



## PROPOSTA E IMPLANTAÇÃO DE UM DESAFIO TECNOLÓGICO NA DISCIPLINA INTRODUÇÃO À ENGENHARIA ELÉTRICA

**Ewaldo Luiz de Mattos Mehl** – mehl@eletrica.ufpr.br  
Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Elétrica  
Centro Politécnico – Bairro Jardim das Américas  
CEP 81531-990 – Curitiba - Paraná

***Resumo:** Recentemente a Universidade Federal do Paraná (UFPR) criou no currículo do Curso de graduação em Engenharia Elétrica uma nova disciplina chamada "Introdução à Engenharia Elétrica" com o objetivo de motivar os "calouros" para o curso que escolheram. Nessa disciplina, além de palestras e visitas técnicas, julgou-se interessante propor aos alunos a execução de um trabalho prático simples, de modo a demonstrar as etapas básicas de um projeto de Engenharia. Este projeto foi implementado a partir de 2002 na forma de um Desafio Tecnológico, segundo o qual os alunos - divididos em equipes - são solicitados a construir um pequeno veículo impulsionado unicamente por uma hélice acionada por um motor elétrico. Cada equipe foi encarregada de projetar e construir o seu veículo segundo regras definidas e uma competição entre as equipes apontou o projeto de melhor desempenho. A competição, no entanto, teve como objetivo unicamente motivar os participantes para a construção dos veículos; a nota atribuída a cada equipe foi baseada num Relatório de Projeto, e não pelo desempenho ou velocidade alcançada pelo veículo. O presente trabalho apresenta os resultados obtidos com a proposta implementada, concluindo pela validade do Desafio Tecnológico como elemento motivador aos alunos de graduação.*

***Palavras-chave:** Projeto Pedagógico, Inovação Curricular, Educação em Engenharia*

### 1. MOTIVAÇÃO PARA UMA REFORMA CURRICULAR NO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFPR

O nascimento do Curso de Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Paraná (UFPR) deu-se em 1968, na então chamada "Escola de Engenharia", contando com um forte apoio da empresa de energia elétrica do Estado do Paraná, a COPEL (Companhia Paranaense de Energia). Na ocasião a COPEL crescia em ritmo acelerado, através da absorção de pequenas empresas municipais e particulares, e necessitava de Engenheiros Eletricistas para seus quadros, fator que a motivou a apoiar a criação de um curso nessa modalidade na UFPR, cedendo inclusive muitos de seus profissionais para o quadro inicial de docentes. Isto posto, o Curso de Engenharia Elétrica da UFPR teve um direcionamento inicial à área de Sistemas de Potência, com um currículo voltado à formação de Engenheiros voltados ao planejamento e à operação de grandes sistemas elétricos. Em 1976, agora com a colaboração da TELEPAR - Telecomunicações do Paraná S.A., o Curso de Engenharia Elétrica da UFPR lançou uma ênfase em Telecomunicações, adicionando ao currículo uma série de disciplinas nessa área, mas mantendo a linha principal como um curso de Eletrotécnica. Posteriormente, na década de 1980, um novo ajuste curricular introduziu a ênfase em Eletrônica, motivada principalmente pela criação da CIC - "Cidade Industrial de Curitiba" pela Prefeitura

Municipal, fato que levou ao estabelecimento local de empresas fabricantes de equipamentos eletrônicos e à necessidade de quadros especializados nessa área.

Tendo em vista tal evolução histórica, quando a Coordenação do Curso decidiu propor uma reforma curricular em 1997, a situação que se deparava era de um currículo que havia sofrido uma série de adaptações ao longo dos anos, porém mantendo o seu arcabouço básico de um curso na área de Sistemas Elétricos de Potência. Na ênfase em Eletrotécnica percebia-se um direcionamento à área de implantação e operação de Sistemas de Potência, que pode ser atribuída à atuação profissional dos professores junto a COPEL na época da fundação do curso. Por outro lado, as disciplinas de telecomunicações voltam-se basicamente ao serviço de telefonia pública, atividade exercida pela TELEPAR. Dessa forma, apenas a ênfase em Eletrônica permitia uma formação mais ampla, já que por ter surgido em tempo posterior não sofreu influência direta de uma determinada empresa. Não se deve, no entanto, considerar o aspecto negativo desse direcionamento à COPEL e a TELEPAR fora do contexto da época em que tal foi realizado, já que na ocasião essas empresas acolhiam a maioria dos egressos do curso. Porém, no final da década de 1990 tal constatação era assustadoramente comprometedor. De fato, a maioria dos estudantes vinha optando por seguir a ênfase em Eletrônica, que era considerada com um currículo mais atualizado; em 1998, por exemplo, 85% dos formandos haviam optado pela ênfase em Eletrônica. Tal situação vinha ocasionado um número elevado de alunos nas turmas específicas de Eletrônica e poucos alunos em disciplinas de Eletrotécnica e de Telecomunicações. Além de comprometer o desempenho didático e dificultar o planejamento da carga horária dos docentes, essa concentração de alunos na ênfase em Eletrônica demonstra de forma evidente a falta de atualidade do currículo. Com o surgimento da telefonia celular e a privatização do sistema TELEBRÁS, houve uma grande demanda por Engenheiros na área de Telecomunicações, observando-se na UFPR um certo aumento na opção por essa ênfase. Apesar disso, os próprios professores das disciplinas de Telecomunicações reconheciam a necessidade de urgentes reformulações, tendo em vista os notáveis avanços ocorridos recentemente nessa área e às mudanças que se delineavam no sistema de Telecomunicações brasileiro.

