JOSÉ AQUILES BAESSO GRIMONI

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL – UMA PROPOSIÇÃO PARA AUMENTAR O DESEMPENHO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM EM CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA COM ÊNFASE EM ENERGIA ELÉTRICA

Tese de livre docência apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Livre Docência.

Área de Concentração: Engenharia Elétrica: Energia

Defendida: 31/5/06
nomeado: 02/09/06

São Paulo
2006

CONSULTA
FT-2282

JOSÉ AQUILES BAESSO GRIMONI

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL – UMA PROPOSIÇÃO PARA AUMENTAR O DESEMPENHO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM EM CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA COM ÊNFASE EM ENERGIA ELÉTRICA

Tese de livre docência apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Livre Docência.

Área de Concentração: Engenharia Elétrica: Energia

São Paulo
2006

SYSNO: 1593766
18/09/06.

Ficha Catalográfica

Grimoni, José Aquiles Baesso
Reflexões Sobre o Ensino de Engenharia no Brasil – Uma Proposição para Aumentar o Desempenho do Processo de Ensino-Aprendizagem em Cursos de Engenharia Elétrica com Ênfase em Energia Elétrica/ José Aquiles Baesso Grimoni. – São Paulo, 2006.
192 f

Tese (Livre Docência – Área de Concentração: Energia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

1. Ensino Engenharia 2. Engenharia Elétrica 3. Energia I .Título

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

REITORIA

Proc. USP nº 89.1.769.3.7
Portaria nº 1440
1686/aca

A REITORA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, usando de suas atribuições legais, **E X P E D E** a presente Portaria para declarar que tendo JOSE AQUILES BAESSO GRIMONI, Professor Doutor, ref. MS-3, do QDUSP-PG, em Regime de Dedicação Integral à Docência e à Pesquisa, lotado na Escola Politécnica (Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas), obtido o título de Livre-Docente, conforme elementos constantes do Processo USP nº 89.1.769.3.7, fica, a contar de **11/08/2006**, designado para exercer a função de Professor Associado, ref. MS-5, do mesmo Quadro, Parte, Regime e Lotação, nos termos do artigo 84 do Estatuto da Universidade de São Paulo.

Reitoria da Universidade de São Paulo, 31 AGO 2006

SUELY VILELA
Reitora

Por Delegação da M. Reitora
Art. 42 do Estatuto da USP
FRANCO MARIA LAJOLO
Vice-Reitor

Dedicatória

A Vera, Guilherme e Bianca,
que são as razões desta jornada e aos meus pais.

Agradecimentos

Agradeço ao amigo e colega de departamento, professor Octávio Ferreira Affonso, pela ajuda no fechamento deste trabalho e pelos inúmeros conselhos, sempre sábios.

Agradeço ao amigo e colega de departamento, professor Dr. Luiz Cláudio Ribeiro Galvão, o incentivo em realizar este trabalho e as suas sugestões, sempre positivas;

Agradeço ao amigo e colega de departamento, professor Dr. José Roberto Cardoso, o incentivo às atividades de ensino e as suas contribuições a este trabalho;

Agradeço em particular ao amigo e colega de turma , professor Dr. Walter Kaiser o apoio e a ajuda;

Agradeço ao amigo e colega de departamento, professor Dr. Geraldo Francisco Burani a confiança , o apoio e incentivo;

Agradeço ao também amigo e professor da Epusp e companheiro de luta da causa do ensino de engenharia, professor Dr. Osvaldo Shigeru Nakao, a ajuda, o incentivo e a troca de experiências;

Agradeço aos também colegas e professores da Epusp, Dr. Paulo Cugnasca e Dr. Wilson Komatsu, o envio rápido e preciso de muitas informações solicitadas;

Á Srta. Enaége Dalan Sant' Ana, assessora da diretoria da Epusp, o fornecimento de excelente material referente à história da Escola Politécnica da USP;

Ao funcionário Alex Eduardo Guerlando da Comissão de Graduação da Epusp o envio de documentos importantes para a elaboração deste trabalho;

Agradeço a todos os alunos que orientei em trabalhos de formatura, em iniciação científica e os de mestrado e doutorado, que permitiram com seus trabalhos enriquecer esta tese;

Agradeço aos diversos alunos do nosso curso de Engenharia Elétrica – ênfase Energia e Automação Elétricas, a cooperação na resposta de inúmeros questionários de avaliação e a ajuda na montagem e gerenciamento de diversas disciplinas, que utilizam a ferramenta de Internet – Moodle;

Agradeço a todos que me incentivaram e ajudaram na execução deste trabalho.

Resumo

Grimoni, José Aquiles Baesso **Reflexões Sobre o Ensino de Engenharia no Brasil - Uma Proposição para Aumentar o Desempenho do Processo de Ensino-Aprendizagem em Cursos de Engenharia Elétrica com Ênfase em Energia Elétrica.** 2006 – 200 f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo., 2006

Os jovens de hoje vivem em um mundo saturado de informação, que se torna obsoleta numa alta velocidade, mas esta rápida mudança dos produtos e processos não chegou ao processo de ensino e aprendizagem nas escolas. Este fenômeno provoca nos alunos um comportamento apático quanto às aulas tradicionais em que o professor ainda é o centro do processo e se utiliza essencialmente de técnicas tradicionais como o giz e a lousa. O aluno vive no mudo da Internet, da TV a cabo, do celular, e ao entrar na sala de aula parece voltar para o século XIX, o que causa uma tremenda frustração e desmotivação.

Ficam as perguntas que espero este trabalho ajude a responder:

- Como atrair os melhores alunos?
- Como mantê-los motivados e produtivos?
- Como aumentar o desempenho no processo de ensino-aprendizagem de disciplinas de um curso de Engenharia?

Este trabalho propõe-se a discutir uma nova visão pedagógica para as disciplinas e os cursos de engenharia, através das experiências do autor no ensino de Engenharia Elétrica – ênfase energia e automação elétricas na Epusp e da proposta de como desenvolver e acompanhar o desempenho de disciplinas de um curso de Engenharia. Para isto, inicialmente é traçado um perfil dos cursos de engenharia no Mundo e no Brasil, em seguida, é analisada a legislação que define as estruturas curriculares e as atribuições profissionais e depois é discutido o desempenho atual dos cursos de engenharia elétrica por meio de uma análise do Exame Nacional de Cursos – (Provão), que funcionou entre os anos 1998 e 2003 e foi substituído pelo Sinaes e o Enade em 2004.

Palavras Chaves : Ensino, Engenharia, Energia, Desempenho

Abstract

Grimoni, José Aquiles Baesso – **An Examination of Engineering Teaching Methods in Brasil - A proposition for an increase in performance of the Teaching/ Learning Processes of Electrical Power Engineering Programs.**
2006 – 200 f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006

Young people of present days live in a world saturated with information which is characterized by high rate of obsolescence and which lacks value because judgment on its pertinence is left to an inexperienced user. These features lead students into a stunned behavior generated by lack of understanding of the complementarities of the traditional usage of solving students' doubts by the professor using chalk and blackboard and the apparently fast results of an uncommented, unvalued Internet world. The student who is living in the present mobile phone, cable TV, Internet world, on entering the classroom often feels like returning to the XIX century, which causes enormous frustration.

This gives rise to the following questions, which I hope this study will help to clarify:

- What to do to attract the best students?
- What to do to keep them motivated and productive?
- What to do to increase the performance of the teaching/learning process of the courses of an engineering program?

This study presents and discusses a new pedagogic appreciation of the engineering programs and their courses obtained by the author through his experience as a professor of the Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. This study also presents a proposal of a method to establish and followup the performance of the different courses of an engineering program. The first step for this purpose is sketching an outline of the structure of engineering programs in the world and in Brasil, as well as of the pertinent local regulations on the curricula structures and professional attributions. The second is an evaluation of the present performance of the Brazilian electrical engineering programs based on an analysis of the results of "Exame Nacional de Cursos, Provão", (meaning "National Courses Evaluation, Big Test") which has been applied in years 1998 through 2003 and of "ENADE –Exame Nacional de Desempenho", (meaning" "National Performance Evaluation"), which has been used in place of Provão since 2004.

Keywords: engineering teaching, electric power courses, teaching performance

Lista de Siglas e Abreviaturas

Abenge - Associação Brasileira de Ensino de Engenharia
Abet – Accreditation Board for Engineering and Technology
ANSI – The American National Standards Institute
BSI – British Standards Institution
Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CFE – Conselho Federal de Educação
CIGRÉ – Conseil International des Grands Reseaux Electriques
CNE/CES – Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior
CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Cobenge – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia
Confea – Confederação Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronômia
CREA- Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronômia
DIN – Deutschen Institut für Normung
Eescusp – Escola de Engenharia de São Carlos
Enade – Exame Nacional de Avaliação de Desempenho
ENC – Exame Nacional de Cursos
Epusp – Escola Politécnica da USP
Fauusp – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP
FEI – Faculdade de Engenharia Industrial
Fiesp – Federação das Industrias de São Paulo
Finep – Financiadora de Estudos e Projetos
IEC – International Electrotechnical Commission
IEE – Institution of Electrical Engineers
IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers
Ieeusp – Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP
IES – Instituição de Ensino Superior
Inep – Instituto Nacional de Estudos de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO – International Standards Organization
ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica
LDB – Lei de Diretrizes de Base
Mapcom – Projeto da Epusp sobre Mapeamento de Competências
MEC – Ministério da Educação e Cultura
MIT – Massachusetts Institute of Technology
NSF – National Science Foundation
PEA – Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da EPUSP
Prodenge – Programa de Desenvolvimento das Engenharias
Promove– Programa de Modernização e Valorização das Engenharias
REENGE – Reengenharia do Ensino de Engenharia
Sesu – Secretaria de Educação Superior
Sinaes – Sistema de Avaliação da Educação Superior
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Unicamp – Universidade Estadual de Campinas
Unifei– Universidade Federal de Itajubá
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
USP – Universidade de São Paulo
VDE - Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik

Lista de Figuras

Figura 1 – Diagrama com a estrutura organizacional das instituições de ensino superior no Brasil
Figura 2 – Estrutura do ensino superior brasileiro quanto à formação
Figura 3 – Grade das disciplinas do curso de Engenharia Elétrica do MIT em 1882
Figura 4 – Gráfico da evolução do número dos cursos de Engenharia no Brasil de 1930 até 2005, segundo trabalho de Vanderli Fava de Oliveira
Figura 5 – Tabela com o número estimado de cursos que realizariam o Enade em 2005 por grupo de engenharia
Figura 6 – Evolução dos motores elétricos de indução com a mesma potência e tensão entre 1903 e 1974 de um motor de indução de 15 HP, 1800 RPM, trifásico, 60 Hz, 220 V Figura7 – Diagrama com os cursos e vagas de engenharia da Epusp
Figura 8 – Tabela extraída do relatório do Provão 2003 com dados da prova [24]
Figura 9 – Tabela extraída do relatório do Provão 2003 com as distribuições estatísticas das notas A, B, C, D e E
Figura 10 – Tabela extraída da prova do Enade do grupo II de engenharia de 2005
Figura 11 – Distribuição das notas da questão 6 do ENC de engenharia elétrica de 2003[24].
Figura 12 – Distribuição das notas da questão 7 do ENC de engenharia elétrica de 2003[24].
Figura 13 – Distribuição das notas da questão 8 do ENC de engenharia elétrica de 2003[24]
Figura 14 –Tabela extraída da prova do Enade do grupo II de engenharia de 2005
Figura 15 – Diagrama das principais enfoques teóricos da aprendizagem e do ensino e alguns de seu mais reconhecidos representantes, elaborado pelo professor Marco Antônio Moreira em 1999
Figura 16 – Combinações dos estilos cognitivos de Riding e Stephen[28]
Figura 17 – Exemplo de mapa conceitual[36]
Figura 18 – Gráfico que mostra a variação do consumo dos 216 alunos de mar/2001 até jun/2002
Figura 19 – Tela do software de Cálculo Econômico de Condutores desenvolvido por alunos
Figura 20 – Tela do fórum do WEBCT com uma discussão sobre o recente racionamento de energia elétrica
Figura 21 – Gráfico de demanda no tempo por tipo de equipamento de uma residência de um aluno
Figura 22 – Arquitetura básica do sistema de aquisição e tratamento de sinais desenvolvido
Figura 23 – Tela de Interface com resultados de uma aquisição de dados para um banco de transformadores com 2 enrolamentos em uma ligação Y/Y
Figura 24 – Tela de Interface com resultados de uma aquisição de dados para um banco de transformadores com 3 enrolamentos em uma ligação Y aterrado/Delta Aberto/Y
Figura 25 – Foto do com sensores, placa de condicionamento e micro PC com placa A/D
Figura 26 – Tela da montagem experimental

Figura 27 – Tela da forma de onda e harmônicas
Figura 28 – Tela com o gráfico de fasores
Figura 29 – Tela do sincronoscópio virtual
Figura 30 – Micros das bancadas acessando o micro servidor
Figura 31 – Tela Inicial do Moodle da disciplina Tecnologia de Ensino de Engenharia da turma 3 de 2005
Figura 32– Tela do Fórum da disciplina Tecnologia de Ensino em Engenharia turma 3 – 2005
Figura 33 – Imagens "links" para os assuntos de demanda residencial e predial
Figura 34 – Link "surpresa" ao achar a "mãozinha" sobre a figura
Figura 35 – Tela de entrada do curso de Instalações Elétricas na Internet
Figura 36 – Tela do exercício interativo sobre simbologia de instalações elétricas
Figura 37 – Tela de uma ferramenta interativa em Java que mostra a resposta da temperatura no tempo em função da corrente aplicada implementando o modelo térmico da norma de capacidade térmica de condutores
Figura 38 – Tela do programa de proteção de sobrecorrente
Figura 39 – Imagem do ambiente da Caverna Virtual com o disjuntor

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Valores das porcentagens de aplicação em P&D e em eficiência energética da lei 9991
Tabela 2 – Distribuição de Créditos por semestre do curso de engenheiros eletricistas ênfase Energia e Automação Elétricas
Tabela 3 – Número de horas das Disciplinas Obrigatórias dos Cursos Analisados
Tabela 4 – Números Comparativos dos Currículos dos Cursos de Engenharia Elétrica de algumas escolas de Engenharia brasileiras
Tabela 5 – Números Comparativos da carga das disciplinas do núcleo de conteúdos básicos dos Currículos dos Cursos de Engenharia Elétrica de algumas escolas de Engenharia brasileiras
Tabela 6 – Números Comparativos da carga das disciplinas do núcleo de conteúdos profissionalizantes dos Currículos dos Cursos de Engenharia Elétrica de algumas escolas de Engenharia brasileiras
Tabela 7 – Números Comparativos da carga das disciplinas do núcleo de conteúdos específicos dos Currículos dos Cursos de Engenharia Elétrica ênfase em Energia de algumas escolas de Engenharia brasileiras
Tabela 8 – Relações candidato/vaga de alunos dos cursos de Engenharia e de Engenharia Elétrica no vestibular de 2006 tirada dos sites das universidades
Tabela 9 – Evolução da distribuição numérica de optantes e relação candidato/vaga do 1° ano
Tabela 10 – Evolução da distribuição numérica de optantes e relação candidato/vaga do 2° ano da grande área elétrica
Tabela 11 – Desempenho no 1° semestre de 2003 nas Disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia
Tabela 12 – Desempenho no 2° semestre de 2003 nas Disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia
Tabela 13 – Desempenho no 1° semestre de 2004 nas Disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia
Tabela 14 – Desempenho no 2° semestre de 2004 nas Disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia
Tabela 15 – Desempenho no 1° semestre de 2005 nas Disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia
Tabela 16 – Desempenho no 2° semestre de 2005 nas Disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia
Tabela 17 – Desempenho de alguns cursos de Engenharia Elétrica do Brasil no provão de 1998 até 2003
Tabela 18 – Temas das questões do provão de engenharia elétrica de 1998 a 2003.
Tabela 19 – Porcentagem dos alunos que responderam a cada questão do provão de engenharia elétrica na Epusp no período 1998 a 2001
Tabela 20 – Notas das 10 primeiras Escolas com A no provão de engenharia elétrica de 2003
Tabela 21 – Características dos Graduandos dos Cursos de Graduação de Engenharia Elétrica do ENC 2003
Tabela 22 – Características do Curso de Graduação de Engenharia Elétrica do ENC 2003

Tabela 23 – Questões da primeira prova do Enade do grupo II de engenharia – Eletrotécnica.
Tabela 24 – Comparação entre os tipos de questões do ENC e do Enade
Tabela 25 – Principais técnicas de avaliação relacionadas com objetivos e com o que se avalia e quem avalia
Tabela 26 – Distribuição dos alunos por faixa do racionamento
Tabela 27 – Planilha de Hábitos de Consumo de uma Residência de um Aluno

