



## O ENSINO DA ELETRÔNICA NO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**Marcello Bellodi** – bellodi@fei.edu.br

Centro Universitário da FEI – Departamento de Eletricidade  
Av. Humberto de Alencar Castelo Branco, 3972 – Bairro Assunção  
09850-901 – São Bernardo do Campo - SP

**João A. Martino** – martino@fei.edu.br

***Resumo:** Uma das grandes dificuldades que os alunos encontram quando ingressam no nível profissionalizante do curso de Engenharia Elétrica é o entendimento da matéria Eletrônica. Muitos alunos nessa fase da graduação sentem-se desconfortáveis nas primeiras aulas especialmente pelo grande volume de informação recebida, uma vez que para a grande maioria dos alunos o assunto é totalmente inédito. A fim de atenuarmos este impacto a matéria foi dividida em três disciplinas: Eletrônica I, II e III, as quais são básicas para todo o curso da Engenharia Elétrica independente da ênfase. A partir do segundo semestre letivo de 2000, implementamos um curso totalmente reformulado onde a nova metodologia de ensino implica no uso intensificado de um único livro texto adequado para o desenvolvimento das aulas teóricas das três disciplinas. A metodologia implantada aborda os componentes eletrônicos sob o ponto de vista funcional e suas aplicações nos principais circuitos eletrônicos. Na segunda fase do curso, é abordado o estudo das estruturas físicas internas dos componentes. Como resultados imediatos provenientes desta nova metodologia de ensino, notou-se uma evolução técnica significativa dos mais de 1800 alunos que já cursaram a matéria de Eletrônica desde a sua implantação ocorrida no segundo semestre de 2000.*

***Palavras-chave:** Engenharia, Metodologia, Ensino, Eletrônica, Laboratório.*

### 1. INTRODUÇÃO

Quando os alunos ingressam no nível profissionalizante da carreira de Engenharia Elétrica, uma das grandes dificuldades que eles encontram é o entendimento da matéria Eletrônica, sendo esta uma disciplina considerada básica para todo o curso da Engenharia Elétrica. Nessa fase de graduação, muitos alunos sentem-se desconfortáveis nos primeiros encontros com a matéria especialmente devido ao grande volume de informações técnicas que estão sendo transmitidas além do ineditismo do assunto, uma vez que para ingressar na carreira da Engenharia Elétrica não há como pré-requisito a formação do aluno em cursos técnicos.

Com o intuito de atenuarmos este impacto, a matéria foi dividida em três disciplinas: Eletrônica I, II e III, as quais são básicas para qualquer ênfase da Engenharia Elétrica a ser posteriormente cursada ( Eletrônica, Computadores ou Telecomunicações ). Estas modificações foram implantadas no Centro Universitário da FEI – campus SBC, a partir do 2º semestre de 2000, gerando um curso totalmente reformulado onde a nova metodologia de



ensino implica no uso intensificado de um único livro texto adequado para as aulas teóricas das três disciplinas em questão, abolindo o uso de apostilas nas aulas teóricas.

A contribuição deste trabalho é mostrar para a comunidade docente os resultados obtidos decorrentes desta nova metodologia de ensino aplicada no nosso curso de Engenharia Elétrica.

## **2. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA APLICADA E RESULTADOS OBTIDOS**

A reformulação na metodologia de ensino voltada para a matéria Eletrônica implica no uso contínuo e intensificado de um único livro texto ( SEDRA / SMITH. **Microeletrônica**. São Paulo: Makron, 2000 ), o qual foi criteriosamente selecionado para atender às necessidades atuais das disciplinas em questão.

As aulas de teoria das Eletrônicas I e II possuem uma carga semanal de 4,0 horas/semana e a Eletrônica III possui uma carga semanal de 2,0 horas. Além das aulas teóricas, as três matérias possuem também uma carga semanal adicional de 2,0 horas/aula destinadas à parte prática desenvolvidas em nossos laboratórios. É importante mencionar que o sistema dos cursos de Engenharia desenvolvidos em nossa Instituição segue o sistema semestral, 10 semestres letivos ( 05 anos ) para o curso diurno e para o noturno 12 semestres ( 06 anos ).