As principais características do currículo do Curso de Engenharia Elétrica da UFPR vigente na ocasião, que mereceram atenção para a elaboração de uma proposta de ampla reformulação curricular, eram:

- A carga horária total era superior a 4900 horas em média, resultando em cargas semanais de aulas da ordem de 35 horas. Com isso, os alunos freqüentemente reclamavam de falta de tempo para estudar e muitas vezes optavam por faltar uma aula para estudar para outra disciplina.
- O encadeamento de disciplinas por meio de pré-requisitos era extremamente rígido. A consequência, em caso de reprovação de certas disciplinas, era a extensão obrigatória do curso além dos 5 anos de duração prevista, sem possibilidade de recuperação.
- A divisão do curso em três "ênfases" estanques foi considerada incompatível com as exigências atuais do mercado de trabalho, que demandam profissionais com formação ampla e geral, que possam facilmente adaptar-se a evolução técnica do setor. Alguns alunos tentavam superar essa deficiência através da formação em duas ênfases simultaneamente, mas tal atitude demandava um número ainda maior de horas-aula, dificilmente compatíveis em horários.
- A ênfase em Eletrotécnica era escolhida por um número reduzidíssimo de alunos. Os alunos justificam seu pouco interesse nessa ênfase em função da estagnação por que passava o setor de geração de energia elétrica no Brasil, em face do anúncio de futura privatização das concessionárias de energia elétrica. A ênfase em Telecomunicações chegou a enfrentar igual problema, recuperando-se em parte devido às ofertas de emprego crescentes na área a partir de 1996. Tais fatos mostram que a estrutura em ênfases rígidas

era de difícil administração, ocorrendo flutuações na procura pelos alunos em função de fatores de mercado.

- Não havia disciplinas optativas. Todas as disciplinas de cada ênfase eram obrigatórias. Na prática permitia-se aos alunos de uma ênfase cursarem as disciplinas das outras ênfases a título de "optativas", mas não havia mecanismos legais que possibilitassem à Coordenação do Curso considerar os créditos obtidos dessa forma na integralização curricular. Com isso, existia de fato um desestímulo a que o aluno diversificasse sua formação. Também, pela falta de disciplinas optativas, a evolução rápida da Engenharia Elétrica era dificilmente absorvida pelo currículo vigente, com ementas fixas e que não sofriam revisão há muitos anos.
- A periodização das disciplinas era anual, fato que foi considerado inconveniente, tanto sob o ponto de vista administrativo como sob o aspecto didático.
- Apesar de existir no Currículo a exigência de Estágio Profissional, tal atividade devia ser realizada ao mesmo tempo em que o aluno estava tendo uma carga horária elevada de aulas. O resultado era o prejuízo ao estágio ou às aulas, pois se tornava muito difícil aos alunos conciliarem a carga de trabalho com a das aulas. Não se podia também, no currículo então vigente, realizar estágios fora da região metropolitana de Curitiba, pois o aluno deveria comparecer diariamente também às aulas na UFPR.
- Observou-se que a carga horária elevada foi adotada como resposta às interpretações que se davam na ocasião à Resolução 48/76 do Conselho Federal de Educação, de 27 de abril de 1976, que fixou os mínimos de conteúdo e de duração dos cursos de graduação em Engenharia e definiu suas áreas de habilitações, incluindo entre elas a Engenharia Elétrica. De modo geral verificou-se que o conteúdo programático das disciplinas podia ser ministrado em tempo consideravelmente menor do que estava previsto no currículo. Comprovou-se essa afirmação simplesmente observando que a maior parte dos docentes costumam encerrar as aulas antes do horário previsto. Outros adotavam procedimentos didáticos lentos, como o hábito de transcrever suas notas de aula no quadro-negro, estendendo a duração das aulas. Isto posto, de modo geral a maioria das disciplinas podia ter sua carga horária de aulas reduzida significativamente e mantendo-se a mesma ementa. Ao contrário do que seria de se imaginar, tal redução não comprometeria o conteúdo a ser ministrado, bastando o docente adotar técnicas mais modernas de ensino e cumprir integralmente o horário previsto para as aulas.
- O currículo então vigente era permeado por uma relação professor-aluno tradicional e antiquada. O sistema de pré-requisitos levava o aluno a ver as disciplinas como barreiras a serem transpostas para que chegasse ao momento ansiado da colação de grau e não como oportunidades de aprendizado.
- Observava-se um desestímulo à permanência do aluno no curso, notadamente nos primeiros anos, pela concentração de disciplinas básicas ministradas por outros departamentos didáticos, como Física, Matemática e Desenho. Ou seja, o estudante tinha poucas disciplinas na área de Eletricidade no primeiro e no segundo ano do curso, ficando muitas vezes em dúvida sobre a real utilidade dos conceitos que lhes eram ministrados.