ÍNDICE

Agradecimentos 4
Resumo 5
Abstract 6
Lista de Siglas e Abreviaturas 7
Lista de Figuras 9
Lista de Tabelas 11
1 – INTRODUÇÃO 15
2 – REGULAMNETAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA NO BRASIL 17
2.1 – LEI DAS DIRETRIZES E BASES LDB 21
2.2 – DIRETRIZES CURRICULARES DOS CURSOS DE ENGENHARIA 23
2.3 – AS ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS – A VISÃO DO CREA 28
3 – A EVOLUÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA NO BRASIL COM ÊNFASE EM ENERGIA ELÉTRICA 30
3.1 – A CRIAÇÃO E A EVOLUÇÃO DAS ESCOLAS DE ENGENHARIA NO BRASIL 30
3.2 – EVOLUÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL 36
3.3 – COMPARAÇÃO ENTRE OS CURSOS DE ALGUMAS ESCOLAS DE ENGENHARIA DO BRASIL 46
3.3.1 – OS CURRÍCULOS DE ALGUMAS ESCOLAS DE ENGENHARIA COM ÊNFASE EM ENERGIA 46
3.3.2 – DESEMPENHO NOS EXAMES NACIONAIS DE AVALIAÇÃO DO MEC ESCOLAS DE ENGENHARIA COM ÊNFASE EM ENERGIA
3.3.3 – ESCOLHA DAS OPÇÕES DENTRO DA EPUSP 61
3.3.4 – DESEMPENHO NAS DISCIPLINAS ESPECIFICAS DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA ÊNFASE ENERGIA DA EPUSP 62
4 – MODELOS E EXPERIÊNCIAS PEDAGÓGICAS DOS CURSOS DE ENGENHARIA 81
4.1 – MODELO PARA A ORGANIZAÇÃO DE UMA DISCIPLINA 81
4.1.1 – ESCOLHA DO MODELO PSCICOPEDAGÓGICO 81
4.1.1.1 – Comportamentalista 82
4.1.1.2 – Cognitivista 83
4.1.1.3 – Humanista 84
4.1.1.4 – Modelos Comportamentais 85
4.1.2 – ELABORAÇÃO DE CURRÍCULOS 88
4.1.3 – PLANEJAMENTO DE DISCIPLINAS 89
4.1.3.1 – Objetivos Educacionais 90
4.1.3.2 – Escolha e Organização dos Conteúdos 92
4.1.3.3 – Escolhas das Estratégias 94
4.1.3.4 – Métodos de Avaliação 96
4.2 – PROPOSIÇÃO DE AVALIAÇÃO DE DISCIPLINAS E CURSOS DE ENGENHARIA 97
4..3 – EXPERIÊNCIAS EM DISCIPLINAS DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA ÊNFASE EM ENERGIA 100
4.3.1 – A Disciplina "Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade" 100
4.3.2 – A Disciplina "Instalações Elétricas I" 102

4.3.3 – A Disciplina "Tecnologia do Ensino de Engenharia" 105
4.3.4 – Orientação de Projetos de Formatura e Projetos de Pesquisa 106
5 – CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS 126
ANEXO I – RESOLUÇÃO Nº 48/76, de 27 de abril de 1976 132
ANEXO II – RESOLUÇÃO CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002 138
ANEXO III – RESOLUÇÃO Nº 1.010, DE 22 DE AGOSTO DE 2005 142
ANEXO IV –Diretrizes do Provão de Engenharia Elétrica – 2003 150
ANEXO V – Diretrizes do ENADE 152
ANEXO VI –Estruturas Curriculares 155
ANEXO VII - Questionário de Avaliação 185
ANEXO VIII – Tabelas de Desempenho do Provão 187
ANEXO IX – Endereços na Internet de Sociedades e de Revistas de Ensino de Engenharia 188
BIBLIOGRAFIA 189

1 – INTRODUÇÃO

Algumas perguntas são ouvidas nos corredores das escolas de Engenharia do país:

- Qual é a causa da redução na procura por cursos de Engenharia?
- Será que estamos formando bons profissionais?
- Qual será o real perfil destes egressos?
- Onde eles podem trabalhar?
- Que tipo de engenheiros o país mais precisa?
- Qual o papel das associações de classe e do mercado na formação de nossos engenheiros?

Os professores do ensino superior e em particular do ensino de engenharia necessitam de uma avaliação diagnóstica do processo como um todo, incluindo aí além dos alunos, os professores, as disciplinas, os cursos e as instituições. Uma formação sobre as bases científicas da pedagogia e da psicologia, além de uma formação sobre novas técnicas e ferramentas de auxílio ao processo de ensino e aprendizagem se fazem necessárias para aumentar o desempenho no processo de ensino-aprendizagem. Aumentar o debate nas escolas e a troca de experiências também seriam atividades que alimentariam positivamente o processo. Este trabalho pretende suscitar uma discussão sobre a qualidade do ensino de engenharia no Brasil com o foco nos cursos de Engenharia Elétrica com ênfase em Energia Elétrica.

As principais contribuições deste trabalho são: a apresentação do panorama dos cursos das escolas de engenharia elétrica com ênfase em energia elétrica, apresentação e discussão dos fatos que mostram a real necessidade da mudança de paradigma no ensino de engenharia; a apresentação de um conjunto de experiências no desenvolvimento de atividades que visam aumentar o desempenho no processo de ensino e aprendizagem e proposições de como melhorar o planejamento e o acompanhamento de disciplinas e do curso.

Os exames de avaliação implantados e aplicados pelo Inep mostraram que alguns cursos de algumas escolas de engenharia mantém um grau de excelência, que se manteve nos vários anos que as avaliações forma feitas. Apesar deste fato, como professor de uma destas escolas, constatei que existem problemas na formação dos alunos em função dos objetivos colocados nas diretrizes curriculares de engenharia implantadas pelo MEC em 2002. Os objetivos colocados falam em competências e habilidades que devem ser desenvolvidas ou potencializadas durante o curso , além dos conteúdos que devem ser aprendidos. Este trabalho descreve os problemas detectados e propõe alternativas para solucioná-los utilizando base científica da pedagogia e psicologia. A visão dos órgãos que regulam a profissão e do mercado que irá absorver os engenheiros, que as escolas formam, também é discutido no trabalho.

Também é apresentada neste trabalho uma evolução do setor energia elétrica brasileira com suas principais características eventos marcantes, que tem mudado intensamente nos últimos anos, obrigando as escolas de engenharia, que formam engenheiros nesta área, a se adaptarem rapidamente , introduzindo novas disciplinas e atividades.

A influência de nosso atual padrão de vida, a influência do mundo globalizado, as alterações nas relações trabalhistas e a necessidade do país de dar um salto tecnológico, para poder realmente atender as demandas cridas pela desigualdade gerada pela péssima distribuição de renda são consideradas nas análises do trabalho.

O capítulo 1 apresenta a proposta do trabalho e descreve a estrutura deste.

No capítulo 2 é apresentada a evolução da regulamentação dos cursos de Engenharia vista pelo MEC e a visão do mercado de trabalho e dos órgãos de classe como o Crea quanto às atribuições profissionais.

No capítulo 3 será apresentado um histórico da evolução dos cursos de Engenharia no Brasil e os primeiros cursos de Engenharia Elétrica. Serão apresentados alguns cursos de algumas escolas selecionadas de forma comparativa. Também serão analisados os desempenhos destes cursos nos exames de avaliação nacionais implantados em 1998 pelo MEC.

No capítulo 4 serão vistas as propostas de um modelo para disciplinas de um curso de Engenharia, que possuam objetivos, estratégias e métodos de avaliação dos alunos, professores, da disciplina e do curso. Também serão vistas as experiências desenvolvidas pelo autor no desenvolvimento de estratégias e atividades em disciplinas de graduação e de pós-graduação e na orientação de trabalhos de iniciação científica e de projetos de formatura, voltados à área de ensino e aprendizagem de engenharia.

O capítulo 5 apresenta as conclusões deste trabalho e possíveis trabalhos futuros.

2 – REGULAMENTAÇÃO DOSCURSOS DE ENGENHARIA NO BRASIL

A regulamentação e organização do ensino superior permitem aos países definir melhor suas prioridades na formação de mão-de-obra e também prioridades quanto às áreas de pesquisa e desenvolvimento de programas de extensão, que visem uma maior interação das Instituições de Ensino Superior (IES) com a sociedade, seja em projetos, seja em curso de atualização e aperfeiçoamento.

Em 1996 foi promulgada a nova Lei de Diretrizes e bases (LDB) para o ensino no Brasil. Em 2002 foram promulgadas as novas diretrizes curriculares dos cursos de Engenharia e em 2005 o CREA/Confea promulgou a resolução 1010, que define as novas atribuições dos engenheiros em função das novas diretrizes curriculares do MEC.

2.1 – ORGANIZAÇÃO DO ENSINO NO BRASIL

Segundo o site do MEC[1], as instituições de ensino superior no Brasil se classificam, segundo a natureza jurídica de suas mantenedoras, em Públicas (criadas por Projeto de Lei de iniciativa do Poder Executivo e aprovado pelo Poder Legislativo) e Privadas (criadas por credenciamento no Ministério da Educação).

As Instituições Públicas são criadas ou incorporadas, mantidas e administradas pelo Poder Público e estão classificadas em:

Federais – mantidas e administradas pelo Governo Federal;
Estaduais – mantidas e administradas pelos governos dos estados;
Municipais – mantidas e administradas pelos poderes públicos municipais.

As Instituições Privadas são mantidas e administradas por pessoas físicas ou pessoas jurídicas de direito privado e dividem-se, ou se organizam, entre Instituições privadas com fins lucrativos ou privadas sem fins lucrativos. Podem se organizar como:

1 – Instituições privadas com fins lucrativos ou Particulares em Sentido Estrito são instituídas e mantidas por uma ou mais pessoas físicas ou jurídicas de direito privado. Sua vocação social é exclusivamente empresarial.

2 – Instituições privadas sem fins lucrativos podem ser, quanto à sua vocação social:

2.1) Comunitárias – Incorporam em seus colegiados representantes da comunidade. Instituídas por grupos de pessoas físicas ou por uma ou mais pessoas jurídicas, inclusive cooperativas de professores e alunos que incluam, na sua entidade mantenedora, representantes da comunidade;

2.2) Confessionais – Constituídas por motivação confessional ou ideológica. Instituídas por grupos de pessoas físicas ou por uma ou mais pessoas jurídicas que atendam à orientação confessional e ideológica específicas;

2.3) Filantrópicas – Aquelas cuja mantenedora, sem fins lucrativos, obteve no Conselho Nacional de Assistência Social o Certificado de Assistência Social. São as instituições de educação ou de assistência social que prestam os serviços para os quais foram instituídas e os colocam à disposição da

população em geral, em caráter complementar às atividades do Estado, sem nenhuma remuneração.

A Figura 1 mostra um diagrama com a estrutura organizacional das instituições de ensino superior no Brasil

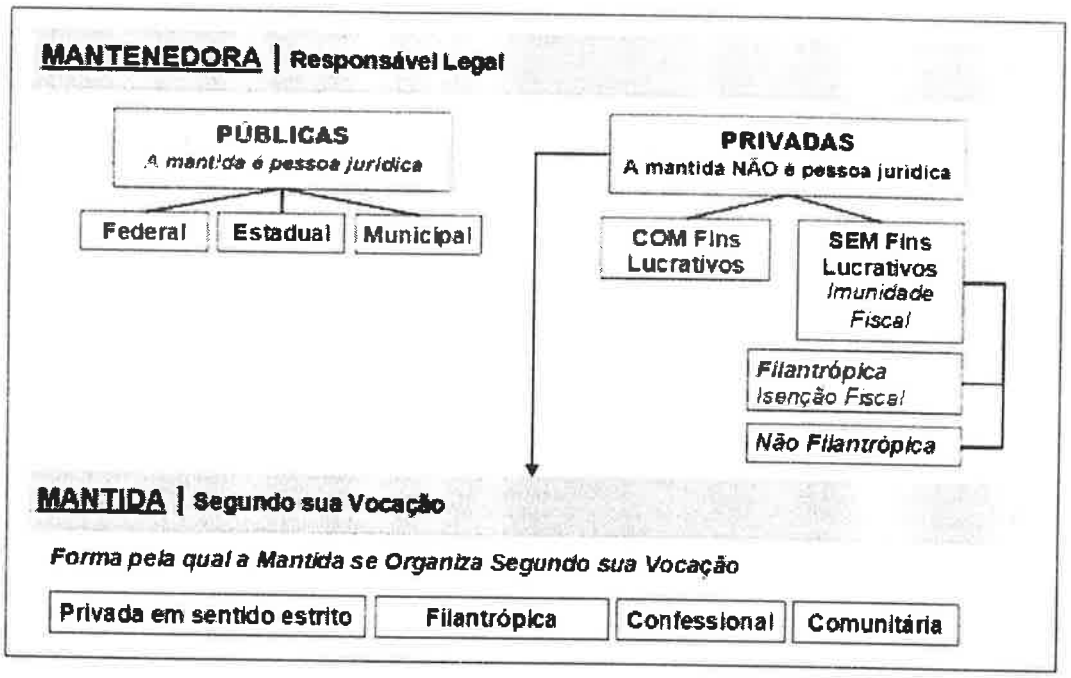


Figura 1 – Diagrama com a estrutura organizacional das instituições de ensino superior no Brasil[1].

A classificação acadêmica das instituições é apresentada a seguir:

1) Instituições Universitárias

São instituições pluridisciplinares, públicas ou privadas, de formação de quadros profissionais de nível superior, que desenvolvem atividades regulares de ensino, pesquisa e extensão. Dividem-se em:

– **Universidades** – São instituições pluridisciplinares, públicas ou privadas, de formação de quadros profissionais de nível superior, que desenvolvem atividades regulares de ensino, pesquisa e extensão.

– **Universidades Especializadas** – São instituições de educação superior, públicas ou privadas, que atuam numa área de conhecimento específica ou de formação profissional, devendo oferecer ensino de excelência e oportunidades de qualificação ao corpo docente e condições de trabalho à comunidade escolar.

– **Centros Universitários** – São instituições de educação superior, públicas ou privadas, pluricurriculares, que devem oferecer ensino de excelência e oportunidades de qualificação ao corpo docente e condições de trabalho à comunidade escolar.

2) Instituições Não Universitárias

CEFETs e CETs – Centros Federais de Educação Tecnológica (Cefets) e os Centros de Educação Tecnológica (CETs). Representam instituições de ensino superior, públicas ou privadas, pluricurriculares, especializados na oferta de educação tecnológica nos diferentes níveis e modalidades de ensino, caracterizando-se pela atuação prioritária na área tecnológica. Eles podem ministrar o ensino técnico em nível médio. O Centro de Educação Tecnológica possui a finalidade de qualificar profissionais em cursos superiores de educação tecnológica para os diversos setores da economia e realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico de novos processos, produtos e serviços, em estreita articulação com os setores produtivos e a sociedade, oferecendo, inclusive, mecanismos para a educação continuada.

Faculdades Integradas – São instituições de educação superior públicas ou privadas, com propostas curriculares em mais de uma área do conhecimento. Tem o regimento unificado e é dirigida por um diretor-geral. Pode oferecer cursos em vários níveis sendo eles de graduação, cursos seqüenciais e de especialização e programas de pós-graduação (mestrado e doutorado).

Faculdades Isoladas – São instituições de educação superior públicas ou privadas. Com propostas curriculares em mais de uma área do conhecimento são vinculadas a um único mantenedor e com administração e direção isoladas. Podem oferecer cursos em vários níveis sendo eles de graduação, cursos seqüenciais e de especialização e programas de pós-graduação (mestrado e doutorado).

Institutos Superiores de Educação – São instituições públicas ou privadas que ministram cursos em vários níveis sendo eles de graduação, cursos seqüenciais e de especialização, extensão e programas de pós-graduação (mestrado e doutorado).

A estrutura do ensino superior brasileiro quanto à formação é mostrada no diagrama da Figura 2.

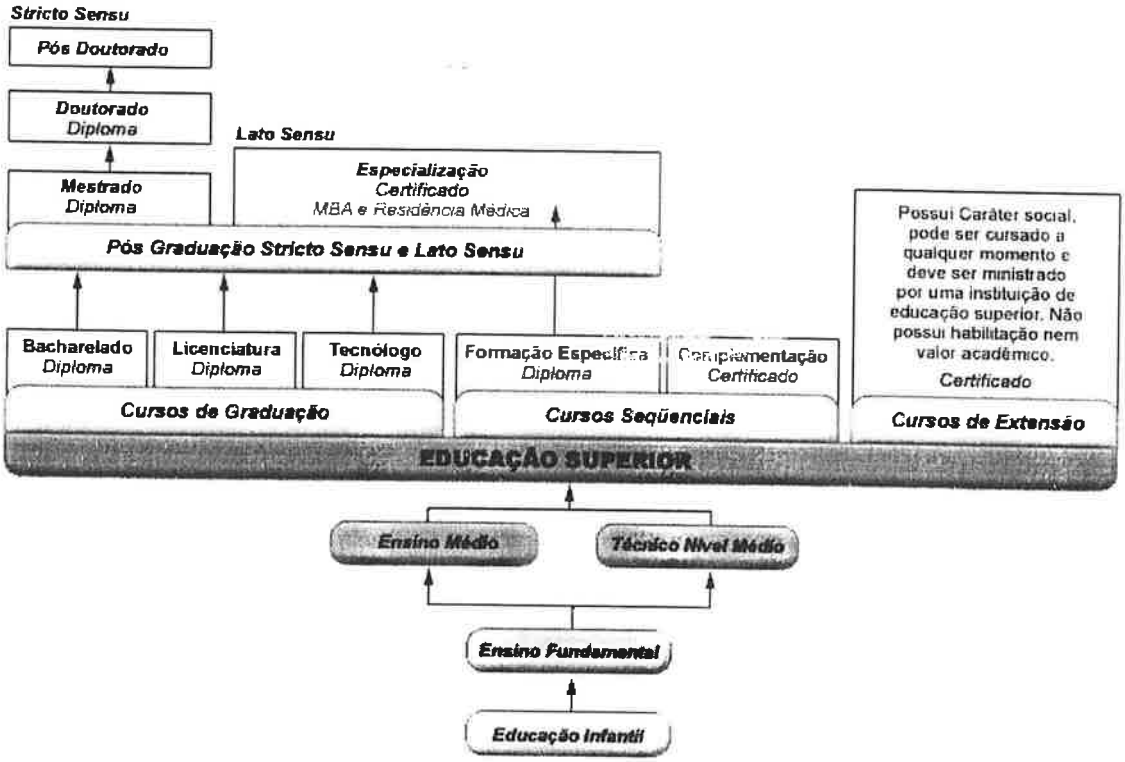


Figura 2 – Estrutura do ensino superior brasileiro quanto à formação[1].