Esta nova metodologia de ensino implantada nos cursos das Eletrônicas, tem como ponto de partida a verificação dos componentes eletrônicos sob o ponto de vista funcional, isto é, estudam-se as suas características elétricas e aplicações nos principais circuitos eletrônicos encontrados comercialmente. Na segunda etapa de cada um dos cursos são abordadas as estruturas físicas internas dos componentes com o objetivo de justificar as características elétricas previamente apresentadas nas aulas teóricas. Os resultados obtidos com o uso desta nova metodologia demonstram um rendimento muito superior quando comparado com a anterior, a qual empregava apostilas nas aulas teóricas.

As programações das Eletrônicas I, II e III estão subdivididas aula a aula, onde o conteúdo de cada aula está relacionado diretamente com o livro texto ( página a página ). Logo, desenvolvemos um site específico para cada uma das Eletrônicas com o intuito de facilitarmos o bom andamento das disciplinas e também aproveitando os recursos disponíveis através do uso de internet. A “Figura 1” ilustra uma das telas criadas para a Eletrônica I.

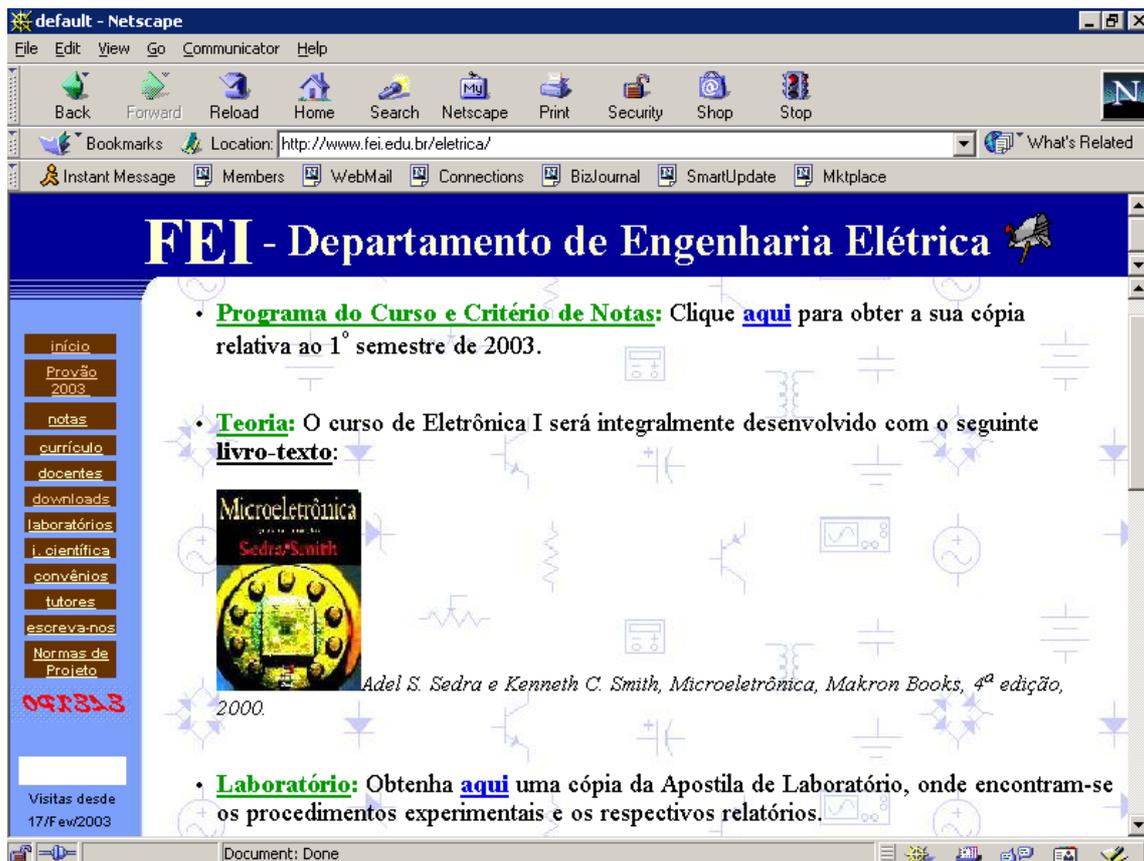


Figura 1 – Ilustração de uma tela do site criado para a Eletrônica I.

Das diversas informações que disponibilizamos no site ( materiais didáticos, informações sobre componentes eletrônicos, dicas, links, etc. ), os nossos alunos têm acesso aos programas de cada uma das disciplinas, os quais estão organizados aula a aula e também com a descrição das páginas do livro texto que serão abordadas em cada uma das respectivas aulas teóricas, conforme pode ser visualizado na figura 2. Isto é possível pois no início de cada semestre letivo, disponibilizamos nos sites os programas completos e atualizados das disciplinas. Esta facilidade inserida no nosso curso também proporciona um conforto adicional para os nossos alunos, pois caso o mesmo precise se ausentar em uma das aulas ao longo do período letivo, saberá antecipadamente qual o assunto que o professor estará lecionando na época e assim, terá a oportunidade de avaliar o tópico no livro texto, facilitando a “reposição” da aula perdida. Portanto, em um momento oportuno, o aluno terá mais facilidade para descrever as dúvidas remanescentes sobre o tópico perdido para o professor, facilitando a continuidade do aprendizado dos alunos.