A elaboração de uma proposta de ampla reformulação curricular para o Curso de Engenharia Elétrica da UFPR, apesar do consenso entre o corpo docente sobre a sua necessidade, demandou porém um longo trabalho até a sua conclusão. Somente no início de 2002 a reforma curricular conseguiu ultrapassar todas as barreiras burocráticas que se impuseram e encontrava-se em condições de ser implementada. O objeto geral do presente trabalho é descrever portanto a implantação de uma nova disciplina chamada *Introdução à Engenharia Elétrica* no Curso de Engenharia Elétrica da UFPR e, mais especificamente, a

experiência realizada na forma de um *Desafio Tecnológico* no âmbito da citada disciplina, realizada com as duas primeiras turmas que ingressaram na instituição já no novo currículo.

## 2. IMPLANTAÇÃO DO NOVO CURRÍCULO

O currículo que foi proposto a partir de 2002 para o Curso de Engenharia Elétrica da UFPR reúne as seguintes características básicas:

- Foi reduzida a carga horária total do Curso para pouco mais de 4000 horas.
- Proposta de modificação profunda na relação professor-aluno, através da inclusão de mecanismos que visam transformar o aluno-passivo em aluno-ativo, ao mesmo tempo em que o professor passa a ser visto como orientador do estudo e não como detentor de uma verdade a ser exposta no quadro-negro.
- Oferecimento de disciplinas unicamente em regime semestral, em oposição ao Currículo então vigente, no qual verifica-se uma ampla maioria de disciplinas anuais e algumas poucas disciplinas semestrais. A justificativa da implantação do regime de matrícula semestral está relacionada à proposta de implantação de regime seriado nas seis primeiras séries.
- Inclusão de uma grande quantidade de Disciplinas Optativas, a serem escolhidas livremente pelos alunos dentre um conjunto de disciplinas aprovado periodicamente pela Coordenação do Curso, permitindo uma formação diferenciada. Ao mesmo tempo, a adoção dessa sistemática possibilita que o Currículo seja constantemente adaptado à evolução técnica da Engenharia Elétrica, sem a necessidade de freqüentes ajustes no caso da adoção de um rol de disciplinas fixo.
- Utilização de um mecanismo misto de matrícula, adotando-se para os primeiros seis semestres o regime seriado e para os últimos o regime de créditos, simplificando os procedimentos administrativos de controle acadêmico.
- Inclusão de mecanismos destinados a evitar a evasão precoce, principalmente observada nos primeiros anos do atual currículo. Entre elas, encontra-se a criação da disciplina *Introdução à Engenharia Elétrica* no primeiro período, destinada a prestar informações básicas sobre a profissão de Engenheiro Eletricista e motivar os alunos ao curso escolhido.
- Obrigatoriedade de realização de um Estágio Supervisionado, necessário para a prática profissional, com a possibilidade do aluno dedicar-se em um semestre letivo integralmente a essa atividade.
- Obrigatoriedade de desenvolvimento de uma Monografia de Fim de Curso, com caráter integrador dos conhecimentos adquiridos nas diversas disciplinas do curso.
- Fim da compartimentalização das atuais ênfases, permitindo que o aluno opte doravante por um conjunto de disciplinas além daquelas características de uma área específica.