A pós-graduação se organiza em cursos:

Lato Sensu – Os cursos têm duração mínima de 360 horas, não computando o tempo de estudo individual ou em grupo e sem assistência docente. É aquele destinado à elaboração de monografia ou trabalho de conclusão de curso. Direcionado ao treinamento nas partes de que se compõe um ramo profissional ou científico, o curso confere certificado a seus concluintes. Os cursos de pós-graduação *lato sensu* geralmente têm um formato semelhante ao dos cursos tradicionais, com aulas, seminários e conferências, ao lado de trabalhos de pesquisa sobre os temas concernentes ao curso. O critério de seleção para o ingresso no curso de pós-graduação *lato sensu* é definido de forma independente em cada instituição, sendo geralmente composto de uma avaliação e de uma entrevista, no qual a única exigência formal a ser cumprida pelo interessado se refere à posse de um diploma de nível superior. Cabe à Sesu *regulamentar estes cursos conhecidos como* Especialização e Residência Médica.

Stricto Sensu – Os cursos Stricto Sensu são direcionados para a continuidade da formação científica e acadêmica, como mestrado e doutorado, de alunos com nível superior. Cabe à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) *avaliar separadamente cada curso.* A avaliação é realizada a cada três anos, e as médias variam de 1 a 7. Para ser reconhecido,

o curso deverá apresentar média superior a 3. O MEC recomenda que o curso de mestrado tenha a duração de dois anos, no qual o aluno desenvolve a dissertação e cursa as disciplinas coerentes com sua pesquisa. Já para o doutorado o MEC recomenda que os quatro anos de doutorado sejam referentes ao cumprimento das disciplinas e à elaboração da tese com a orientação.

2.2 – LEI DAS DIRETRIZES E BASES (LDB)

Quanto ao ensino superior a nova LDB[2] orienta no seu capítulo IV, artigo 43, que ela tem por finalidade:

I – estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo;

II – formar diplomados nas diferentes áreas de conhecimento, aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, e colaborar na sua formação contínua;

III – incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica, visando ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura, e, desse modo, desenvolver o entendimento do homem e do meio em que vive;

IV – promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação;

V – suscitar o desejo permanente de aperfeiçoamento cultural e profissional e possibilitar a correspondente concretização, integrando os conhecimentos que vão sendo adquiridos numa estrutura intelectual sistematizadora do conhecimento de cada geração;

VI – estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade;

VII – promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição.

No seu artigo 44 a LDB define que a educação superior abrangerá os seguintes cursos e programas:

I – cursos seqüenciais por campo de saber, de diferentes níveis de abrangência, abertos a candidatos que atendam aos requisitos estabelecidos pelas instituições de ensino;

II – de graduação, abertos a candidatos que tenham concluído o ensino médio ou equivalente e tenham sido classificados em processo seletivo;

III – de pós-graduação, compreendendo programas de mestrado e doutorado, cursos de especialização, aperfeiçoamento e outros, abertos a candidatos diplomados em cursos de graduação e que atendam às exigências das instituições de ensino;

IV – de extensão, abertos a candidatos que atendam aos requisitos estabelecidos em cada caso pelas instituições de ensino.

No seu artigo 52 a LDB afirma que as universidades são instituições pluridisciplinares de formação dos quadros profissionais de nível superior, de pesquisa, de extensão e de domínio e cultivo do saber humano, que se caracterizam por:

I – produção intelectual institucionalizada mediante o estudo sistemático dos temas e problemas mais relevantes, tanto do ponto de vista científico e cultural, quanto regional e nacional;

II – um terço do corpo docente, pelo menos, com titulação acadêmica de mestrado ou doutorado;

III – um terço do corpo docente em regime de tempo integral.

No seu capítulo IV a LDB afirma no seu artigo 63 que os institutos superiores de educação manterão:

I – cursos formadores de profissionais para a educação básica, inclusive o curso normal superior, destinado à formação de docentes para a educação infantil e para as primeiras séries do ensino fundamental;

II – programas de formação pedagógica para portadores de diplomas de educação superior que queiram se dedicar à educação básica;

III – programas de educação continuada para os profissionais de educação dos diversos níveis.

Os artigos 66 e 67 tratam da preparação para exercer o magistério superior e a questão da valorização dos profissionais da educação através de plano de carreira.

Art. 66. A preparação para o exercício do magistério superior far-se-á em nível de pós-graduação, prioritariamente em programas de mestrado e doutorado.

Parágrafo único. O notório saber, reconhecido por universidade com curso de doutorado em área afim, poderá suprir a exigência de título acadêmico.

Art. 67. Os sistemas de ensino promoverão a valorização dos profissionais da educação, assegurando-lhes, inclusive nos termos dos estatutos e dos planos de carreira do magistério público:

I – ingresso exclusivamente por concurso público de provas e títulos;

II – aperfeiçoamento profissional continuado, inclusive com licenciamento periódico remunerado para esse fim;

III – piso salarial profissional;

IV – progressão funcional baseada na titulação ou habilitação, e na avaliação do desempenho;

V – período reservado a estudos, planejamento e avaliação, incluído na carga de trabalho;

VI – condições adequadas de trabalho.

A maioria dos professores de ensino superior não teve formação para ser professor e a LDB fala claramente que as IES devem oferecer condições para que o professor se atualize nas técnicas de ensino e discuta as questões vinculadas, para melhor desempenhar suas atividades.

No seu capítulo VII, artigo 7°, a LDB estabelece que as IES orientem suas despesas ao aperfeiçoamento de seus professores e a estudos, pesquisas e levantamentos estatísticos para aprimoramento da qualidade do ensino.

Art. 7° . Considerar-se-ão como de manutenção e desenvolvimento do ensino as despesas realizadas com vistas à consecução dos objetivos básicos das instituições educacionais de todos os níveis, compreendendo as que se destinam a:

I – remuneração e aperfeiçoamento do pessoal docente e demais profissionais da educação;

II – aquisição, manutenção, construção e conservação de instalações e equipamentos necessários ao ensino;

III – uso e manutenção de bens e serviços vinculados ao ensino;

IV – levantamentos estatísticos, estudos e pesquisas visando precipuamente ao aprimoramento da qualidade e à expansão do ensino;

V – realização de atividades-meio necessárias ao funcionamento dos sistemas de ensino;

VI – concessão de bolsas de estudo a alunos de escolas públicas e privadas;

VII – amortização e custeio de operações de crédito destinadas a atender ao disposto nos incisos deste artigo;

VIII – aquisição de material didático-escolar e manutenção de programas de transporte escolar.

2.3 – DIRETRIZES CURRICULARES DOS CURSOS DE ENGENHARIA

A resolução CNE/CES11 de 11 de março de 2002 muda o paradigma da resolução 48/76 (ver Anexo I) que fixa os mínimos de conteúdo e de duração do curso de graduação em Engenharia e define suas áreas de habilitações para um paradigma centrado nos conceitos de habilidades e competências a serem desenvolvidas ou potencializadas durante a formação do engenheiro.

Um artigo publicado na revista da Abenge[3] compara as resoluções do MEC CNE/CES 11/2002 (ver Anexo II) com o CFE 48/76. Nele são apresentadas as principais diferenças entre estes dois documentos:

- O documento é diretivo e não mais impositivo;
- número de áreas deixa de ser limitado a 6 e fica em aberto;
- estabelece o perfil do egresso;
- exige projeto político pedagógico com justificativa das atividades acadêmicas que levam à formação do perfil em vez de só a grade curricular;
- fim do currículo mínimo derrubando a grade curricular de disciplinas com pré-requisitos;
- a estrutura curricular passa a ter 3 núcleos de conteúdos – básico (30%), profissionalizante (15%) e especifico profissionalizante (demais 55%) em vez da divisão em parte comum – básica e geral e parte diversificada profissional geral e específica com disciplinas exigidas por legislação especifica;
- centrado em habilidades e competências em vez de só nos conteúdos;

- prevê projetos integralizadores e obrigatoriedade de projeto de final de curso;
- não estabelece número de horas mínimo em vez do mínimo de 3600 horas de 4 a 9 anos. A Abenge havia sugerido um número mínimo de 3000 horas;
- estágio de 180 horas mínimo com supervisão da escola, em vez do de 30 horas;
- prevê a utilização de metodologia de ensino-aprendizagem para o desenvolvimento das habilidades e competências;
- centrado no aluno em vez de centrado no professor;
- os cursos devem ter métodos e critérios de avaliação do processo de ensino-aprendizagem e do curso;
- a administração deve ser mais pedagógica, prevendo avaliação, acompanhamento, inclusive psicopedagógico e o órgão principal é a coordenação do curso em vez do departamento;
- o aluno passa a ser ativo no processo

No seu artigo 1° da resolução CNE/CES11 são instituídas as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, a serem observadas na organização curricular das Instituições do Sistema de Educação Superior do País e no seu artigo 2° afirma que ela deve definir os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior.

Os cursos de Graduação em Engenharia devem ter como perfil do formando: formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

A resolução apresenta como sendo as principais competências e as habilidades que devem ser desenvolvidas ou potencializadas durante o curso de Engenharia:

I – aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
II – projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
III – conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
IV – planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
V – identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
VI – desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
VI – supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
VII – avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;

VIII – comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
IX – atuar em equipes multidisciplinares;
X – compreender e aplicar a ética e responsabilidades profissionais;
XI – avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
XII – avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
XIII – assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Existe aqui uma confusão na definição do que são competências e habilidades. O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) tem como princípio em sua prova ter questões mais focadas em competências e habilidades, que deveriam ser desenvolvidas ou potencializadas no ensino básico e médio. São cerca de 5 competências e 21 habilidades, sendo que as habilidades reforçam as competências. Na definição do Enem[4], competências são modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. Já as habilidades são especificações das competências estruturais em contextos específicos, que decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do saber fazer. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se possibilitando nova reorganização das competências.

As competências exigidas no Enem são as seguintes:

I. Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.
II. Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
III. Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
IV. Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
V. Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sócio-cultural.

Já Perrenoud [5] define "competência como o saber-mobilizar conhecimentos e habilidades para fazer frente a um dado problema, ou seja, as competências designam conhecimentos e qualidades contextualizados".

O termo habilidade é em geral usado para descrever competências específicas (saber-fazer) ou aptidões, ou ainda algumas competências gerais. Mas é sempre referido a tarefas bem definidas. Corresponde ao termo inglês *skill*. Os dicionários associam ambos, inicialmente, a "destreza", mostrando sua referência original a

atividades psicomotoras. Só depois alargam o conceito, sempre associando-o as facilidades (ou capacidades) pessoais no manejo de objetos ou situações.

A Atitude é o "estado de espírito que se reflete na conduta, nos sentimentos ou nas opiniões em relação às coisas, condições etc., e a posição assumida para demonstrar estes sentimentos" conforme a proposta da Abenge para as diretrizes curriculares. Exemplos: atitude empreendedora, atitude ética. Pertence à estrutura da personalidade da pessoa, de suas crenças e da forma como são vivenciadas.

A resolução do MEC CNE/CES 11/2002 também fixa três grandes blocos de conteúdos (núcleo de conteúdos básicos – 30%, um núcleo de conteúdos profissionalizantes – 15% e um núcleo de conteúdos específicos) que caracterizem a modalidade dentro de um curso de Engenharia indicando um número mínimo de horas em porcentagem do total. Dá a liberdade às IES para reduzir o número de anos do curso de 5 para 4 por exemplo.

Deverão também ser estimuladas atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.

A resolução também define um número mínimo de 180 horas de estágio obrigatório e a realização de um projeto de final de curso. Incentiva também a participação dos alunos em projetos de iniciação cientifica e projetos de cunho social.

O artigo 8º fala da necessidade do acompanhamento permanente e da sua avaliação visando o aperfeiçoamento, para isto sugere que as avaliações dos alunos deverão basear-se nas competências, habilidades e conteúdos curriculares desenvolvidos tendo como referência as Diretrizes Curriculares e que deverão ser utilizados metodologias e critérios para acompanhamento e avaliação do processo ensino-aprendizagem e do próprio curso, em consonância com o sistema de avaliação e a dinâmica curricular definidos pela IES à qual pertence.

A Abet[6] indica a seguinte lista de competências (*skills*) para o engenheiro:
a) habilidade (*ability*) em aplicar conhecimentos de matemática, ciência & engenharia;
b) habilidade em projetar e conduzir experimentos e analisar dados;
c) habilidade em projetar componentes de sistemas ou processos;
d) habilidade para trabalhar em equipes multidisciplinares;
e) habilidade para identificar, formular & resolver problemas de engenharia;
f) compreensão (*understanding*) das responsabilidades profissionais & éticas;
g) habilidade em comunicar-se eficazmente;
h) compreensão do impacto das soluções de engenharia no contexto global & social;
i) capacidade de aprendizado contínuo (*life-long learning*);
j) conhecimento das tendências e soluções contemporâneas;

k)habilidade em usar técnicas & *skills* & ferramentas da engenharia necessárias para a prática da engenharia.

Percepção de empregadores sobre as lacunas dos engenheiros atuais (nos EUA), conforme Todd et al., 1993[6]:

- Arrogância técnica.
- Desconhecimento dos processos de manufatura.
- Falta de capacidade de projeto ou de criatividade.
- Falta de apreciação na consideração de alternativas.
- Todos querem ser analistas.
- Visão estreita da engenharia e das disciplinas relacionadas.
- Incompreensão dos processos de qualidade.
- Fraca capacidade de comunicação.
- Pequena capacidade ou experiência de trabalho em equipe.

O Sumário do Painel de Indústrias (organizado por L. Morell) mostra quais os atributos, habilidades e conhecimentos da força de trabalho em engenharia:

- Conhecimentos em ciência & engenharia/tecnologia básicas, mas sabendo como pensar; usar ferramentas da engenharia.
- Compreensão de sistemas, experiência de projetos completos e do ciclo de desenvolvimento de produtos.
- Criativo e inovador, aceita desafios, cheio de recursos, empreendedor.
- Multicultural.
- Multidisciplinaridade: conhecimento das tendências e possibilidades sociais, comerciais, econômicas e ambientais.
- Inteligência emocional.
- Trabalho em equipe, colaboração, trabalho em rede, adaptável, aberto.
- Velocidade e agilidade.
- Integridade.
- Apaixonado.
- Avaliável (*accountable*).
- Autocrítico.
- Responsabilidade social.

Em uma pesquisa feita na Fiesp pela Epusp com cerca de 1500 empresas foi obtida uma lista de habilidades esperadas do engenheiro formado:

1 – Trabalho em Equipe
2 – Comprometimento com a Qualidade
3 – Lealdade com a Empresa
4 – Conviver com Mudanças
5 – Domínio de Inglês
6 – Ferramentas de Informática
7 – Iniciativa para Tomada de Decisões
8 – Visão do papel cliente/fornecedor
9 – Visão das Necessidades de Mercado
10 – Capacidade de Planejar

Outra pesquisa revelou o que os recém-formados esperam das empresas:

- Salário
- Benefícios
- Oportunidades de Carreira e Treinamento
- Segurança e Confiança na Gestão
- Orgulho do Trabalho e da Empresa
- Clareza e Abertura na Comunicação Interna
- Camaradagem no Ambiente de Trabalho
- Responsabilidade Social

Analisando estas pesquisas é fácil observar que as empresas estão mais preocupadas com questões comportamentais e atitudinais, do que com o domínio de conteúdos técnicos, o que leva a crer que a idéia de as novas diretrizes curriculares focar o paradigma em competências e habilidades, sem deixar de lado a questão dos conteúdos de formação científica e tecnológica, é de certa forma acertada. A grande dificuldade está na implementação no curso de atividades e de estratégias que as explorem ou potencializem.

2.4 – AS ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS – A VISÃO DO CREA

Em 2005 o Crea/Confea emitiu a resolução 1010(Anexo III) que dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Ela considera as leis e decretos anteriores que tratam do assunto como a Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966; o Decreto nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933 e o Decreto-Lei nº 8.620, de 10 de janeiro de 1946.

No seu artigo 2º do capítulo I a resolução afirma que a atribuição profissional é o ato específico de consignar direitos e responsabilidades para o exercício da profissão, em reconhecimento de competências e habilidades derivadas de formação profissional obtida em cursos regulares e que o título profissional será atribuído pelo Sistema Confea/Crea a portador de diploma expedido por instituições de ensino para egressos de cursos regulares, correlacionado com o(s) respectivo(s) campo(s) de atuação profissional, em função do perfil de formação do egresso, e do projeto pedagógico do curso.