**FEI - Departamento de Engenharia Elétrica**

**PLANO DE ENSINO EE514 / NE614 - Eletrônica I - 1º semestre/2003**

**1. COORDENADOR:** Prof. Dr. Marcello Bellodi

**2. PROGRAMA**

**Teoria ( 24 aulas ):**

1. Apresentação do programa da disciplina; Diodos: Introdução, características do diodo ideal. Cap. 3 - p. 115 a 124.
2. Características elétricas do diodo de junção: Equação da corrente no diodo / exercícios. Cap. 3 - p. 115 a 130.
3. Análise de circuitos com diodos: Análise gráfica - reta de carga; exercícios. Modelos simplificados de diodos, exercícios. Cap. 3 - p. 148 a 153.
4. Modelos Simplificados de diodo: continuação, exercícios. Cap. 3 - p. 153 a 156.
5. Modelo Diodo: Modelo para pequenos sinais e suas aplicações; exercícios. Cap. 3 - p. 156 a 163.
6. Circuitos retificadores: Diagrama de blocos de uma fonte de alimentação c.c.; Circuito retificador de meia onda; Retificadores de onda completa com tomada central e retificador em ponte; exercícios. Cap. 3 - p. 172 a 178.
7. Retificador com capacitor de filtro; Circuito retificador de meia onda; exercícios. Cap. 3 - p. 178 a 184.

Figura 2 – Visualização do plano de ensino da Eletrônica I, disponível no site da disciplina.

Com relação ao acompanhamento do desempenho individual de cada aluno nas aulas teóricas das Eletrônicas, são solicitadas semanalmente uma lista de exercícios. Os exercícios destas listas são selecionados do livro texto e de acordo com o tópico que está sendo desenvolvido naquele período. Ao final do curso, estas atividades também serão parte integrante do cálculo da média final, juntamente com as médias das avaliações teóricas ( duas avaliações ) e práticas realizadas ao longo do período letivo.

Para consolidar os assuntos abordados nas aulas teóricas, as três disciplinas possuem 2,0 horas semanais de atividades práticas realizadas em laboratórios. Em cada uma das Eletrônicas são desenvolvidas, em média, 08 ( oito ) experimentos práticos com entrega de um relatório por aula.