## 3. A DISCIPLINA *INTRODUÇÃO À ENGENHARIA ELÉTRICA* NA UFPR

A proposta de criação de uma disciplina de *Introdução* nos cursos de Engenharia tem sido prática recente porém comum no Brasil. Diversas experiências tem sido descritas, como por exemplo por BAZZO & PEREIRA (1996) e CUNHA JÚNIOR (1997); nesse aspecto a proposta implementada na UFPR não tem caráter inovador ou inédito. No entanto, conforme sugerido por NITZ et alii (1998), é interessante incluir, nas disciplinas de *Introdução à Engenharia*, atividades de natureza prática, o que nem sempre é fácil de ser feito pelo fato dos estudantes estarem iniciando os seus cursos. Em Engenharia Elétrica, pode-se, por exemplo, solicitar a montagem de algum circuito eletrônico simples como atividade prática, mas uma proposta desse tipo sofreria o risco de privilegiar estudantes que tiveram formação técnica no

ensino médio. Ou seja, é comum questionar-se que tipo de atividade prática poderia ser levada a efeito no âmbito de uma disciplina de *Introdução à Engenharia Elétrica*.

Na origem da proposta de uma disciplina de *Introdução à Engenharia*, encontra-se a preocupação de motivar os "calouros" para o curso que escolheram. É sabido que nos primeiros semestres dos cursos universitários ocorre o maior número de desistências, fato que é particularmente preocupante nas universidades públicas, onde a gratuidade do ensino já faz pressupor que tal abandono dificilmente seria devido a problemas econômicos. Na maioria dos casos, os alunos desistem do curso por problemas de vocação e de motivação, já que os primeiros semestres dos cursos de Engenharia tem um número elevado de disciplinas básicas, onde os estudantes se sentem muitas vezes sem saber a real utilidade de tantos conceitos, fórmulas e teoremas. No caso da disciplina *Introdução à Engenharia Elétrica* implementada na UFPR, a disciplina foi ministrada na forma de uma série de palestras, as primeiras das quais foram ministradas pelo Chefe do Departamento de Engenharia Elétrica da instituição, o qual ficou encarregado pelo andamento da disciplina. Essas palestras iniciais tiveram como objetivo descrever a instituição e o seu funcionamento, mostrar a história do Curso de Engenharia Elétrica no Brasil e na UFPR e deixar os estudante à par da estrutura curricular, do regime de matrículas e outros procedimentos adotados na instituição. Em seguida, o professor responsável pela disciplina fez algumas palestras sobre a história da Eletricidade, da Eletrônica e das Telecomunicações, com o intuito de inserir a evolução da Engenharia Elétrica na perspectiva da evolução técnica, econômica e social da humanidade. Encerrada essa etapa inicial, a cada semana os estudantes tiveram palestras proferidas por convidados contatados previamente pelo professor responsável pela disciplina. Esses convidados, muitos dos quais são ex-alunos do próprio Curso de Engenharia Elétrica da UFPR, deram testemunhos de suas carreiras técnicas, numa tentativa de mostrar as várias facetas da profissão de Engenheiro Eletricista. Foi convidado também um Engenheiro membro da Câmara de Engenharia Elétrica do CREA/PR, que fez uma palestra sobre o funcionamento do sistema CONFEA/CREA e as atribuições profissionais do Engenheiro Eletricista. Através de contatos com a COPEL, foi possível também levar os alunos matriculados na disciplina em uma visita técnica à Usina Hidrelétrica "Governador Parigot de Souza", localizada a cerca de 100 km de Curitiba, no litoral do Paraná. Esse empreendimento foi escolhido inicialmente por sua relativa proximidade do *campus* da UFPR, fato que facilitou o deslocamento dos alunos. Além disso, trata-se de uma usina de concepção extremamente interessante sob o ponto de vista de Engenharia, com sua casa de força alojada em grandes cavernas escavadas no maciço rochoso da Serra do Mar. A visita a essa usina hidrelétrica foi, portanto, considerada pelos próprios alunos como uma espécie de "aventura", bem à propósito para despertar o seu interesse pela Engenharia.

### **3.1 O Desafio Tecnológico proposto na disciplina *Introdução à Engenharia Elétrica***

A disciplina *Introdução à Engenharia Elétrica* passou a ser ofertada na UFPR a partir de 2002. Desde a proposição inicial dessa disciplina, julgou-se interessante propor aos alunos a execução de um trabalho prático simples, de modo a demonstrar as etapas básicas de um projeto de Engenharia. Buscando idéias para tal projeto, reuniram-se os seguintes requisitos:

- O projeto deveria envolver, de alguma forma, a eletricidade e/ou a eletrônica.
- O projeto não poderia ser extremamente complexo ou que demandasse conhecimentos avançados de eletricidade e/ou de eletrônica, para ser executado por estudantes que tivessem somente os conhecimentos básicos de eletricidade adquiridos no ensino médio.