Ficam designadas as seguintes atividades, que poderão ser atribuídas de forma integral ou parcial, em seu conjunto ou separadamente, observadas as disposições gerais e limitações estabelecidas:

Atividade 01 – Gestão, supervisão, coordenação, orientação técnica;
Atividade 02 – Coleta de dados, estudo, planejamento, projeto, especificação;
Atividade 03 – Estudo de viabilidade técnico-econômica e ambiental;
Atividade 04 – Assistência, assessoria, consultoria;
Atividade 05 – Direção de obra ou serviço técnico;

Atividade 06 – Vistoria, perícia, avaliação, monitoramento, laudo, parecer técnico, auditoria, arbitragem;
Atividade 07 – Desempenho de cargo ou função técnica;
Atividade 08 – Treinamento, ensino, pesquisa, desenvolvimento, análise, experimentação, ensaio, divulgação técnica, extensão;
Atividade 09 – Elaboração de orçamento;
Atividade 10 – Padronização, mensuração, controle de qualidade;
Atividade 11 – Execução de obra ou serviço técnico;
Atividade 12 – Fiscalização de obra ou serviço técnico;
Atividade 13 – Produção técnica e especializada;
Atividade 14 – Condução de serviço técnico;
Atividade 15 – Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
Atividade 16 – Execução de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
Atividade 17 – Operação, manutenção de equipamento ou instalação; e
Atividade 18 – Execução de desenho técnico.

Esta resolução fala claramente em seu artigo 8°, § 2°, que a atribuição inicial de título profissional, atividades e competências decorrerá, rigorosamente, da análise do perfil profissional do diplomado, de seu currículo integralizado e do projeto pedagógico do curso regular, em consonância com as respectivas diretrizes curriculares nacionais.

A resolução 1010, pela primeira vez fala em projeto pedagógico das escolas e nas diretrizes curriculares nacionais graças a um trabalho conjunto da Abenge com o Crea/Confea.

Existe um alinhamento de pensamentos entre o Crea, a ABENGE e o MEC quanto a amarração entre as diretrizes curriculares e a questão da regulamentação das atribuições do profissional de engenharia. O Crea em agosto de 2004 também recomendou que as escolas de engenharia criassem uma disciplina, com 30 horas/aula, que trate da questão da ética e da legislação profissional nos cursos de engenharia.
A mudança do paradigma das diretrizes curriculares para o ensino baseado no desenvolvimento ou fortalecimento de competências e habilidades, tem uma ligação direta com as atividades que podem ser atribuídas aos engenheiros e que são previstas pelo Crea.

3 – A EVOLUÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA NO BRASIL COM ÊNFASE EM ENERGIA

3.1 – A CRIAÇÃO E A EVOLUÇÃO DAS ESCOLAS DE ENGENHARIA NO BRASIL

A primeira escola de engenharia é a Ècole Nationale des Ponts de Chausses, fundada em 1747 em Paris. A Ècole Nationale Supérieure dês Mines é de 1749, também em Paris[7].

Já o termo engenheiro Civil teria sido usado pela primeira vez por John Smeaton – um dos descobridores do cimento Portland – que se autodenominou no final do século XVII – para se distinguir dos engenheiros militares[7].

Em 1795 em Paris surge a Ècole Polythechnique criada por Gaspard Monge e Fourcroy com cursos de três anos. Em seguida os alunos iam para as escolas especializadas: Ècole Nationale des Ponts de Chausses e a Ècole Nationale Supérieure dês Mines.

Nos Estados Unidos a primeira escola de engenharia elétrica foi o MIT[8] em1882, logo em seguida em 1883 a Universidade de Cornell também anunciou seu curso de Engenharia Elétrica. Em 1886 a universidade de Missouri organizou o departamento de engenharia elétrica e em 1891 as Universidades de Wisconsin e a de Stanford também organizaram departamentos e cursos de Engenharia Elétrica. O curso do MIT era um curso de física adaptado e tinha quatro anos de duração. A Figura 3 mostra a grade de disciplinas do curso. Já existiam disciplinas de medidas elétricas, física e matemática e também um enfoque grande em cursos de alemão.

Uma entidade mundialmente importante no setor elétrico é o IEEE[9] (Institut of Electrical and Electronics Engineers), que hoje tem cerca de 400 mil sócios no mundo todo, que é dividido em dez regiões. O IEEE é hoje responsável por cerca de 25% do que é escrito sobre engenharia elétrica no planeta. Ele foi criado em 1963 nos Estados Unidos pela fusão do American Institute of Electrical Engineers (AIEE), criado em 1884 e o Institute of Radio Engineers (IRE), criado em 1912. Tem nomes famosos entre os fundadores e sócios como Thomas Edison, Alexander Graham Bell, Charles Steinmetz e Gugliemo Marconi. Existem outras entidades mundialmente importantes como IEE inglês, o Cigre, o IEE japonês e as associações de normas técnicas internacionais como a IEC, Ansi, a VDE, a DIN, a BSI e mais recentemente a ISO, que atuam também na área elétrica.

FIRST YEAR

First Term	Second Term
Algebra continued.	Plane and Spherical Trigonometry.
Solid Geometry.	General Chemistry.
General Chemistry.	Qualitative Analysis.
Chemical Laboratory.	Chemical Laboratory.
Rhetoric.	English History.
English Composition.	English Literature.
French.	French.
Mechanical Drawing.	Mechanical Drawing.
Free Hand Drawing.	Free Hand Drawing.
Military Drill.	Military Drill.

SECOND YEAR

First Term	Second Term
Physics, Lectures.	Physics, Lectures.
Physical Laboratory, General Laboratory Work and experimental Acoustics.	Physical Laboratory, General Laboratory Work, Acoustics, Simple Applications of Electricity.
Analytic Geometry.	Differential Calculus.
Shopwork, Carpentry, Wood and Metal Turning.	Shopwork; Wood and Metal Turning.
Descriptive Astronomy.	Physical Geography.
English History and Literature.	English History and Literature.
German.	German.
	General Physics, Theoretical Acoustics.

THIRD YEAR

First Term	Second Term
Physical Laboratory, Special Methods in Photometry.	Physical Laboratory, Electrical Measurements and Testing.
General Physics, Electricity, Photometry.	General Physics, Electricity.
Integral Calculus.	Advanced Physics, Memoirs, etc.
Applied Mechanics.	History of Physical Sciences.
Mechanical Engineering, Theory and Practice of Steam and Other Engines.	Applied Mechanics.
Mechanical Laboratory, Use of Dynamometers, Indicators, etc.	Mechanical Engineering.
Constitutional History.	Mechanical Laboratory.
	Political Economy.
	German.

FOURTH YEAR

First Term	Second Term
Physical Laboratory, Electrical Testing and Construction of Instruments.	Physical Research.
General Physics, Applications to Telegraph, Telephone, Electric Lighting, etc.	General Physics, Applications of Electricity.
Photography.	Advanced Physics, Memoirs, etc.
History of Physical Science.	Principles of Scientific Investigation.
Mechanical Engineering Laboratory.	Advanced Mathematics.
Applied Mechanics, Thermodynamics, Hydraulics, etc.	Note.--The student is advised to take Advanced German.

Figura 3 – Grade das disciplinas do curso de Engenharia Elétrica do MIT em 1882[8].

O modelo francês[3] das escolas de Engenharia começou com as politécnicas, que pretendia formar engenheiros generalistas sem grande base científica,

dominando o conjunto de técnicas da época, embora a escola escolhida imprimisse certa especialização.

Após a Revolução Francesa, sob a influência de Napoleão e de Gaspar Monge, a formação ganhou bases científicas, iniciando-se o sistema 2+3: depois da obtenção de uma boa menção no Baccalauréat (exame de final de curso secundário), e de dois anos de estudo nas Classes Préparatoires (essencialmente matemática, física, química, filosofia e formação cultural, hoje acrescidas de informática e "princípios" de engenharia), realiza-se o exame de entrada em uma das Écoles de Génie (raríssimos candidatos obtêm sucesso na primeira tentativa), ao que se seguem três anos de estudo, com formação generalista, completada com alguma especialização no terceiro ano e diversos estágios em empresas (como atividade curricular e controlados pelas escolas). Este perfil de formação é o do chamado "engenheiro generalista de base científica".

No modelo Alemão[3] de escolas de Engenharia, as conhecidas Fachhochschüles, o engenheiro recebe uma formação essencialmente técnica, entremeada de estágios na indústria, ao longo de três anos, sem maiores preocupações com embasamento científico. Podemos denominar este perfil de formação de "engenheiro tecnicista de formação curta", naturalmente muito especializado. Alguns outros países seguem este modelo também como a Itália, a Suíça, o Japão e a Rússsia. O outro diploma é obtido em uma Technische Universität (anteriormente Hochschulen), ao longo de cinco anos, seguindo o esquema 2+3: dois anos de estudos científicos básicos e três anos em estudos muito especializados, culminando com o projeto de fim de curso e a tese de diploma. Não há formação gerencial ou humanística. É comum o aluno despender seis anos para obter o grau de *ingenieur*, por atrasos na entrega da tese de diploma, conseqüência dos estágios na indústria. Podemos denominar este perfil de formação de "engenheiro especializado de base científica".

O modelo anglo-saxão[3] propõe um curso de quatro anos, muito distinto do modelo francês de cinco anos. Nas primeiras escolas de Engenharia americanas encontramos a exigência de uma boa formação científica, de uma razoável formação humanística, de alguma formação técnica especializada (organizada em dois temas, o *major* e o *minor*), e uma grande liberdade de escolha de disciplinas eletivas. Para o "*bachelor of science degree*", os estudantes devem completar um núcleo de exigências igualmente divididas entre ciências e matemática e humanidades, artes e ciências sociais. As escolas inglesas seguem padrões semelhantes. Poderíamos citar este perfil como o de "engenheiro de formação humanística e base científica". Fugimos da expressão sintética "ampla base cultural" porque o termo "cultural" costuma ser entendido como isolado da cultura científica. Uma maior especialização é obtida na pós-graduação (MSc ou PHD). Obsevando o currículo das escolas de engenharia (não universitárias) britânicas e de boa parte das escolas norte-americanas não classificadas como universidades de pesquisa, percebemos uma orientação muito técnica, sem formação científica: o "engenheiro tecnólogo de formação curta" já citado. Este é o engenheiro que passa diretamente a um emprego na indústria.

No Brasil em 1792[7] é criada, no Rio de Janeiro, a Real Academia de Artilharia, que com a vinda de D. João VI se tornou a Academia Real Militar em 1810 e que acabou se tornando a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, em seguida Escola de Engenharia da UFRJ e hoje voltou a ser Escola Politécnica da UFRJ. A escola tinha inicialmente três cursos:

- Ciências Matemáticas, Físicas e Naturais;
- Engenharia e Ciências Militares;
- Engenharia Não-Militar (futuramente denominada Civil).

O curso completo tinha sete anos, sendo o primeiro ano preparatório, para suprir deficiências do ensino secundário; o segundo, terceiro e quarto anos de disciplinas básicas de nível superior e finalmente os três últimos de disciplinas militares e de engenharia. O curso seguiu o modelo das Escolas Politécnicas Francesas.

Em 1839 ela foi denominada Escola Militar da Corte e em 1858 passou a ser chamada de Escola Central. Em 1855 foi criada a Escola de Aplicação do Exército, que acabou se tornando o Instituto Militar de Engenharia (IME). Em 1876 é fundada, por decisão de D. Pedro II, a Escola de Minas de Ouro Preto.

Em 1893[10] é criada a Escola Politécnica de São Paulo e em 1895 a Escola de Engenharia de Pernambuco, a Escola de Engenharia Mackenzie (primeira escola privada de engenharia do país), em 1896, a Escola de Engenharia de Porto Alegre e a Escola Politécnica da Bahia em 1897.

Em 1911 é fundada a Escola Livre de Engenharia, atual Escola de Engenharia da UFMG. A Escola de Engenharia do Paraná é criada em 1912 e em 1913 é fundada a Escola Politécnica do Recife. Em 1913 é criado o Instituto Eletrotécnico de Itajubá hoje Unifei. E em 1914 é criada a Escola de Engenharia de Juiz de Fora.

Em 1928 é criada a Escola de Engenharia Militar antecessora do Instituto Militar de Engenharia. Em 1931 é fundada a Escola de Engenharia do Pará. Em 1946 é criada a Faculdade de Engenharia Industrial da PUC de São Paulo (FEI), em 1950 o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e em 1952 a Escola Politécnica do Espírito Santo.

Já mais recentemente surgiram a Unicamp em 1966, com escola de engenharia em Campinas, e a Unesp em 1976 com escolas de engenharia em Guaratinguetá (criada em 1966 e incorporada à Unesp), Ilha Solteira (1977) e Bauru mais recentemente incorporada.

Em 1966[3] houve uma breve tentativa de formar "engenheiros operacionais", em cursos com três anos de duração, havendo a possibilidade de completar a formação longa cursando mais dois anos complementares. Não vale a pena discutir o perfil de formação, pretendido ou real, pois a iniciativa foi rapidamente abortada. O

sistema Confea/Creas recusou-se a registrar este profissional tratado como um engenheiro incompleto, sendo a categoria extinta na década de 1970.

A Escola Politécnica de São Paulo iniciou-se com cursos de Engenharia Civil e Industrial com cinco anos de duração, de Engenharia Agrônoma com três anos, de Artes Mecânicas com três anos e de Engenharia de Agrimensura com dois anos. Em 1895 foi criado o curso de engenheiro-arquiteto e de engenheiro geógrafo, para quem concluísse o terceiro ano de Engenharia Civil. Foi tomado como base o modelo da Politécnica de Zurique. Em 1911 é criado o curso de Engenharia Mecânica-Elétrica (6 anos sendo 3 preparatórios). Em 1918[11] é criado o curso de Engenharia Química, denominado engenheiro químico em 1925 e em 1940 foram criados os cursos de Engenharia Mecânica e de Minas e Metalurgia. Em 1918 o curso de Engenharia Mecânica-Elétrica (6 anos sendo 3 preparatórios, em 1931 passa a ser de 5 anos sem preparatório) passou a ser Elétrica, já em 1940 se torna de Mecânica-Elétrica (5 anos sem preparatório) novamente, e em 1965 volta a ser Elétrica (5 anos sem preparatório). Em 1948 o curso de Engenharia-Arquitetura foi extinto, com a criação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU). Em 1934 a Escola Politécnica foi incorporada à Universidade de São Paulo. Dois laboratórios da Escola Politécnica, o de Resistência dos Materiais e o Gabinete de Eletrotécnica, deram origem respectivamente ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e ao Instituto de Eletrotécnica, futuramente Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP.

Segundo o site Universia[12] o Brasil tem 711 ocorrências de cursos de Engenharia e tem 182 ocorrências de cursos/habilitações em Engenharia Elétrica. Segundo trabalho de Vanderli Fava de Oliveira[13], os cursos de Engenharia no Brasil cresceram muito no período 1996 a 2005, passando de cerca de 545 para 1251, conforme mostrado no gráfico da Figura 4.

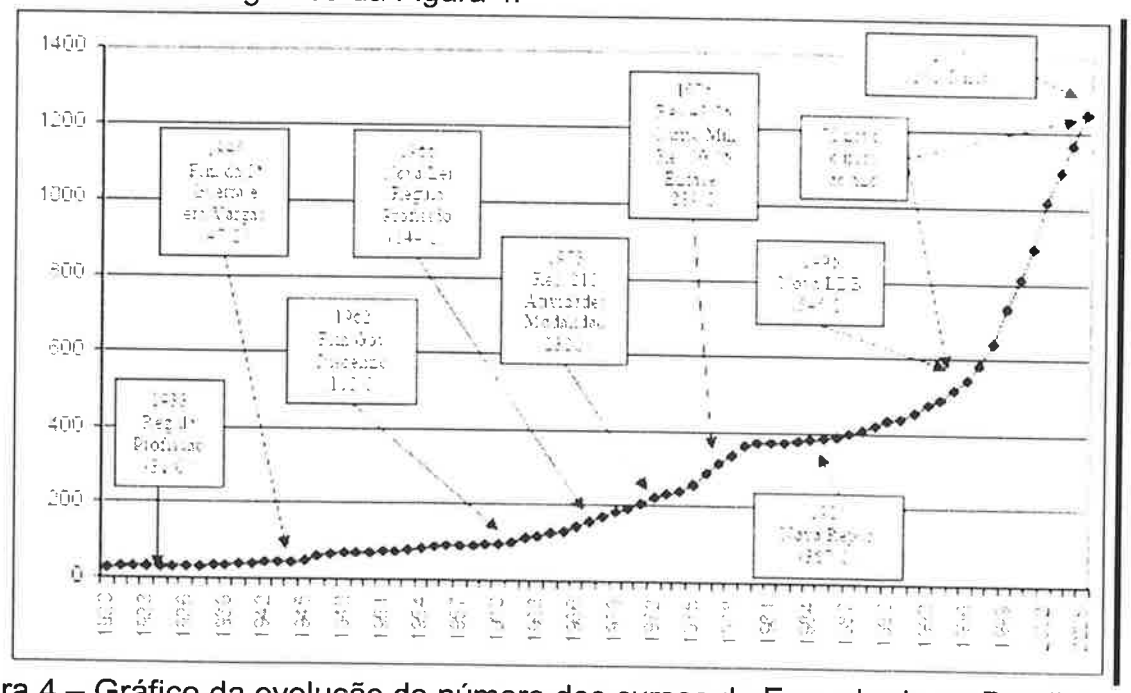


Figura 4 – Gráfico da evolução do número dos cursos de Engenharia no Brasil de 1930 até 2005, segundo trabalho de Vanderli Fava de Oliveira[13].

No mesmo trabalho de Vanderli é mostrada uma tabela com o número estimado de cursos que realizariam o Enade em 2005 por grupo de engenharia, conforme a Figura 5.