O material didático foi especialmente elaborado de tal forma a permitir que os nossos alunos tenham a oportunidade de realizar montagens e testes de diversos circuitos eletrônicos através do uso de “protoboards” ( placas comerciais no formato matrizes de pontos, utilizadas para montagens de circuitos sem a necessidade do uso de soldas ) e de placas didáticas específicas para os diversos experimentos, as quais foram projetadas e montadas nas instalações da Instituição. Estas placas didáticas possuem a facilidade da montagem de circuitos simplesmente através de conexões simples, viabilizando montagens e alterações diversas com grande eficiência.

Os roteiros experimentais são semestralmente revisados e aprimorados para posteriormente, serem disponibilizados nos sites das Eletrônicas logo no início do período



letivo. Esta prática viabiliza o acesso de todos os alunos da Instituição ao material didático de laboratório com um custo bastante baixo tanto para os alunos como para os professores, devido à simplicidade para a atualização do material bem como a divulgação do mesmo. A cópia do material de laboratório ( apostilas, datasheets de componentes, etc. ) pode ser obtida de qualquer local ( trabalho, em casa, na Faculdade, etc. ) desde que o aluno tenha acesso à internet. O acesso aos nossos sites são restritos somente aos alunos do curso, tendo o acesso liberado mediante a identificação através de um *username* e de uma senha pessoal, os quais são fornecidos aos alunos logo que ingressam na Faculdade.

De posse dos roteiros experimentais ( Apostila de Laboratório ), o aluno tem em mãos o material necessário para o desenvolvimento dos experimentos bem como a entrega do relatório. Isto é possível uma vez que os roteiros experimentais possuem campos específicos e tabelas para que os alunos possam simplesmente preencher e entregá-los ao final de cada procedimento experimental.

Com o intuito de complementarmos os conhecimentos de nossos alunos, também introduzimos nos laboratórios das Eletrônicas o uso de uma ferramenta computacional capaz de realizar simulações de diversos circuitos eletrônicos, em condições reais de operação ( montagens, polarizações, variação de temperatura de operação dos diversos circuitos, etc. ). A ferramenta utilizada é o SPICE, a qual proporciona aos nossos alunos, de uma forma bastante simples e precisa, a comparação e discussão mais detalhada dos diversos resultados observados em laboratório, além de complementar e auxiliar no entendimento dos diversos assuntos abordados nas aulas de teoria.

Uma outra contribuição dada para esta nova metodologia de ensino aplicada à Engenharia Elétrica, foi a introdução de avaliações práticas presentes nas Eletrônicas I, II e III.

Para a Eletrônica I, adotamos o seguinte critério para a avaliação da parte experimental: após a implementação das 08 experiências programadas para o curso, os alunos demonstrarão exatamente o quanto de conceitos e habilidades práticas foram acumulados ao longo do curso, através de uma avaliação individual. Esta é totalmente prática e desenvolvida nos laboratórios, onde o aluno terá 60 minutos para realizar uma determinada experiência. É importante mencionar que os experimentos solicitados nesta etapa são baseados nos que já foram desenvolvidos ao longo do período letivo no laboratório da disciplina. Cabe aqui mencionar que para este evento preparamos avaliações distintas, porém com níveis de dificuldade similares, para evitarmos que os alunos “troquem informações” ao longo do período de avaliação, o qual tem tipicamente a duração de 03 aulas, devido à grande quantidade de alunos que cursam a Eletrônica I ( em torno de 155 alunos no período diurno e mais 150 alunos no noturno ).

Nesta avaliação prática, verificamos a aptidão do aluno em utilizar instrumentos básicos de medidas ( osciloscópio e multímetro ), montar circuitos e acima de tudo, interpretar os resultados obtidos experimentalmente através da comparação com resultados esperados teoricamente.