- O projeto não poderia demandar o uso de ferramentas ou instrumentos sofisticados. O ideal seria que o projeto pudesse ser feito na própria residência dos alunos, com as ferramentas normalmente disponíveis no ambiente doméstico.
- O projeto deveria ser tal forma complexo que justificasse ser realizado em grupo, para incentivar que os alunos recém admitidos na instituição se conhecessem e trabalhassem em equipe.
- O projeto deveria ter algumas regras rígidas a serem seguidas, ao mesmo tempo em que deveria deixar margem para variações de forma a incentivar a criatividade dos alunos. Ou seja, o projeto deveria demonstrar que em Engenharia não existe uma única "resposta correta" a um determinado problema proposto; ao contrário, há múltiplas soluções, cada qual com suas vantagens e desvantagens, que emergem a partir de uma especificação básica.
- O projeto deveria ser possível de ser aplicado em algum tipo de processo competitivo, de modo que cada equipe pudesse de alguma forma demonstrar que a sua solução era melhor do que a apresentada pelas demais equipes.
- O projeto deveria ser possível de ser completado com baixo custo e, se possível, usando materiais reciclados tais como papelão, plástico, madeira.
- O projeto deveria dar margem à confecção de um Relatório Técnico, onde os alunos mostrassem as etapas seguidas até a solução.
- O projeto deveria ser capaz de ser executado em cerca de 3 meses, de modo à ser completado até o final do período letivo.

Buscando idéias de um projeto de execução relativamente simples e que preenchesse os requisitos citados, o professor responsável pela disciplina deparou-se com a proposta de um "Veículo Mecatrônico" (BRAGA, 2002), publicado na Revista Mecatrônica Fácil, Ano 1, Nº 2, Janeiro 2002. Com base nessa idéia, foi então proposto aos alunos da UFPR matriculados na disciplina *Introdução à Engenharia Elétrica* em 2002 um *Desafio Tecnológico* na forma da construção de um pequeno veículo impulsionado unicamente por uma hélice acionada por um motor elétrico. Propôs-se que os estudantes matriculados na disciplina se organizassem em equipes, sendo que cada equipe deveria projetar construir o seu veículo segundo regras definidas. Uma competição entre as equipes apontou o projeto de melhor desempenho. A competição, no entanto, teve como objetivo unicamente motivar os participantes para a construção dos veículos; a nota atribuída a cada equipe foi baseada num Relatório de Projeto, e não pelo desempenho ou velocidade alcançada pelo veículo.

### **3.2 Regras do *Desafio Tecnológico***

Cada equipe foi formada por um número mínimo de 03 (três) e um número máximo de 06 (seis) alunos. Inicialmente foi solicitado a cada equipe deverá entregar até o dia 10 de julho de 2002, ao professor responsável pela disciplina, um "requerimento de inscrição" contendo os seguintes dados:

- Nomes de todos os componentes da equipe;
- Nome da equipe;
- Lema da equipe, na forma de uma frase.
- Meios de contato com a equipe, tais como e-mail e/ou telefones.

Cada equipe devia construir por seus próprios meios um veículo de pequeno porte, com as seguintes características obrigatórias:

- O veículo podia ter qualquer tamanho ou formato, desde que se encaixasse nas seguintes dimensões máximas: 0,50 m de comprimento; 0,20 m de largura; 0,25 m de altura.
- O veículo devia ter obrigatoriamente rodas, sendo essas em qualquer número e diâmetro desejado.
- A única fonte de energia permitida era pilhas ou baterias elétricas de qualquer tipo, tensão, peso, tamanho, capacidade ou potência.
- Era permitida a instalação de um único motor elétrico em cada veículo, sendo tal motor de qualquer tipo, tensão, peso, tamanho ou potência.
- Ao motor devia estar mecanicamente acoplada uma hélice com diâmetro máximo de 0,14 m.
- O único meio de tração permitido era a pressão de ar produzida pela hélice, não sendo permitido que o motor tivesse outra função além de girar a hélice.
- A hélice podia ser de qualquer tipo ou material, com o número de pás que se julgar apropriado, desde que respeitando o diâmetro máximo de 0,14 m.
- Era permitida a instalação da hélice tanto na parte dianteira como na parte traseira do veículo; era permitida, no entanto, uma única hélice em cada veículo.
- O veículo devia ser capaz de andar em linha reta, não sendo necessária a adoção de mecanismo para execução de trajetórias curvas.
- O veículo devia ostentar obrigatoriamente a sigla UFPR o nome da equipe grafado em letras de no mínimo 1 cm de altura, em ambas as superfícies laterais.
- Era permitida a afixação de propaganda nos veículos, desde que essa não promovesse o consumo de bebidas alcoólicas, fumo ou drogas.