Engenharia	CURSOS	N. cursos
Grupo I	Civil, Geologia, Cartografia, Recursos Hídricos, Sanitária	[illegible]
Grupo II	Elétrica, Computação, Industrial Elétrica, Eletrotécnica, Comunicações, Redes de Comunicação, Eletrônica, Mecatrônica, Controle e Automação, Telecomunicações	[illegible]
Grupo III	Mecânica, Industrial, Mecânica, Aeroespacial, Aeronáutica, Automóveis, Naval	[illegible]
Grupo IV	Química, Bioquímica, Bioprocessos, Química Industrial, Química Ambiental, Têxtil	[illegible]
Grupo V	Materiais, Metalúrgica, Materiais – Plásticos, Fibras	[illegible]
Grupo VI	Produção, Industrial, Produção Mecânica, Produção Elétrica, Produção Química, Produção Têxtil, Produção De Materiais, Produção Civil	[illegible]
Grupo VII	Ambiental, Minas, Petróleo	[illegible]
Grupo VII	Agrícola, Florestal, Pesca, Madeireira	[illegible]
	Total	1251

Figura 5 – Tabela com o número estimado de cursos que realizariam o Enade em 2005 por grupo de engenharia[13].

Marcos Azevedo da Silveira[6] apresenta uma lista de mudanças sociopolíticas no planeta no final do século anterior que mudaram intensamente a visão e as possibilidades de atuação do engenheiro:

1. O fim da "guerra fria", com a queda do muro de Berlim e o predomínio do capitalismo e da visão neoliberal.
2. Nova divisão internacional do trabalho com empresas multinacionais passando a supranacionais e mudando de lugar seus centros de produção de acordo com as vicissitudes políticas.
3. Novas tecnologias com alteração dos processos de trabalho – entra aí toda a "engenharia de sistemas", técnicas mais viáveis, novos produtos baseados em inovações, compressão dos preços das matérias-primas e dos insumos industrializados básicos contra maior valor adicionado associado às novas tecnologias etc.
4. Exacerbação da busca do aumento de produtividade, aumento da padronização e modularização dos produtos e dos processos de trabalho, levando à terceirização e à alteração da organização industrial, concomitantes com maiores esforços na compactação dos processos de trabalho; automação de processos de fabricação e projeto, diminuição da necessidade de engenheiros (e operários) operando com máquinas e no "chão de fábrica". Necessidade de uma maior quantidade de cabeças trabalhando em torno da integração das operações e dos sistemas que as controlam e regulam.
5. Surgimento da "sociedade de serviços" ou "sociedade pós-industrial", onde a maior parte das atividades e dos postos de trabalho encontra-se no cliente e voltada para satisfazer seus interesses.
6. Consciência pública das limitações energéticas e dos problemas ecológicos, busca de novas formas de energia, aparecimento da questão da reciclagem de materiais, regulamentações ecológicas, exigência de estudos de impacto

ambiental, movimentos ecológicos não-governamentais ativos e influentes, nascimento da indústria de remediação ambiental etc.

7. Maior exigência quanto aos direitos do consumidor, princípios de qualidade total, maior controle por parte de órgãos e agências reguladoras, popularidade dos sistemas de certificação, códigos de defesa do consumidor gerando grande movimentação jurídica.

Estes fatos deveriam afetar diretamente os projetos político-pedagógicos das escolas de engenharia, de forma que garantisse uma formação de engenheiros mais aderente com as demandas da sociedade atual.

3.2 – EVOLUÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Em 1852[10] a primeira linha telegráfica do Brasil era inaugurada no Rio de Janeiro com 4300 metros de extensão. Em 1857 ocorreu a primeira experiência com iluminação elétrica e em 1878 a primeira experiência com telefone. Em 1879 foi dada a primeira concessão pra a exploração dos serviços telefônicos. Em 1879 foi inaugurada a primeira instalação de iluminação elétrica na estação Central no Rio de Janeiro, com seis lâmpadas de arco alimentadas por dínamos acionados por um sistema a vapor de 7 CV de potência. Em 1880 o major Diogo Antonio de Barros dotara sua casa em São Paulo de iluminação elétrica. Em 1881 D. Pedro II inaugura um sistema com 60 lâmpadas incandescentes no prédio do Ministério da Agricultura, tocadas por um dínamo de 10 CV.

No ano de 1883 em Diamantina (MG), foi colocado em operação o primeiro aproveitamento hidroelétrico do Brasil, com 2 dínamos de 4,8 CV em 360 V. Este sistema alimentava um sistema a 2 quilômetros de distância, portanto foi necessária uma linha de transmissão, a mais longa da época (a linha de Niagará tinha 1,5 km) para transportar a energia. Em 1887 se utilizou um desnível de 40 metros e 2 dínamos para acionar a tração de vagonetes e outros serviços de mineração em Ribeirão dos Macacos (MG). Em 1889 entra em operação a usina de Marmelos no rio Paraibúna, próximo de Juiz de Fora (MG), que foi a primeira usina de energia hidroelétrica do país e da América do Sul construída para produzir exclusivamente para utilidade pública.

Em 1890 o Brasil já tinha 4168 kW de energia elétrica instalada, sendo 3143 térmicas e 1475 de hidroelétricas. Até 1897 a iluminação elétrica já havia chegado às cidades do Rio de Janeiro, de São Paulo, Porto Alegre, Recife, Belém do Pará, Curitiba, São Carlos do Pinhal, Piracicaba, Petrópolis e Belo Horizonte. Em 1896 foi inaugurada a eletrificação dos bondes de Santa Teresa no Rio de Janeiro. Em 1899 é criada em Toronto (Canadá) a São Paulo Railway, Light and Power Ltd. – SP RAILWAY.

O período de 1903 a 1927[13] foi considerado o de implantação da energia elétrica no Brasil. Em 1903 é aprovado pelo Congresso Nacional o primeiro texto de lei disciplinando o uso de energia elétrica no país. Entrou em operação a Usina Hidrelétrica Fontes Velha, na época a maior usina do Brasil e uma das maiores do

mundo em 1908. Em 1912 entrou em operação a Usina Hidrelétrica Fontes Velha, na época a maior usina do Brasil e uma das maiores do mundo. Em 1912 entra em operação a Usina Hidrelétrica Delmiro Gouveia, primeira do Nordeste, construída para aproveitar o potencial da Cachoeira de Paulo Afonso no rio São Francisco. A American and Foreign Power Empresa Cliente (Amforp) iniciou suas atividades no país adquirindo o controle de dezenas de concessionárias que atuavam no interior de São Paulo em 1927.

Já o período de 1934 a 1945[14] foi considerado o de regulamentação do setor de energia elétrica no Brasil. Em 1934 é promulgado pelo presidente Getúlio Vargas o Código de Águas, assegurando ao poder público a possibilidade de controlar rigorosamente as concessionárias de energia elétrica. O presidente inaugurou no Rio de Janeiro o primeiro trecho eletrificado da Estrada de Ferro Central do Brasil em 1937. Em 1939, criou o Conselho Nacional de Águas e Energia (CNAE) para sanear os problemas de suprimento, regulamentação e tarifa referentes à indústria de energia elétrica do país. Regulamentada a situação das usinas termelétricas do país, mediante sua integração às disposições do Código de Águas em 1940.

Em 1941 é regulamentado o "custo histórico" para efeito do cálculo das tarifas de energia elétrica, fixando a taxa de remuneração dos investidores em 10%. Em 1945 é criada, no Rio de Janeiro, a primeira empresa de eletricidade de âmbito federal, a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf). Em 1952 é criado o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) para atuar nas áreas de energia e transporte. Entrou em operação a primeira grande hidrelétrica construída no rio São Francisco, a Usina Hidrelétrica Paulo Afonso I, pertencente à Chesf. Também entrou em operação a Usina Termelétrica Piratininga, a óleo combustível, primeira termelétrica de grande porte do Brasil em 1954. Já em 1956 foi criada para administrar o programa energético do estado do Espírito Santo a Escelsa, empresa posteriormente federalizada e que passou a fazer parte do Grupo Eletrobrás e em 1957 foi criada a Central Elétrica de Furnas S.A., com o objetivo expresso de aproveitar o potencial hidrelétrico do rio Grande para solucionar a crise de energia na Região Sudeste. Em 1960 como desdobramento da política desenvolvimentista do presidente Juscelino Kubitschek, conhecida como Plano de Metas, foi criado o Ministério das Minas e Energia (MME) e em 1961, durante a presidência de Jânio Quadros, foi criada a Eletrobrás, constituída em 1962 pelo presidente João Goulart para coordenar o setor de energia elétrica brasileiro.

O período de 1961 a 1973 foi considerado o de consolidação do setor elétrico brasileiro. Em 1962, o Banco Mundial formou o Consórcio Canambra com o objetivo de desenvolver amplo estudo dos potenciais hidrelétricos e do mercado de energia elétrica na Região Sudeste. Entrou em operação a Usina Hidrelétrica de Furnas, maior usina do Brasil na época de sua construção, em 1963. O Departamento Nacional de Águas e Energia, encarregado da regulamentação dos serviços de energia elétrica no país, em 1965 e também entrou em operação a Usina Termelétrica Jorge Lacerda I, que atualmente faz parte do maior complexo termelétrico a carvão vapor do Brasil. Já em 1968 foi criada a Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A. (Eletrosul) na qualidade de empresa subsidiária da Eletrobrás.

Entrou em operação a maior termelétrica do país, a Usina Termelétrica Santa Cruz, de Furnas – Centrais Elétricas S.A. Para supervisionar os estudos hidroenergéticos relacionados à Região Amazônica, foi criado o Comitê Coordenador de Estudos Energéticos da Amazônia (Eneram). Entrou em operação a Usina Hidrelétrica Funil, única com barragem de porte em arco de dupla curvatura no Brasil e também com o objetivo de diminuir os problemas operativos e aperfeiçoar o processo de interação das empresas do setor, foi criado o Comitê Coordenador de Operação Interligada (CCOI) em 1969. Como conseqüência do tratado firmado entre Brasil e Paraguai, regulando a construção e operação de hidrelétricas no rio Paraná, foi criada a Itaipu Binacional (Itaipu). Como resultado dos estudos do Eneram, foi criada a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A (Eletronorte), é também criada a Empresas Nucleares Brasileiras S.A. (Nuclebrás), sociedade de economia mista para executar a política nuclear do país e neste mesmo ano de 1973 é criado o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) para desenvolver tecnologia em equipamentos e em sistemas elétricos.

O período de 1975 a 1986 é considerado o da estatização do setor elétrico brasileiro. Em 1976 são criados o Comitê de Distribuição da Região Sul-Sudeste (Codi) e o Comitê Coordenador de Operação do Norte/Nordeste (Ccon). Já em 1979 depois de 80 anos sob o controle estrangeiro, foi nacionalizada a Light Serviços de Eletricidade S.A. Também neste ano entrou em operação a Usina Hidrelétrica Sobradinho, realizando o aproveitamento múltiplo do maior reservatório do país que regulariza a vazão do rio São Francisco e foi autorizada pelo Dnaee a instalação do Sistema Nacional de Supervisão e Coordenação de Operação (Sinsc). O Ministério das Minas e Energia criou o Grupo Coordenador de Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS) em 1982. Já em 1984 entrou em operação a Usina Hidrelétrica Tucuruí, da Eletronorte, primeira hidrelétrica de grande porte construída na Amazônia. Foi também concluída a primeira parte do sistema de transmissão Norte-Nordeste, permitindo a transferência de energia da bacia amazônica para a Região Nordeste. Entrou em operação a Usina Hidrelétrica Itaipu, maior hidrelétrica do mundo com 12.600 MW de capacidade instalada. É constituído o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), com o objetivo de incentivar a racionalização do uso da energia elétrica, e em 1985 entra em operação a Usina Termonuclear Angra I, primeira usina nuclear do Brasil. Em 1986 entra em operação o sistema de transmissão Sul-Sudeste, o mais extenso da América do Sul, transportando energia elétrica da Usina Hidrelétrica Itaipu até a Região Sudeste.

O período de 1988 a 1999 é considerado o de privatização do setor elétrico. Em São Paulo este processo é mais intenso. Em 1988 foi criada a Revisão Institucional de Energia Elétrica (Revise), embrião das alterações promovidas no setor de energia elétrica durante a década de 1990 e também neste ano foi criado o Comitê Coordenador das Atividades do Meio Ambiente do Setor Elétrico (Comase). O presidente Fernando Collor de Mello sancionou a Lei n.º 8.031 criando o Programa Nacional de Desestatização (PND). É criado o Grupo Tecnológico Operacional da Região Norte (GTON), órgão responsável pelo apoio às atividades dos Sistemas Isolados da Região Norte e regiões vizinhas e foi criado o Sistema Nacional de

Transmissão de Energia Elétrica (Sintrel) para viabilizar a competição na geração, distribuição e comercialização de energia em 1990.

As empresas controladas pela Eletrobrás foram incluídas no Programa Nacional de Desestatização que orientava a privatização dos segmentos de geração e distribuição e foi realizado o leilão de privatização da Escelsa, inaugurando nova fase do setor de energia elétrica brasileiro em consonância com a política de privatização do Governo Federal em 1995. Já em 1997 é criada a Eletrobrás Termonuclear S.A. (Eletronuclear), empresa que passou a ser a responsável pelos projetos das usinas termonucleares brasileiras, neste ano também é constituído o novo órgão regulador do setor de energia elétrica sob a denominação de Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Em 1998 o Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE) foi regulamentado, consolidando a distinção entre as atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica e também foram estabelecidas as regras de organização do Operador Nacional do Sistema Elétrico (nos), para substituir o Grupo Coordenador para Operação Interligada (GCOI). A primeira etapa da Interligação Norte–Sul entrou em operação, representando um passo fundamental para a integração elétrica do país em 1999.

Em 2000 o presidente Fernando Henrique Cardoso lançou o Programa Prioritário de Termelétricas (PPT) visando à implantação no país de diversas usinas a gás natural; entrou em operação, no mês de julho, a usina hidrelétrica Itá, na divisa dos municípios de Aratiba (RS) e Itá (SC). A conclusão das obras de aproveitamento foram levadas a termo pela Gerasul, em parceria com a Itá Energética, consórcio formado pelas empresas Odebrecht Química, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e Cimentos Itambé. Em março de 2001, a usina atingiu a capacidade de 1.450 MW. A importação de 1.000 MW de energia da Argentina, iniciada no mês de julho pela Companhia de Interconexão Energética (Cien), utilizou novas linhas de 500 kV e uniu as subestações de Rincón e Garabi (Argentina), Santo Ângelo e Itá (Brasil), constituindo a maior e mais importante compra de energia pelo Brasil da Argentina. Foi instituído, no mês de agosto, pela Lei nº 9.478, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Efetivamente instalado em outubro, o Conselho assumiu a atribuição de formular e propor ao presidente da República as diretrizes da política energética nacional.

O ano de 2001 foi o ano que o Brasil vivenciou sua maior crise de energia elétrica, acentuada pelas condições hidrológicas extremamente desfavoráveis verificadas nas Regiões Sudeste e Nordeste. Com a gravidade da situação, o governo federal criou, em maio, a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), com o objetivo de "propor e implementar medidas de natureza emergencial para compatibilizar a demanda e a oferta de energia elétrica, de forma que evitasse interrupções intempestivas ou imprevistas do suprimento de energia elétrica". Em junho, foi implantado o programa de racionamento nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste e, em agosto, em parte da Região Norte. Ainda no âmbito da crise de energia elétrica, no mês de agosto, o governo criou a empresa Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial (CBEE) para realizar a contratação das térmicas emergenciais.

Entrou em operação, em agosto de 2001, a Usina Termelétrica Eletrobold (RJ), incluída no Programa Prioritário de Termelétricas (PPT). A usina foi construída pela Sociedade Fluminense de Energia (SFE), controlada pelo grupo norte-americano Enron, sendo equipada com oito grupos de geradores a gás natural e totalizando 380 MW de capacidade instalada. Entrou em operação, em novembro deste mesmo ano, a Usina Termelétrica Macaé Merchant, no município de Macaé (RJ), também incluída no PPT. A usina foi construída pela empresa norte-americana El Paso Energy, tendo sido projetada para operar com 20 turbinas a gás natural, com capacidade total de 928 MW.

Entrou em operação, em dezembro de 2001, a primeira unidade da Usina Hidrelétrica Lajeado, na divisa dos municípios de Miracema do Tocantins e Palmas (TO). Construída pela Investco, consórcio liderado pelas empresas Rede Lajeado Energia, do Grupo Rede, e EDP Brasil, controlada pela Eletricidade de Portugal (EDP), a usina foi projetada para operar com cinco unidades geradoras, com capacidade total de 900 MW. Em dezembro, terminou o racionamento na Região Norte.

Em fevereiro de 2002, entrou em operação a Usina Hidrelétrica Machadinho, na divisa dos municípios de Maximiliano de Almeida (RS) e Piratuba (SC). Foi construída por consórcio formado pela Gerasul, Celesc, CEEE, Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas e grandes empresas privadas consumidoras de energia, como a Alcoa Alumínio, a Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), a Valesul Alumínio, a Companhia de Cimentos Portland Rio Branco e a Camargo Corrêa Cimentos. Em julho, entrou em operação a terceira e última unidade geradora da usina, perfazendo o total de 1.140 MW. Em fevereiro, terminou o racionamento nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Entrou em operação, em maio, a Usina Hidrelétrica Cana Brava, na divisa dos municípios de Cavalcanti e Minaçu (GO), com capacidade de geração de 450 MW, alcançada quatro meses após a inauguração. A Companhia Energética Meridional (CEM), empresa constituída pela Tractebel, é a empresa responsável pela construção e operação da usina, e do sistema de transmissão associado. Em junho, foi extinta a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), substituída pela Câmara de Gestão do Setor Elétrico (CGSE), vinculada ao Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). A CGSE foi encarregada de propor ao CNPE diretrizes para a elaboração da política do setor de energia elétrica, além de gerenciar o Programa Estratégico Emergencial para o aumento da oferta de energia.