Já para os cursos das Eletrônicas II e III, após a execução dos experimentos programados para o período letivo, os alunos serão submetidos a uma avaliação prática, porém diferenciada daquela apresentada para a Eletrônica I. Agora os nossos alunos deverão desenvolver um projeto prático direcionado e apresentá-lo ao professor no final do curso. Este projeto é desenvolvido em sala de aula e ao longo das últimas três semanas letivas, com pouca intervenção dos respectivos professores. O objetivo desta atividade é incentivar a capacidade de desenvolvimento de projetos, através da aplicação de conceitos apresentados e estudados em sala de aula até aquele período. Cabe aqui mencionar que os circuitos a serem projetados e montados pelos alunos são fornecidos usualmente na forma de diagramas de blocos ou



eventualmente parcialmente resolvidos, a fim de indicarmos qual o caminho a ser seguido para a implementação dos projetos solicitados.

Neste caso, como temos em torno de seis bancadas por aula e compostas em média de 03 alunos cada, existem pelo menos seis variáveis por turma, proporcionando projetos similares porém com características elétricas distintas. No final do período programado para entrega desta atividade, os alunos apresentam os circuitos funcionando para os seus professores para a avaliação final.

A nota a ser atribuída aos projetos é composta de duas partes idênticas, onde a primeira metade é atribuída igualmente para cada grupo através da entrega e consecutiva avaliação de um relatório escrito. A segunda metade da nota é atribuída através da arguição, onde o professor irá verificar a participação de cada aluno no desenvolvimento e montagem do circuito proposto, através do questionamento de procedimentos e cálculos aplicados à confecção do projeto. Cabe aqui ressaltar que estas atividades são semestralmente aprimoradas e atualizadas, tomando-se os devidos cuidados para não haver a repetição dos projetos implementados em semestres anteriores.

### 3. CONCLUSÕES

Os resultados oriundos da aplicação desta nova metodologia de ensino voltada para as matérias das Eletrônicas I, II e III do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário da FEI ( diurno e noturno ), demonstraram-se muito satisfatórios quando comparados aos resultados obtidos até o 2º semestre de 2000. Houve uma pequena resistência ( por parte dos alunos ) no primeiro semestre de implantação desta nova metodologia devido ao antigo hábito da utilização de apostilas em sala de aula, porém hoje o quadro é totalmente oposto: os alunos reclamam a falta de um livro texto em determinadas disciplinas presentes no nosso curso de Engenharia Elétrica, alegando que estas não são tão eficientes quanto o livro texto. Desta forma, fica mais uma vez constatado o sucesso da adoção e utilização de um livro texto em sala de aula para as disciplinas do curso de Engenharia. Com relação ao uso da internet como recurso de apoio, também houve a geração de uma série de benefícios. É tão verdade que hoje em dia quase todas as disciplinas do nosso curso de Engenharia Elétrica já estão utilizando a internet para a disponibilizarem seus materiais didáticos. Um outro fator positivo observado na nossa Instituição é que devido aos bons resultados também alcançados nos laboratórios das Eletrônicas I, II e III após a reestruturação dos cursos, boa parte das disciplinas do curso de Engenharia Elétrica também implantaram avaliações práticas em seus laboratórios.

## TEACHING ELECTRONICS IN ELECTRICAL ENGINEERING

**Abstract:** *One of the greatest problems that our students have when they start the electrical engineering course is to understand the basic concepts of electronics. The students do not feel so comfortable during the first classes due to great volume of new information that are seen at classroom, once these topics usually are complete new for them. In order to reduce this impact, the subject was divided in three parts: Electronics I, II e III, which are basic for the*



*all students that will study Electrical Engineering. In '2000 ( 2<sup>nd</sup> semester ), the electrical engineering basic level course was totally reformulated, where it was introduced the intensified use of a specific technical book during all classrooms, instead of using just notes. In this new methodology of teaching electronics, initially is presented for the students the electronics devices and its applications in several circuits. After it, is presented its physical behavior in order to justify its functionality in the circuits. As results from this new methodology, it was notice a great improvement in the technical knowledge over more than 1,800 students since august'2000.*

**Key-words:** *Engineering, Methodology, Teaching, Electronics, Laboratory.*