Cada veículo devia ser dotado de um circuito eletrônico de controle, que permita a um operador humano controlar o acionamento do motor elétrico durante a competição. Tal controle obrigatoriamente era feito por meio de uma lanterna elétrica dotada de no máximo duas pilhas de qualquer tamanho, sendo portanto obrigatória a adoção de um circuito eletrônico sensível à luz. À título de sugestão, mostra-se na Figura 1 um circuito eletrônico que podia ser adotado para essa função, semelhante ao citado no artigo de BRAGA (2002) na Revista Mecatrônica Fácil.

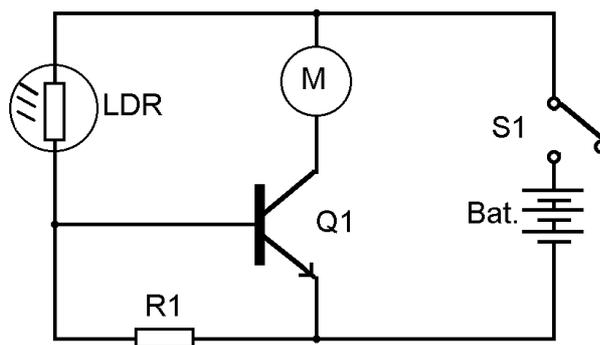


Figura 1: Circuito eletrônico sugerido para o controle do motor do veículo por meio de uma lanterna portátil.

O circuito mostrado na Figura 1 contém um sensor foto-elétrico na forma de um LDR (*light dependent resistor*), o qual apresenta baixa resistência elétrica quando é iluminado. Tal resistor está conectado ao terminal de base de um transistor bipolar Q1; quando o LDR é iluminado, injeta-se uma corrente elétrica na base do transistor, o qual passa então a conduzir a corrente elétrica entre os terminais coletor e emissor, acionando dessa forma o motor elétrico de corrente contínua M. Devido a corrente normalmente elevada requisitada pelo

motor elétrico, recomenda-se usar para Q1 um transistor do tipo *Darlington*, sugerindo-se o tipo TIP122 (fabricantes Motorola, Fairchild, National e outros). Este transistor suporta uma tensão entre os terminais coletor e emissor de 100 V, o que é mais que suficiente para a aplicação em pauta. Para que o veículo não comece a andar com a iluminação ambiente, o LDR deve ser instalado no interior de um tubo de material opaco, de modo que o mesmo só receba a luz incidente num ângulo determinado, permitindo dessa forma o acionamento do motor somente quando se ilumina o LDR pela luz proveniente da lanterna.

Era permitida a adoção de outros tipos de circuitos eletrônicos, diferentes daquele que é sugerido na Figura 1, desde que cumprissem a função de controle do motor elétrico por meio do uso da lanterna. Recomendou-se ainda aos alunos que fosse incluída no circuito da Figura 1 um interruptor S1 tipo liga-desliga em série com a alimentação proveniente das pilhas ou bateria, servindo como chave geral do circuito.

Além da divulgação das regras da competição na sala de aulas, estas ficaram também disponíveis na forma de arquivo disponível na Internet, podendo ser consultadas livremente pelas equipes participantes do *Desafio Tecnológico*.

### 3.3. Competição

A título de teste do desempenho de cada veículo, o *Desafio Tecnológico* foi realizada na forma de uma competição entre as equipes inscritas, realizada no dia 11 de setembro de 2002, a partir das 14 horas, no saguão de entrada do Centro Politécnico da UFPR em Curitiba. A competição teve um total de 20 equipes participantes. Cada equipe só podia participar do desafio com um único veículo, apresentado ao professor responsável pela disciplina na abertura da competição. Nesse instante foram efetuadas medições visando determinar se foram respeitadas as dimensões máximas do veículo mencionadas anteriormente. As regras previam que os veículos que tivessem violado qualquer daqueles limites seriam desclassificados da competição, mas todas as equipes apresentaram seus veículos perfeitamente adequados às regras estabelecidas.

A competição foi realizada por meio de corrida cronometrada por um percurso fixo de aproximadamente 20 m, no qual os veículos deviam se deslocar em linha reta. Inicialmente foi realizada uma tomada de tempo individual para cada equipe, devendo cada veículo percorrer a distância pré-determinada de 20 m a partir de uma sinalização sonora (apito). Cada equipe nomeou um operador dentre os seus membros, o qual tinha em mãos uma lanterna comum com no máximo duas pilhas, de qualquer tamanho, a qual era usada para acionar o sensor foto-elétrico existente no veículo. Durante o trajeto tal operador podia permanecer atrás, à frente ou ao lado do veículo, sem poder em momento algum tocar no mesmo e apenas cumprindo sua função de iluminar o foto-sensor. Caso o veículo recuse-se a andar ou, durante o seu trajeto viesse a parar, era dada a oportunidade de uma única nova tomada de tempo. Caso o veículo começasse a andar antes de ser dado o sinal sonoro de largada, era também dada a oportunidade de uma única nova tomada de tempo. Durante o trajeto um auxiliar do responsável pela competição cronometrava e anotava o tempo individual de cada equipe.