Já em novembro de 2003 o novo governo lançou programa Luz Para Todos, objetivando levar, até 2008, energia elétrica aos 12 milhões de brasileiros que não têm acesso ao serviço. Deste total, 10 milhões estão na área rural. A gestão do programa será compartilhada entre estados, municípios, agentes do setor elétrico e comunidades. Entrou em operação comercial em novembro a 15ª unidade geradora hidráulica da Usina Hidrelétrica Tucuruí. É a terceira máquina da segunda etapa, que irá acrescentar mais 375 MW de potência à usina. As obras irão ampliar a capacidade de geração, de 4.245 MW para 8.370 MW, possibilitando o atendimento a mais de 40 milhões de pessoas. Tucuruí passará a ser a maior hidrelétrica nacional.

Em janeiro de 2004 foi inaugurada a PCH Padre Carlos, em Poços de Caldas (MG). A usina tem capacidade para gerar 7,8 MW e é um reforço no atendimento aos 52 mil consumidores da área de concessão do Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas e integra um conjunto de cinco pequenas centrais hidrelétricas já em operação na área. O novo modelo do setor elétrico foi aprovado com a promulgação, em março, das Leis nº 10.847 e nº 10.848, que definiram as regras de comercialização de energia elétrica e criaram a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com a função de subsidiar o planejamento técnico, econômico e socioambiental dos empreendimentos de energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados e fontes energéticas renováveis. O novo modelo definiu a oferta de menor tarifa como critério para participação nas licitações de empreendimentos, estabeleceu contratos de venda de energia de longo prazo e condicionou a licitação dos projetos de geração às licenças ambientais prévias. No âmbito desta nova legislação, foram criados a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) e o Comitê de Gestão Integrada de Empreendimentos de Geração do Setor Elétrico (CGISE), a Eletrobrás e suas controladas foram retiradas do Programa Nacional de Desestatização (PND) e a Eletrosul foi autorizada a retomar a atividade de geração. A empresa mudou sua denominação para Eletrosul Centrais Elétricas S.A.

Em janeiro de 2005, foi inaugurada em Veranópolis (RS) a Usina Hidrelétrica Monte Claro, com capacidade para gerar 130 MW. A usina integra, junto com as usinas 14 de Julho e Castro Alves, o Complexo Energético do Rio das Antas, na região nordeste do estado. A obra é um dos empreendimentos de geração com entrada em operação prevista para este ano (2006), sendo 11 hidrelétricas e uma térmica. Com 2.995 MW de capacidade instalada, esse conjunto de usinas vai aumentar em 4,4% a capacidade instalada de geração no país. O sistema de fornecimento de energia elétrica no Espírito Santo foi reforçado, em março, com a inauguração da Linha de Transmissão Ouro Preto 2–Vitória e da ampliação da subestação de Vitória. A obra, realizada em 15 meses, prazo recorde na construção de linhas de transmissão, melhora a qualidade e a confiabilidade do sistema e reduz a possibilidade de falta de energia elétrica por falhas nas linhas de transmissão. Com a nova linha de transmissão o Espírito Santo deixa de ser ponta do sistema elétrico e passa a contar com caminhos alternativos de suprimento de energia.

Ainda em 2005 foram assinados os contratos de concessão para a implantação de 2.747 quilômetros de dez novas linhas de transmissão. As obras significarão investimentos de R$ 2,06 bilhões e deverão estar concluídas até 2007. As linhas foram arrematadas, em leilão realizado em 2004, por dez empresas brasileiras e três espanholas. As concessões têm duração de 30 anos e a construção dos novos empreendimentos beneficiará 140 municípios de 11 estados: Ceará, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo. A Eletrobrás e a Korea Electric Power Corporation (Kepco), da Coréia do Sul, assinaram Protocolo de Intenção para cooperação e formação de parcerias para investimentos conjuntos em projetos nos segmentos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no Brasil e na América Latina. A Kepco é uma empresa estatal sul-coreana com atividades similares às da

Eletrobrás. O protocolo prevê a avaliação do uso de todas as opções disponíveis de combustível, incluindo carvão, outros combustíveis fósseis, energia renovável e, eventualmente, energia nuclear. Em abril, foi inaugurada em Belém (PA) uma usina de produção de biodiesel do Grupo Agropalma. A unidade tem capacidade para produzir 8 milhões de litros de biodiesel por ano e a empresa utilizará como matéria-prima resíduos do processamento da palma. Maior produtora de óleo de palma da América Latina, a Agropalma domina todo o ciclo de produção e produz quase a totalidade de matéria-prima vegetal utilizada, cerca de 120 mil toneladas. A primeira usina brasileira de produção do biodiesel foi inaugurada em março, em Cássia (MG), e o combustível já está sendo comercializado em Belo Horizonte. Ainda no ano de 2005 alguns leilões da energia velha e de energia nova, termos utilizados pelo novo modelo referentes a energia gerada por usinas velhas e usinas que serão não entraram em operação ou serão construídas.

A história do setor de energia elétrica no Brasil foi afetada por conjunturas socioeconômicas nacionais e internacionais, como as grandes guerras mundiais, os governos dos presidentes Getúlio Vargas e Juscelino Kubitschek, quando tivemos um grande crescimento na industrialização do país, levando a uma necessidade maior de energia elétrica. Os governos militares do período de 1964 até 1984 tiveram uma política de alto endividamento ligado a grandes obras, nas quais se incluem usinas elétricas como Itaipu e Tucuruí. Os choques do petróleo nas décadas de 1970 e 80 também permitiram ao Brasil desenvolver o programa pró-alcool, pioneiro no mundo no uso da biomassa em larga escala. As grandes empresas de equipamentos se instalaram no Brasil no inicio do século XX, com a GE, Westinghouse, Siemens, Asea e Brown-Boveri (hoje ABB–fusão da Asea com a Brown-Boveri), permitindo assim que o Brasil seja hoje referência mundial na produção de diversos equipamentos como transformadores e geradores de usinas hidráulicas. A experiência desenvolvida nos projetos da usina de Itaipu e do sistema de transmissão de corrente continua, que permite levar a energia de Itaipu para as região Sudeste, permitiu o Brasil se tornar referência mundial nestes tipos de projeto.

As escolas de engenharia além de fornecer mão-de-obra para as empresas do setor acabaram trazendo de alguma forma a experiência brasileira no desenvolvimento do setor elétrico para dentro das escolas na renovação de seus currículos e também tentando acompanhar as pesquisas nos paises desenvolvidos através de publicações feitas por diversas entidades internacionais como as publicações do IEEE, IEE e do Cigré como revistas, relatórios técnicos de grupos de estudo e forças-tarefa e anais de congressos. A introdução da pós-graduação no Brasil na década de 1970 permitiu a criação de uma grande massa crítica na área.

A utilização dos computadores a partir das décadas de 1950, 60 e 70 permitiu a implementação de uma série de algoritmos desenvolvidos principalmente na década de 1960, para o cálculo de redes elétricas de energia, como programas de fluxo de potência, análise de curtos-circuitos, análise de confiabilidade, transitórios eletromecânicos e eletromagnéticos. Surgiram também os primeiros programas para análise de campos eletromagnéticos, que permitiam modelar e dimensionar melhor os dispositivos eletromecânicos, como transformadores, motores, geradores etc.

A partir da década de 1980, foi feito um esforço enorme para portar os programas dos *mainframes*, escritos na sua maioria na linguagem Fortran para os computadores pessoais. Com a invenção da interface gráfica dos sistemas operacionais e dos softwares aplicativos, foi feito um novo esforço de reescrever e portar estes programas para plataformas mais amigáveis para sua utilização com o uso agora de linguagens visuais, como o Basic, Pascal, C e C++. Muitos destes programas foram refeitos já utilizando a programação orientada a objetos.

A evolução da eletrônica da válvula até o transistor e em seguida para os circuitos integrados, culminando com os microprocessadores, que permitiram o desenvolvimento dos computadores pessoais, permitiu à área de energia elétrica desenvolver novos equipamentos, como por exemplo relés microprocessados em substituição aos eletromecânicos, e os baseados em eletrônica analógica. Ainda hoje convivem em diversas instalações as três gerações de equipamentos.

A utilização de microprocessadores e de computadores permitiu também desenvolver sistemas de aquisição e processamento de dados, possibilitando monitorar grandezas da rede elétrica e supervisionar assim o funcionamento dos equipamentos importantes como geradores e transformadores. Surgiram os sistemas Supervisory Control and Data Acquisition (Scada). Hoje com as diversas possibilidades de sistemas de telecomunicações, utilizando meios como a fibra óptica, telefonia celular, rádio e até utilizando sistemas com tecnologias como BlueTooth e Wifi é possível monitorar remotamente a situação de redes e equipamentos a distância. A utilização de sistemas e técnicas inteligentes, como sistemas especialistas (*expert systems*), redes neurais artificiais (*artificial neural networks*), lógica difusa (*fuzzy logic*), algoritmos evolucionários como os algoritmos genéticos (*genetic algorithms*), recozimento simulado (*simulated annealing*), busca tabu (*tabu search*) ou ainda sistemas híbridos que utilizam mais de uma destas técnicas é possível desenvolver sistemas que podem funcionar em estações remotas inteligentes de maneira distribuída nas redes de computadores, voltados às áreas de operação e manutenção das redes e equipamentos de empresas de energia e que estejam conectados às redes corporativas destas empresas.

O aumento de cargas não lineares nas redes elétricas levou a uma maior preocupação com os problemas da qualidade de fornecimento de energia elétrica, olhando sob os prismas da continuidade do serviço, do atendimento e do produto (forma de onda). Esta preocupação levou à criação de indicadores e penalizações para as empresas que poluem a rede, gerando assim uma nova área de desenvolvimento de produtos menos poluidores e de sistemas de mitigação desta poluição como os filtros ativos, os "DVR" e os dispositivos "FACTS". A regulamentação do setor em alguns países gerou também um mercado novo de atuação ligado à criação de legislação pertinente ao setor e à sua aplicação e acompanhamento, levando à criação de agências reguladoras. A busca de novas fontes de energia mais limpa e a busca da diversificação da matriz energética do país, com a introdução por exemplo do gás para gerar energia elétrica ou substituir a energia elétrica para gerar calor, também criou um novo mercado de atuação. O tratamento da energia como produto levou à criação de mercado de comercialização

de energia, por leilões ou venda direta, criando assim um novo setor de atuação para os engenheiros.

É importante também ressaltar a revolução digital que atingiu os equipamentos de controle e proteção de sistemas elétricos de energia. A preocupação de desenvolver equipamentos e sistemas que utilizem energia de forma mais eficiente, racional é cada vez mais constante na sociedade, e o Brasil passou em 2001 por uma crise energética em que esta questão ficou mais clara para todos os setores da sociedade. O uso de equipamentos utilizando novos materiais que aumentem a vida útil dos equipamentos ou que revolucionem o princípio de funcionamento, como o caso dos medidores ópticos de tensão e corrente elétrica, tem sido uma tendência de pesquisa nos últimos anos. Uma mostra clara da questão da evolução dos materiais e das técnicas de projeto de equipamentos elétricos pode ser vista na Figura 6[15], que apresenta a evolução dos motores elétricos. Tecnologias como sistemas de informação geográfica permitem representar dados georeferenciados geograficamente de redes elétricas, facilitando assim o planejamento, o projeto, a operação e a manutenção destas redes. Uma nova tecnologia que está sendo utilizada também no setor de energia elétrica, principalmente para projeto e treinamento, é a da realidade virtual.

Além da atividade de pesquisa e de extensão, partes do tripé de sustentação da estrutura das boas Instituições de Ensino Superior como meio de modernizar os cursos de graduação, as escolas de engenharia nos seus cursos de Engenharia devem estar sempre em contato direto com as tendências da evolução do setor de energia e com a criação de novos mercados para assim implementar melhorias no seu currículo de forma dinâmica, para melhor preparar seus alunos.

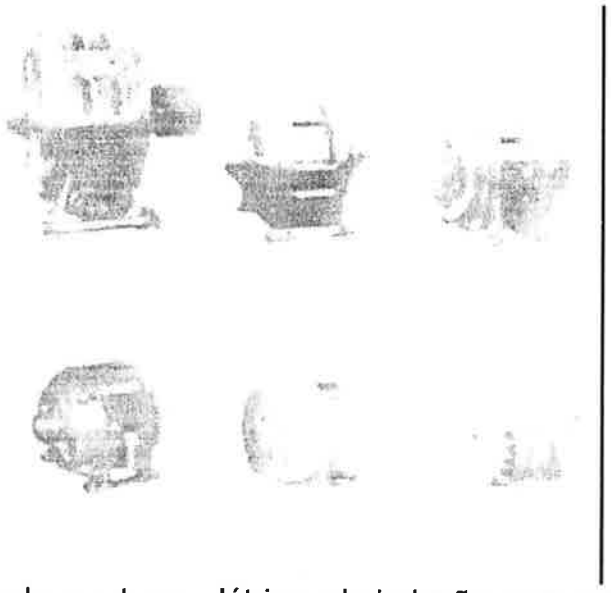


Figura 6 – Evolução dos motores elétricos de indução com a mesma potência e tensão entre 1903 e 1974 de um motor de indução de 15 HP, 1800 RPM, trifásico, 60 Hz, 220 V [15].

As questões ligadas aos impactos que a energia elétrica gera em toda sua cadeia (geração, transmissão, distribuição e o seu uso na sociedade e no meio ambiente) também são temas de estudo e de trabalho para os engenheiros. No caso do Brasil não se deve esquecer que ainda boa parte da população não tem acesso ao serviço de energia elétrica, principalmente comunidades isoladas e pobres; esta é outra preocupação do engenheiro da área de energia.

Como a evolução destas novas tecnologias é muito rápida as escolas de engenharia não conseguem acompanhá-las de maneira que as introduza com a mesma velocidade em seus conteúdos. Ou seja, em cursos de cinco anos, novas tecnologias podem surgir e morrer. Um exemplo claro disto é o declínio dos discos de vinil em relação aos CDs, do VHS em relação aos DVDs e mais recentemente o uso de memória (*pendrivers*) em relação aos CDs e disquetes. Esta rápida evolução das tecnologias acaba criando verdadeiros lixões de sucata de tecnologias ultrapassadas de difícil reutilização e absorção pela natureza, um exemplo disto são os microcomputadores de gerações anteriores, os monitores, os periféricos, as mídias etc.

A própria atualização e/ou substituição do parque de micros e programas nas escolas de engenharia é um problema terrível de custo e de logística, pois eles se tornam obsoletos cada vez mais rapidamente. Algumas escolas particulares incluem na suas mensalidades a compra de um laptop para os alunos, que os acompanhará como um novo "estojo escolar" até o final do curso, incluindo aí o material de apoio de aula em formato de CD ou DVD ou ainda disponibilizado na Internet. A escola fica responsável pela rede, na qual os alunos deverão ligar seus micros, esta rede pode ser uma rede sem fio, como já ocorre em algumas universidades americanas.

Recentemente foi promulgada a Lei nº 9.991 de 2000, que obriga as empresas concessionárias de energia (geradoras, transmissoras e distribuidoras) a aplicar anualmente parte da sua renda operacional líquida em projetos de pesquisa e desenvolvimento e outra parte em projetos de eficiência energética. Esta lei permitiu a várias escolas de engenharia, centros de pesquisa e mais recentemente empresas de consultoria desenvolver vários projetos, possibilitanto no caso às escolas de engenharia aumentar o número de teses, dissertações, publicações em congressos e em revistas e também a obtenção de recursos para equipar laboratórios e modernizar suas instalações. Quem acompanha a aplicação dos recursos e os resultados obtidos é a Aneel.

A tabela a seguir apresenta os percentuais mínimos para aplicação em P&D, conforme dispõe a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000.

Tabela 1 – Percentuais mínimos para aplicação em P&D e em eficiência energética da Lei 9991

Empresa	Fase de Transição			Fase Final	
	P&D (%ROL)	Eficiência (%ROL)	Prazo de validade	P&D (%ROL)	Eficiência (%ROL)
Geração	**0,25* 1,00**	-	**Até 31/12/2005**	**1,00**	-
Transmissão	-	-	-	**1,00**	-
Distribuição	**0,50**	**0,50**	**Até 31/12/2005**	**0,75**	**0,25**

Fonte: Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000.
* Percentual válido para as empresas Tractebel Energia, AES Tietê e Duke Energy Internacional.

Conforme dispõe o artigo 12 da Lei nº 10.848 de 15 de março de 2004, os investimentos acima descritos devem ser realizados do seguinte modo:

- 40% (quarenta por cento) dos recursos devem ser depositados no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNCDT);
- 40% (quarenta por cento) para projetos de pesquisa e desenvolvimento segundo regulamentos estabelecidos pela Aneel;
- 20% (vinte por cento) para o Ministério de Minas e Energia.

3.3 – COMPARAÇÃO ENTRE OS CURSOS DE ALGUMAS ESCOLAS DE ENGENHARIA DO BRASIL

Nesta seção faremos uma análise dos currículos de alguns cursos de Engenharia Elétrica do Brasil, com alguma ou total ênfase em energia, de escolas tradicionais e que tiveram bom desempenho nos exames de avaliação do exame nacional de cursos (Provão) de 1998 a 2003. As escolas foram as seguintes:

- Escola Politécnica da USP (Epusp);
- Escola de Engenharia de São Carlos da USP (Eescusp);
- Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp;
- Unifei.
- Escola de Engenharia da UFMG;
- Escola Politécnica da UFRJ;
- Escola de Engenharia da UFRGS.

