordenação do curso nos últimos anos.

O profissional egresso do curso encontra atualmente uma boa reputação acadêmica de formação, com o setor empresarial reconhecendo plenamente a capacidade de “aprender a aprender” que o egresso carrega para sua vida profissional. Para o cenário de constante atualização tecnológica, da rapidez como o conhecimento técnico torna-se obsoleto, esta capacidade é o que diferencia os bons profissionais.

Os bons resultados obtidos justificam o investimento realizado pela universidade no Projeto Integrador. Pretende-se incentivar ainda mais a participação de alunos e professores no projeto através do financiamento da submissão de patentes sobre os projetos desenvolvidos, onde se espera obter um grande envolvimento da comunidade acadêmica nesta atividade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTOMÉ, Silvio Paulo et al. **Diretrizes para o ensino de graduação: o projeto pedagógico da Pontifícia Universidade Católica do Paraná**. Curitiba: Editora Champagnat, 2000.

DELORS, **Educação um Tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, 1998.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 2ª ed. São Paulo: Autores Associados, 1997.

KNAUT, Michelle Souza Julio, Ensino Através da Pesquisa: Algumas Implicações. **Anais: III Simpósio Internacional e VI Fórum Nacional de Educação**, Torres-RS, 2009.

PEDROSO, Carlos M., Estratégias para retenção e recuperação de estudantes com deficiência em fundamentos de matemática, **Anais: XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia**, Fortaleza, 2010.

## INTERDISCIPLINARY PROJECT IN COMPUTER ENGINEERING: REPORT OF 10 YEARS OF EXPERIENCE

***Abstract:** This paper shows the experience acquired with the execution of an interdisciplinary project for the last 10 years in the undergraduate course of Computer Engineering. The interdisciplinary project has proved a very important teaching tool for building skills that go beyond the technical skills of the future engineer, and that includes the ability to work in teams, planning and time management and delivering presentations as well as being also a student retention factor. This paper presents the methodologies used in conducting the project, assessment procedures, the profile of the teacher coordinator of the project, as well as key results from its implementation and future possibilities.*

***Key-words:** Teaching, Research, Interdisciplinarity.*