Já nessa etapa muitos dos veículos demonstraram falhas no projeto. Alguns veículos simplesmente recusavam-se a funcionar enquanto que outros não conseguiam seguir uma trajetória reta. Era permitido a cada equipe, após cada competição, efetuar pequenos reparos no seu veículo e/ou efetuar a troca das pilhas ou baterias, sem no entanto alterar a forma do veículo.

Após as tomadas de tempo, as equipes que apresentaram os 6 (seis) menores tempos para o percurso na etapa de classificação disputaram uma competição final, que teve como objetivo classificar os dois melhores veículos.

## 3.4 Resultados

Observou-se que as equipes envolveram-se de forma bastante intensa no projeto. Na vésperas da realização do *Desafio Tecnológico* o responsável pela disciplina obteve junto à empresa CONECTIVA, que tem sede em Curitiba, três cópias do sistema operacional LINUX para microcomputadores na versão desenvolvida pela citada empresa, decidindo utilizá-los como "prêmios" para os melhores projetos. No entanto, em vez de ofertar tais prêmios aos três primeiros classificados, decidiu-se premiar somente a primeira e a segunda equipe classificada na competição, reservando dessa forma um prêmio ao projeto que fosse considerado mais original. A escolha do projeto mais original foi feita durante a própria competição, por uma comissão formada por quatro alunos veteranos que estão participando de projetos de Iniciação Científica junto ao Departamento de Engenharia Elétrica, os quais escolheram um dos projetos onde grupo utilizou como base para o seu veículo a carcaça de um "fusca" de brinquedo. Nas Figuras 2 e 3 mostram-se fotografias de alguns momentos do *Desafio Tecnológico* de 2002 realizado na UFPR. Outras fotografias do evento estão disponíveis no *site* do Curso de Engenharia Elétrica da UFPR em:

<http://www.eletrica.ufpr.br/mehl/te040/veiculo/fotos.html>



Figuras 2, 3, 4 e 5: Alguns dos veículos construídos pelos alunos para o *Desafio Tecnológico* de 2002 e momentos da competição

## 3.5 Relatório Técnico

Juntamente com a apresentação do veículo, cada equipe entregou ao professor responsável pela disciplina um Relatório Técnico do projeto executado, contendo os seguintes itens:

- Caracterização da equipe: nomes e número de Registro Acadêmico na UFPR dos participantes, nome da equipe e lema da equipe.
- Descrição técnica do veículo, contendo dados tais como dimensões, material utilizado, características do motor e do sistema de alimentação, circuito eletrônico de comando utilizado, descrição do funcionamento do circuito eletrônico, relação de peças e componentes utilizados.
- Considerações gerais sobre o desenvolvimento do projeto, desde sua concepção inicial até a construção da versão final do veículo, enfatizando as alternativas estudadas e os testes realizados.
- Custo total do projeto, computando todos os materiais, peças e componentes adquiridos, mesmo que não tenham sido incluídos na versão final do veículo.
- Custo do veículo em sua versão final.
- Resultado de tomadas de tempo realizadas pela equipe com o veículo finalizado e eventuais versões intermediárias, para um percurso aproximado de 20 m.
- Ata simplificada de todas as reuniões realizadas pela equipe, contendo: data, local, horário, nomes dos participantes, temas discutidos e decisões tomadas.
- Conclusões.
- Referências bibliográficas eventualmente consultadas pela equipe durante o projeto, incluindo livros, revistas, catálogos e documentos online.

### **3. ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considera-se que o "Desafio Tecnológico" cumpriu seus objetivos. Verificou-se que os alunos estiveram bastante motivados para a execução dos seus projetos. Sob o ponto de vista de desempenho, no entanto, muitos veículos apresentaram problemas, principalmente de desvio de trajetória. Algumas equipes alegaram que algumas imperfeições no piso do local usado para a competição foram o motivo dos desvios verificados nos seus veículos, mas as regras da competição não estabeleciam que o pavimento fosse perfeitamente liso. Mesmo assim, em futuras versões do projeto se buscará realizar a competição numa quadra esportiva com piso regular.