Todas as informações foram coletadas nos sites destas escolas [16], [17], [18], [19], [20], [21] e [22]. Alguns destes sites carecem de organização e de informações, e em alguns casos levam a interpretações dúbias.

3.3.1 – OS CURRÍCULOS DE ALGUMAS ESCOLAS DE ENGENHARIA COM ÊNFASE EM ENERGIA

Serão apresentados inicialmente alguns dados do funcionamento dos cursos selecionados e do perfil dos egressos, para se ter uma idéia melhor do tipo de profissional que é formado nestas escolas de engenharia na área de engenharia elétrica com ênfase em energia.

Escola Politécnica da USP (Epusp)

As transformações sofridas nos modelos, tanto do setor elétrico como no de telecomunicações no Brasil nos últimos anos acabou criando a necessidade de um novo profissional. Essa necessidade tem levado as escolas de engenharia, especificamente na opção de engenheiros eletricistas, a criar disciplinas novas que permitam uma formação mais adequada às novas demandas e exigências, tanto de conteúdos como de habilidades e atitudes.

Visualizando esta preocupação a Escola Politécnica da USP dentro do programa de reforma da estrutura curricular, em curso desde o ano de 1999, elaborou uma nova estrutura curricular para cada uma das suas grandes áreas (civil, elétrica, mecânica e química) e para suas habilitações ou ênfases específicas dentro de cada grande área. Dos 750 alunos ingressantes no primeiro ano, através do vestibular aplicado pela Fuvest, 220 optam pela grande área elétrica no final do primeiro ano e no final do segundo ano optam por uma das ênfases – computação, controle, energia e automação, sistemas eletrônicos e telecomunicação. A seguir é mostrado na Figura 7 um diagrama com a estrutura dos cursos de Engenharia da Escola Politécnica da USP de 2001.

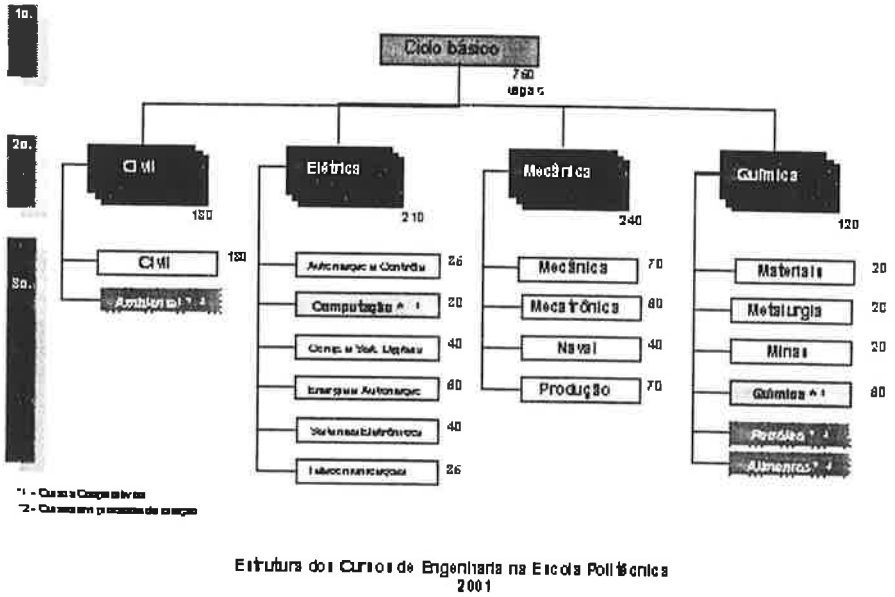


Figura7 – Diagrama com os cursos e vagas de engenharia da Epusp.

Já em 2003 se iniciou a primeira turma do curso de Engenharia Ambiental como uma das ênfase da engenharia civil com cerca de 50 vagas. O projeto de formatura é anual e o estágio supervisionado é de um semestre obrigatório. A carga de créditos de todas as disciplinas respeitou a limitação de 28 créditos por semestre (sendo que oito são de atividades práticas preferencialmente), houve um esforço também em reduzir o número de créditos-aula nos últimos semestres para atender à demanda de tempo para a realização de estágios e para a dedicação ao projeto de formatura. A Tabela 2 mostra como ficou esta distribuição de créditos pelos semestres do curso.

Tabela 2. Distribuição de créditos por semestre do curso de Engenharia Elétrica ênfase Energia e Automação Elétricas

OPÇÃO DO ALUNO	SEMESTRE	NÚMERO DE CRÉDITOS AULA
Todos os alunos ingressantes (750 vagas)	1º	28
	2º	28
Grande Área Elétrica (220 vagas)	3º	28
	4º	28
Ênfase Energia e Automação Elétricas (60 vagas)	5º	28
	6º	28
	7º	28
	8º	28
	9º	14
	10º	10

No projeto acadêmico da Epusp é apresentado o seguinte perfil esperado do egresso: com uma adequada formação científica; uma sólida formação em técnicas da engenharia; a capacidade de interpretação, análise e crítica das organizações; o preparo para enfrentar situações novas, com iniciativa e criatividade; a capacidade de buscar e gerar conhecimento tecnológico e metodológico; a consciência e preparo para ser um agente da evolução econômica e social; a consciência para desenvolver uma conduta profissional ética.

Quanto às habilidades e competências esperadas para atingir este perfil definido para o futuro engenheiro, os currículos das diversas habilitações da Politécnica estão planejados para levar ao desenvolvimento integral do aluno. O engenheiro formado deverá ter sido estimulado a desenvolver um perfil profissional caracterizado por competências e habilidades a seguir descritas:

- capacidade de conceber e analisar sistemas, produtos e processos;
- capacidade de operar e manter sistemas;
- capacidade de planejar e ser objetivo no estabelecimento de metas, de elaborar soluções técnica e economicamente competitivas, de supervisionar e de coordenar projetos de Engenharia;
- visão crítica de ordem de grandeza na solução e interpretação de resultados de engenharia;
- capacidade de liderança para trabalhar em equipe;
- iniciativa e criatividade para tomada de decisões;
- visão clara do papel cliente, produtor, fornecedor, consumidor;
- saber usar bem as ferramentas básicas da informática;

- capacidade de se comunicar oralmente e de registrar, de forma ética, seu conhecimento, tanto em português como em pelo menos uma língua estrangeira, preferencialmente o inglês.

O currículo deve estar organizado para também desenvolver no estudante um senso crítico e de cidadania que o possibilite a ter as seguintes atitudes no exercício profissional:

- Compromisso com a qualidade do que faz;
- Compromisso com a ética profissional;
- Responsabilidade social, política e ambiental;
- Atitude proativa e empreendedora;
- Compreensão da necessidade da permanente busca de atualização profissional.

Além das competências comuns inerentes a todo graduado da Escola Politécnica, o engenheiro eletricista ênfase Energia e Automação Elétricas, possui competências para atuar nos seguintes setores:

- GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: Usinas hidroelétricas de grande e pequeno porte. Usinas térmicas. Usinas nucleares. Co-geração industrial. Geradores convencionais e não convencionais. Impacto ambiental e conservação de energia gerada;
- TRANSMISSÃO DA ENERGIA ELÉTRICA: Linhas de transmissão de alta e média tensão. Subestações. Transmissão em corrente contínua. Cubículos de alta tensão. Equipamentos de compensação de reativos;
- DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA: Redes primária e secundária. Transformadores de distribuição. Consumidores residenciais, comerciais e industriais. Planejamento de sistemas de distribuição;
- PLANEJAMENTO ENERGÉTICO: Otimização de sistemas de geração e transmissão de energia elétrica. Racionalização da exploração e do uso da energia. Planejamento da operação e problemas de interligação. Análise econômica financeira. Confiabilidade global. Estabilidade de sistemas elétricos. Estudo de viabilidade da comutação forçada em conversores HVDC;
- INDÚSTRIAS DE BASE: Equipamentos elétricos e eletrônicos para a fabricação de cimento, mineração, siderurgia, metalurgia e respectivos sistemas de controle de processos;
- INDÚSTRIAS DE MANUFATURA E SISTEMAS DE ACIONAMENTO: Componentes e sistemas para acionamento e controle dos sistemas. Motores elétricos de alta e baixa tensão. Equipamentos para eletrotermia. Equipamentos elétricos para trabalho em metais, química, tubulações, petroquímica, borracha, têxtil, e indústria de alimentação. Conversores estáticos de freqüência;
- INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE: Instrumentação e controle para usinas elétricas. Controles de processos para indústria de base, abastecimento de água e tratamento de esgotos. Desenvolvimento de sensores de grandezas elétricas e fotométricas;

- EQUIPAMENTOS DE COMANDO, CONTROLE E PROTEÇÃO: Quadros de comando para baixa e média tensão, transformadores de instrumentação. Cubículos de proteção e controle. Relés eletromagnéticos e eletrônicos (digitais e analógicos);
- AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E DE SISTEMAS DE POTÊNCIA: Equipamentos elétricos para máquinas operatrizes, robôs, sistemas de monitoração. Automação da geração. Automação de sistemas de transmissão e distribuição. Sistema digital aberto.

Escola de Engenharia de São Carlos da USP (Eescusp)

O texto encontrado no site da Eescusp quanto ao curso de Engenharia Elétrica com ênfase em Energia (50 vagas com ingresso direto no vestibular) afirma que:

Pretende-se, com a criação da Ênfase, formar engenheiros de alto nível, uma tradição da Universidade de São Paulo, com forte embasamento em física, em matemática e nos conceitos básicos de engenharia elétrica, com uma visão generalista e abrangente, com capacidade de enxergar os processos como um todo e uma versatilidade que lhe permita adaptação a novas situações e desafios. Deverá ter uma forte formação computacional, estar munido das técnicas mais avançadas aplicadas em engenharia, como ainda ter uma compreensão dos problemas relacionados à preservação e valorização do meio ambiente. Também, deverá ter as noções básicas que lhe permitam o tratamento das implicações econômicas e uma capacidade administrativa compatível.

Este profissional deverá ter uma visão sistêmica dos problemas e enxergar os aspectos técnicos, econômicos, administrativos e sociais relacionados. Seu perfil precisará ser adequado aos desafios atuais e futuros, com a preparação para a absorção de novos conhecimentos. Pretende-se que o engenheiro tenha uma atitude de questionamento das soluções tradicionais, procurando, sempre que possível, inovações, com um ferramental apropriado para entender os problemas corretamente, formular de forma apropriada e propor soluções adequadas. Note-se que muitos problemas na área de Sistemas de Energia são tipicamente nacionais, devido às dimensões do país, relevo, bacias hidrográficas e outras características peculiares, que fazem com que modelos importados não se adaptem à nossa realidade, exigindo abordagens e soluções próprias.

O curso deverá ter uma preocupação no sentido de que o estudante aprenda a aprender, a utilizar a filosofia do aprender fazendo, a despertar o espírito crítico e a desenvolver o potencial de pensar. O engenheiro pretendido deverá ter uma capacidade de aprendizado permanente, indispensável para enfrentar a constante renovação tecnológica.

O profissional desta área possuirá sólida formação básica nos fundamentos da Engenharia, aliada a um forte preparo em Engenharia Elétrica, reforçada ainda por

conhecimentos específicos da Ênfase em Sistemas de Energia e Automação, levando a um espectro amplo de atribuições profissionais. Ele atuará com sistemas de energia, desde a geração da energia elétrica a partir de várias fontes, como hidráulica, térmica, eólica, solar e outras, até seu uso final. É sua atribuição organizar a geração e o consumo da energia elétrica, visando à otimização das operações. Participa de todas as fases de projetos elétricos e cabe a ele a operação e a manutenção de todos os sistemas elétricos, desde os de pequenas até os de grandes potências, como usinas elétricas, linhas de transmissão, grandes parques industriais e seus componentes. Sua formação em eletrônica de potência lhe credencia a atuar no acionamento, comando e proteção de sistemas elétricos de qualquer porte. A computação é outro componente forte em sua formação, indispensável na análise dos sistemas, no processamento de informações, nas simulações, sempre associadas com técnicas modernas em engenharia, como inteligência artificial, redes neurais, lógica nebulosa e algoritmos genéticos, entre outras. Além de ensejar o trabalho em outras áreas de Engenharia Elétrica, a formação desta ênfase dá ao engenheiro uma diversidade de atuação, desde a indústria, inclusive na fabricação de equipamentos, nas empresas de energia elétrica, consultoras, em pesquisas nas universidades e institutos, podendo ainda atuar de forma autônoma em projetos e consultorias.

Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp (FEEC da Unicamp)

Ministrado nos períodos diurno e noturno por uma das unidades com maior tradição em pesquisa de ponta no Brasil a Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp (FEEC) o curso de Engenharia Elétrica da Unicamp oferece ao aluno de ambos os períodos um currículo de conteúdo amplo.

Desde o início o estudante vivencia intensa atividade em laboratórios tecnológicos avançados, com aulas práticas em áreas tão diversas como aquelas em que poderá atuar profissionalmente, seja na concepção, seja na montagem de um computador ou de um sistema de telecomunicações. A grade curricular tem uma característica singular: quase 30% das disciplinas obrigatórias para o curso são matérias de laboratório.

O perfil do engenheiro formado pela Unicamp é o de profissional generalista com forte formação básica, pronto para atuar nas mais variadas atividades industriais, empresariais, administrativas, acadêmicas, e desenvolver-se em áreas específicas graças aos fundamentos adquiridos.

Durante os dois primeiros anos do curso, o aluno recebe uma forte formação científica em física, matemática e computação, mesclada com disciplinas que lhe transmitem conhecimento tecnológico básico, como circuitos elétricos, circuitos lógicos, circuitos de corrente alternada e eletromagnetismo. Há também matérias de formação geral como administração, direito, humanidades, economia e ciências do meio ambiente. Disciplinas de eletrotécnica, energia, eletrônica, telecomunicações, computação, biomédica, automação e controle integram o currículo de formação profissional específica.

Com vistas à preparação do futuro engenheiro para o mercado de trabalho, o curso disponibiliza ainda um conjunto de disciplinas eletivas em áreas específicas que darão ao aluno que cursá-las um "Certificado de Estudos".

Atualmente a FEEC oferece "Certificados de Estudos" nas áreas de Engenharia de Som, Telecomunicações, Sistemas de Energia Elétrica, Engenharia Biomédica, Sistemas de Controle, Otimização de Sistemas, Projeto de Computadores e Circuitos Dedicados, Sistemas Distribuídos e Redes de Computadores e Inteligência Computacional em Automação Industrial. "Ainda que o currículo obrigatório proporcione ao aluno formação básica em todas essas áreas, é desejável a especialização, uma exigência que o mercado hoje faz", aconselha o coordenador de graduação.

O engenheiro eletricista poderá, entre outras funções, projetar e analisar as condições requeridas para o funcionamento das instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, das máquinas e aparelhos de uso industrial e doméstico, projetar computadores e estações de trabalho, instalações, equipamentos e montagens de sistemas de telecomunicações, centrais telefônicas, equipamentos eletrônicos de áudio, rádio, televisão, radar, comunicação por satélites artificiais, equipamentos profissionais de medição, instrumentos eletroeletrônicos e aparelhos industriais.

Lecionar em universidades, prestar consultoria empresarial, administrativa e gerencial, bem como atuar em áreas multidisciplinares que envolvem conhecimentos básicos de eletricidade, eletrônica, computação e bioengenharia são outras atividades no horizonte do engenheiro eletricista.

Entre as empresas que contratam o profissional estão as do ramo de telecomunicações, de geração e transmissão de energia, as indústrias de materiais, dispositivos e instrumentos elétricos, eletrônicos e de informática, fabricantes de software, órgãos públicos, bancos e instituições de ensino e pesquisa.

Faculdade de Engenharia da UFMG (FE da UFMG)

O currículo é concebido tendo em vista a formação de um engenheiro eletricista com habilidades técnicas, que se caracterizam pela diversidade, atualidade e dinamismo, e com uma visão crítica e ampla a respeito da sua inserção na sociedade.

Com a finalidade de se adequar ao avanço tecnológico da área e às demandas de um mercado competitivo, o curso possui um currículo continuamente atualizado. O currículo atual está centrado em duas características básicas: abrangência e flexibilização. A abrangência visa a permitir uma formação ampla nas diversas áreas que compõem o campo de conhecimentos da Engenharia Elétrica. O curso engloba cinco grandes áreas de conhecimento:

- computação;
- controle de processos;
- eletrônica de potência;
- sistemas de energia elétrica;
- telecomunicações.

Com a flexibilização, o curso permite que o aluno opte por direcionar sua formação para uma dessas especialidades ou escolher um perfil de formação misto, combinando conhecimentos de mais de uma área, ou ainda, dessas com áreas emergentes, tais como a Engenharia Biomédica.

Assim sendo, as características abrangência e flexibilização visam a formar um engenheiro eletricista com alta qualificação técnica e com uma ampla atuação profissional

O Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UFMG tem como objetivo formar engenheiros com sólido preparo científico e tecnológico, e que incorpore a essas características a criatividade e a capacidade de adaptar-se aos novos desafios tecnológicos e sociais. Atitude ética, liderança e aptidão para o trabalho em equipe são habilidades muito importantes e que são desenvolvidas durante o curso. O engenheiro eletricista formado pela UFMG está preparado para desempenhar as tarefas mais complexas demandadas pelo mercado de trabalho, seja no desenvolvimento, seja na implantação de novas tecnologias de serviços e produtos.