Quanto aos relatórios apresentados, verificou-se que as equipes cumpriram de modo geral o que foi solicitado e demonstraram que foram experimentadas diversas alternativas até se chegar ao veículo finalizado. Com isso, procurou-se evidenciar que em Engenharia não existe uma solução única para um determinado problema, mas que se pode optar por diversas alternativas cada qual com suas vantagens e desvantagens. Por exemplo, algumas equipes optaram pelo uso de motores elétricos de elevada potência, como os utilizados em carros de autorama, e conseguiram altas velocidades nos seus veículos, mas as baterias não suportavam a carga por muito tempo, prejudicando dessa forma o desempenho na competição final. Os veículos com peso reduzido, como foi o caso de algumas equipes que os construíram com papelão, tiveram também ótimo desempenho com motores bastante simples e baratos, mas enfrentaram problemas de desvio de trajetória pelas imperfeições no piso. Em conclusão, ficou demonstrado que o objetivo de se construir um veículo dentro das regras podia ser conseguido de diversas formas, cada qual com suas vantagens e desvantagens, de forma semelhante ao que ocorre com a maioria dos desafios que se deparará, no futuro, o Engenheiro.

Entretanto, a proposta de confecção de um Relatório mostrou que os alunos de forma geral possuem pouca desenvoltura com o uso da palavra escrita. Os relatórios tendiam a ser lacônicos e as descrições eram muitas vezes confusas, demonstrando dificuldades para os alunos descreverem de forma clara o que havia sido feito no projeto. Em alguns casos, o professor teve inclusive que devolver os relatórios às equipes solicitando uma nova redação e



sugerindo melhorias, pois era praticamente impossível verificar como havia sido executado o projeto. Essa constatação serviu para reforçar a necessidade de se incluir, nos currículos de Engenharia, práticas referente à redação de relatórios técnicos, medida por sinal já adotada na UFPR. De fato, os Engenheiros são avaliados freqüentemente em sua vida profissional por meio dos relatórios técnicos que fazem em varias ocasiões e, infelizmente, o uso da palavra escrita não tem merecido atenção nos cursos de Engenharia. Foi também interessante notar que não havia qualquer relação entre a qualidade do Relatório Técnico e o desempenho do veículo na competição. Ou seja, algumas equipes parecem ter se dedicado com afinco à execução de um bom projeto sob o ponto de vista de desempenho e até de qualidade da construção do veículo, mas não souberam descrever de forma adequada o desenvolvimento desse projeto por meio do Relatório Técnico.

Os bons resultados desse trabalho fazem com que fosse recomendada sua repetição no ano letivo seguinte, dentro da mesma disciplina. Na apresentação final desse trabalho, serão incluídos os resultados do Desafio Tecnológico realizado em 2003 na disciplina Introdução à Engenharia Elétrica da UFPR, o qual está agendado para ocorrer no dia 13 de agosto de 2003.

### *Agradecimentos*

O autor agradece a colaboração da empresa Conectiva pela oferta de cópias do Sistema Operacional LINUX distribuído por essa empresa, que foram usados na premiação dos finalistas do Desafio Tecnológico realizado na UFPR em 2002.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BAZZO, W.; PEREIRA, L. T. Introdução à Engenharia, a Construção de Uma Prática de Ensino. **Revista de Ensino de Engenharia. Brasília**, n. 16, p. 12-19, 1996.

NITZ, M.; LEONHARDT, G. F.; NANNI, H. Introdução à Engenharia, uma disciplina de orientação vocacional e motivação para os estudos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 26, 1998, São Paulo: Anais. Brasília: ABENGE, 1998. p. 2677-84.

CUNHA JÚNIOR, H. O conceito de Trajetória Tecnológica na disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 25, 1997, Salvador: Anais. Brasília, ABENGE, 1997, p. 1743-57.

BRAGA, N. Veículo Mecatrônico. **Revista Mecatrônica Fácil**, Ano 1, n. 2, p. 17-23, Janeiro 2002.



## PROPOSAL AND IMPLEMENTING OF A TECHNOLOGICAL CHALLENGE ON THE COURSE OF INTRODUCTION TO ELECTRIC ENGINEERING

**Abstract:** *Recently the Federal University of Paraná (UFPR) created in the curriculum of the graduation program in Electric Engineering a new course called "Introduction to Electric Engineering" with the objective of motivating the freshmen for the program that they chose. In that course, along with lectures and technical visits, it was considered interesting to propose to the students the execution of a simple practical work, in way to demonstrate the basic steps of a Engineering Project. That project was implemented starting from 2002 in the form of a Technological Challenge, where the students - divided in teams - are requested to build a small vehicle impelled by a helix driven by an electric motor. Each team was instructed to project and to build its vehicle according to defined rules and a competition among the teams was performed to chose the best project. The competition, however, had as only objective to motivate the participants for the construction of the vehicles; the final grade attributed to each team was based on a Project Report, and not for the performance or speed reached by the vehicle. The present work presents the results obtained with the implemented proposal, ending for the validity of the Technological Challenge as a motivating element to undergraduate students.*

**Key-words:** *Program Project, Innovative Curricula, Education in Engineering*