Como a Unicamp a UFMG oferece Certificados de Estudos Profissionalizantes que atestarão o cumprimento pelos alunos, dentro do curso de Engenharia Elétrica, de um programa de estudos específico que caracterize a aquisição de competência em uma determinada área de atuação da Engenharia Elétrica. A estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica prevê a oferta de 5 (cinco) Certificados de Estudos já preestabelecidos:

- Computação;
- Controle de Processos;
- Eletrônica de Potência;
- Sistemas de Energia Elétrica;
- Telecomunicações.

Os quatro últimos certificados são de formação específica em Engenharia Elétrica e o primeiro combina a formação específica com uma formação complementar na área de Ciência da Computação. Outros Certificados de Estudos poderão ser submetidos à aprovação do Colegiado do Curso, para o atendimento de demandas emergentes. Neste caso, o aluno estará construindo sua própria trajetória. A estrutura do novo certificado poderá abranger tanto as disciplinas optativas já existentes como aquelas complementares e necessárias para a caracterização do próprio certificado. As disciplinas que fizerem parte desta trajetória alternativa e que pertençam a outras áreas de conhecimento da UFMG passam a integralizar créditos para o Certificado de Estudos.

Escola Federal de Engenharia de Itajubá (Unifei)

O curso de Engenharia Elétrica deve prover ao estudante uma base sólida nos seguintes tópicos :

- Resolução de problemas: Os egressos do curso de Engenharia Elétrica devem adquirir uma sólida experiência em resolução de problemas em uma variada gama de circunstâncias. Devem saber usar metodologias e técnicas relevantes;
- Habilidades de comunicação: O desenvolvimento de tais habilidades será incentivado através de exercícios, trabalhos e projetos em grupo, e da confecção e apresentação de relatórios;
- Controle e gerência de projetos: O reforço das disciplinas durante o curso será feito por intermédio de trabalhos práticos e do uso de materiais (ferramentas) de apresentação;
- Base de conhecimento técnica: Desenvolver-se-ão vários níveis de conhecimento, tais como: conhecimento conceitual em áreas relacionadas, conhecimento detalhado em áreas específicas, metodologias e ferramentas para resolução de problemas.

O engenheiro eletricista deverá ser capaz de analisar e resolver, em âmbito interdisciplinar, os problemas suscitados em áreas tais como: Sistemas de Energia e Sistemas Elétricos Industriais; Sistemas e Controle; Sistemas de Comunicação e Informática Industrial.

Para tal, deve ter uma percepção objetiva da realidade, conhecimento atualizado nas áreas mencionadas e combinar, da melhor forma possível: fundamento teórico e faculdade de raciocínio abstrato; aptidão para aplicar estes recursos em situações práticas de incerteza; criatividade, iniciativa e espírito de equipe.

De um modo geral, o mercado profissional da Engenharia Elétrica tem crescido e superado ate mesmo a crise da indústria. Os campos de atuação do engenheiro eletricista são as empresas de telecomunicações, de geração e distribuição de energia, as indústrias de materiais, dispositivos e instrumentos elétricos, eletrônicos e de informática, as empresas de consultoria e assessoramento, as empresas de software, as instituições financeiras, os serviços públicos e as instituições de ensino e pesquisa.

O engenheiro eletricista poderá trabalhar em diversas atividades, entre as quais: projetos de sistemas e equipamentos elétricos, supervisão de sua construção, seu funcionamento e efetuar sua manutenção e calibração. Com os conhecimentos adquiridos no curso, o profissional poderá propor soluções inovadoras para os problemas que constantemente surgem em um mercado em progressiva expansão.

O engenheiro deverá ter :

- Formação científica abrangente e sólida;
- Consciência da importância do aprendizado contínuo e por toda a vida;
- Capacidade de empreender;

- Formação multidisciplinar;
- Capacidade para trabalhar em grupo;
- Facilidade de comunicação;
- Consciência ecológica;
- Conhecimento dos novos métodos de gerência;
- Rede de conhecimentos, na sua área e em áreas correlatas.

Escola Politécnica da UFRJ

O curso de Engenharia Eletrotécnica da Escola Politécnica da UFRJ aborda as fontes de energia, sua transformação em energia elétrica, sua distribuição e utilização industrial e residencial. A engenharia eletrotécnica corresponde à parte de conhecimento da Engenharia Elétrica voltada para os sistemas energéticos, fator primordial para o crescimento de um país e a própria sobrevivência da humanidade.

O curso está estruturado em duas ênfases:

1) Sistemas de Potência: Foco no entendimento, operação e projeto dos sistemas que levam energia elétrica às indústrias, ao comércio e às residências.
2) Sistemas Industriais: Voltado para o emprego eficiente da energia elétrica nas instalações industriais, comerciais e residenciais.

O curso prevê o envolvimento dos alunos de graduação em pesquisas e projetos didáticos supervisionados por professores e desenvolvidos em diversos laboratórios.

Os alunos que optarem por esta especialidade da engenharia terão certamente um curso desafiador e repleto de possibilidades para o espírito criativo e empreendedor.

UFRGS

O curso de Engenharia Elétrica foi criado oficialmente em 1896, obtendo reconhecimento em 8 de dezembro de 1900. Em 1978, o Currículo Pleno do Curso de Engenharia Elétrica foi reestruturado.

O curso de Engenharia Elétrica tem por objetivo proporcionar ao aluno uma formação profissional básica de engenheiro eletricista dando ênfase aos setores específicos de Eletrotécnica, de Eletrônica e de Telecomunicações.

O ingresso ao curso é feito via concurso vestibular. Anualmente são oferecidas 100 vagas que se destinam aos candidatos classificados, dos quais 50 ingressam no primeiro semestre letivo e 50 ingressam no segundo semestre letivo.

O currículo do curso abrange uma seqüência de disciplinas e atividades ordenadas por matrículas semestrais em uma seriação aconselhada. O Currículo Pleno do curso inclui as disciplinas que representam o desdobramento das matérias

do Currículo Mínimo, complementado por outras disciplinas de caráter obrigatório ou opcional, que atendem às exigências de sua programação específica, às características da instituição e às diferenças individuais dos alunos.

O Currículo Pleno deverá ser cumprido integralmente pelo aluno a fim de que ele possa qualificar-se para a obtenção de diploma que lhe confira direitos profissionais. A partir da reestruturação sofrida, o curso passou a ter uma parte comum a todas as áreas em que se desdobra e uma parte diversificada em função de cada área da habilitação. O Currículo Pleno do curso é composto por disciplinas de formação básica e de formação geral que compreendem os fundamentos específicos e tecnológicos da Engenharia.

COMPARAÇÕES DOS CURSOS

Os currículos das escolas analisadas estão no Anexo VI. A distribuição de créditos dos diversos cursos analisados por semestre é apresentada na Tabela 3:

Tabela 3 – Número de horas Disciplinas Obrigatórias dos Cursos Analisados

	Número de horas Disciplinas Obrigatórias– teoria/laboratório						
PERÍODO	EPUSP	EESCUSP	UNICAMP	UNIFEI	UFMG	UFRJ	UFRGS
1°	27	25	28	25	26	22	26
2°	28	29	32	22	27	22	26
3°	28	28	28	27	21	21	32
4°	28	24	30	28	22	18	38
5°	28	25	27	26	21	20	31
6°	28	19	26	27	18	26	23
7°	28	16	28	19	2	24	22
8°	26	11	28	18	4	17	18
9°	22	8	20	11	0	13	4
10°	15	5	14	6	0	1	6
ELETIVAS	0	630 a partir do 2° semestre	630 a partir do 8° semestre	0	1100 a partir do 3° período	540 no 4°, 9° e 10° período	240 a partir do 6° período

A Tabela 4 mostra alguns dados gerais comparativos entre os cursos de Engenharia Elétrica das escolas escolhidas.

O curso da UFMG é o único com número de horas obrigatórias (3495), total menor que os outros, que estão acima de 4 mil horas contando o estágio obrigatório, as disciplinas obrigatórias e optativas, atividades suplementares (cursos extracurriculares, projetos, pesquisas etc.) e créditos trabalho. A UFGRS utiliza dois termos novos para nomenclatura de disciplinas que são as adicionais (disciplinas novas que viram obrigatórias) e alternativas (deve ser escolhida uma entre elas). No curso da Unicamp cerca de 34 créditos são referentes a qualquer disciplina oferecida pela universidade.

Tabela 4 – Números Comparativos dos Currículos dos Cursos de Engenharia Elétrica de algumas escolas de Engenharia brasileiras

* - não declararam em seus sites horas trabalho.

	NÚMERO DE HORAS				VAGAS	Tipo de opção
	OBRIGATÓRIAS	OPTATIVAS +SUPLEMENTAR	TRABALHO+ ESTÁGIO	TOTAL		
UNIFEI	3540	60(suplemetar)	480 estágio	4080	70	Escolha no vestibular e Núcleo comum até 3° ano
EPUSP	3795	0	165 + 180	4140	60	Opção no final do 1° ano por grande área e no final do 2° ano por ênfase
UNICAMP*	4065	630	180	4245 + 630	70 diurno 30 noturno	Escolha no vestibular com disciplinas eletivas na área de energia
EESCUSP	2850	630	450 + 180	4110	280 (50 energia e automação)	Atualmente escolha direta no vestibular
UFRJ*	4100	540 + 75	180 estágio	4280 + 615	70	Atualmente escolha direta no vestibular
UFMG*	2115	1200	180 estágio	3495	100	Escolha no vestibular e Núcleo comum até 3° ano
UFRGS*	3405	240	200 estágio	3845	120	Escolha no vestibular com disciplinas eletivas na área de energia

A Tabela 5 mostra a carga das disciplinas do núcleo de conteúdos básicos, segundo as diretrizes curriculares do MEC para os cursos de Engenharia Elétrica analisados. Analisando os dados tabulados as seguintes constatações chamam mais atenção:

- o número de horas de matemática incluindo Estatística e Geometria Descritiva – GD (450 a 570 horas) é elevado em todas as escolas analisadas;
- o número de horas de física varia bastante entre as escolas (210 a 360 horas no total);
- os cursos de desenho ou expressão gráfica têm variação grande no nùmero de horas (30 a 120 horas) e em alguns cursos a disciplina tem geometria descritiva como parte do conteúdo. Na UFMG é optativo;
- é difícil interpretar o que seria "eletricidade aplicada" em alguns dos currículos;
- todos os cursos têm uma disciplina sobre "introdução à engenharia" e/ou sobre "metodologia científica e tecnológica";
- o curso da UFMG tem duas disciplinas de inglês instrumental, o que parece uma boa iniciativa para ajudar os alunos na leitura de textos técnicos;
- em algumas escolas o curso de termodinâmica é dado em Física;
- o total de horas destas disciplinas varia de 1380 (UFMG) a 1965 (UFRGS), mas todos estão acima dos 30% do total exigido como mínimo pelas diretrizes curriculares do MEC.

Tabela 5 – Números Comparativos da carga das disciplinas do núcleo de conteúdos básicos dos Currículos dos Cursos de Engenharia Elétrica de algumas escolas de Engenharia brasileiras

	Número de horas – teoria/laboratório						
	EPUSP	EESCUSP	UNICAMP	UNIFEI	UFMG	UFRJ	UFRGS
Metodologia Científica e Tecnológica	45	15	60	60/15	15	30	60
Comunicação e Expressão					60/60		
Informática	120	90/30	150	180	180	150	270
Expressão Gráfica ou Desenho	45	30	60	60	60 (optativa)	60	120
Matemática + SD + Estatística	465	530	510	450	450	490	570
Física	240/90	240/60	150/60	240/60	165/90	240/60	360
Fenômenos de Transporte	15/15	30	60	30/15	30/15	60	60
Mecânica dos Sólidos + Resistência dos Materiais	90	30	45	75	15	120	120
Eletricidade Aplicada	30/60	45	120				
Química;	30/30	120/15	60	60/30		90	90
Termodinâmica	60	60					
Ciência e Tecnologia dos Materiais	60		60	60/15	60		75
Administração	30	75	60	60	60 (optativa)	60	60
Economia	60	30	60	90		60	90
Ciências do Ambiente	60	30	30	60		30	30
Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania	30	30+ 60 (optativas)	60	60	120	60 (optativas)	30 + 30 (optativas)
Total	1575	1420	1645	1620	1380	1510	1965

A Tabela 6 mostra a carga das disciplinas do núcleo de conteúdos profissionalizantes ligados à engenharia elétrica, segundo as diretrizes curriculares do MEC para os cursos de Engenharia Elétrica analisados.

Tabela 6 – Números Comparativos da carga das disciplinas do núcleo de conteúdos profissionalizantes dos Currículos dos Cursos de Engenharia Elétrica de algumas escolas de Engenharia brasileiras

	Número de horas – teoria/laboratório						
	EPUSP	EESCUSP	UNICAMP	UNIFEI	UFMG	UFRJ	UFRGS
Circuitos Elétricos	120/120	120/60	120/60	210/45	150/90	120/45	180
Conversão Eletromecânica	60/60	60/30	60/30	105/30	60/30	60/15	90
Controle de Sistemas Dinâmicos;	90/30	120/30	180/60	105/15	120	120/30	180
Eletromagnetismo	60	120/60	120/60	60	120	120	180
Eletrônica Analógica e Digital	180/120	180/60	180/90	210/60	165/90	120/30	315
Instrumentação		60		30/15			60
Matemática discreta	120		120/60			60/15	
Materiais Elétricos		45		60/15		60	75
Total	960	945	1140	960	845	895	1080

Analisando os dados tabulados as seguintes constatações chamam mais atenção:

- o número de horas de eletrônica analógica e digital da UFRGS é mais elevado que o das outras escolas (315 horas);
- alguns cursos têm disciplinas de matemática discreta (circuitos lógicos, álgebra booleana etc.) que poderia ser interpretado como de eletrônica digital;
- o número de horas de conversão eletromecânica da Unifei é superior ao das outras escolas, talvez por não ter disciplinas de máquinas elétricas obrigatórias;
- o número de horas de eletromagnetismo da Escusp e da Unicamp é bem superior ao das outras escolas. Em algumas escolas parte do eletromagnetismo é dada em Física ou em disciplinas de transmissão de energia elétrica ou de sistemas de potência;
- alguns cursos têm disciplinas especificas de materiais elétricos;
- alguns cursos têm disciplinas especificas de instrumentação;
- o total de horas destas disciplinas varia de 845 (UFMG) a 1080 (UFRGS), todos estão acima dos 15% do total exigido como o mínimo das diretrizes curriculares do MEC.

A Tabela 7 mostra a carga das disciplinas do núcleo de conteúdos específicos ligados à engenharia elétrica e á ênfase de energia, segundo as diretrizes curriculares do MEC para os cursos de Engenharia Elétrica analisados.

Os cursos da Epusp e da Unifei têm mais horas nas disciplinas especificas de curso de Energia (como as 10 primeiras da Tabela 7), em outras escolas estas disciplinas são tratadas em alguns casos com menores cargas horárias ou como optativas. Disciplinas novas têm surgido nos cursos de Engenharia Elétrica com ênfase em energia, como por exemplo o de Qualidade de Energia Elétrica, Usos de Energia o de Otimização. Algumas optativas de alguns cursos são desmembramentos das disciplinas clássicas, como por exemplo as de Transitórios, Estabilidade, Operação, Acionamento de Máquinas, Projeto de Máquinas etc. Ao se comparar uma grade curricular de 30 anos atrás com uma destas mais atuais, exceto disciplinas que envolvem o uso de eletrônica digital, não houve mudanças radicais nas disciplinas dos cursos de Energia.

No curso da Eescusp temos duas disciplinas que tratam de "Ética na Engenharia" como eletivas, ou seja, o aluno tem de fazer pelo menos uma delas. No curso da UFRGS temos a mesma situação para duas disciplinas sobre "Segurança do Trabalho".

Tabela 7 – Números comparativos da carga das disciplinas do núcleo de conteúdos específicos dos Currículos dos Cursos de Engenharia Elétrica ênfase em energia de algumas escolas de Engenharia brasileiras

	Número de horas – teoria/laboratório						
	EPUSP	EESCUSP	UNICAMP	UNIFEI	UFMG	UFRJ	UFRGS
Sistemas de Potência	180/30	45	60	255	60 op	120	60 + 90 op
Máquinas Elétricas	120/10	60/30	60/30		45 op	60/15	90 op 60 op 60 op
Eletrônica de Potência	60/30	60/60	60	60/15	60/45 op	60/15	90 op
Automação	120/60	45		30/45	105 op		
Instalações Elétricas	120/30	75		45		60	
Proteção de Sistemas Elétricos		45 op		60	60 op		60 op
Geração de Energia Elétrica	60	45 + 30 op		45/15			60 op 60 op
Transmissão de Energia Elétrica	30	45		45		60	60 op
Distribuição de Energia Elétrica	30	30 op		60	45 op		60 op
Princípios de Comunicação	60	45 op					
Alta Tensão e Coordenação de Isolamento		45 op					
Estabilidade			60 op	45/15			
Transitórios			60 op	30/15			
Acionamento de Máquinas			60 op				
Otimização	30	45 op			60 op		
Sistemas Inteligentes		60 op			60 op		
Operação Sistemas Potência		30 op					
Uso de Energia Elétrica	60						

Para se ter uma idéia da procura pelos cursos de Engenharia Elétrica das instituições analisadas é apresentada a ultima relação candidato/vaga na Tabela 8:

Tabela 8 – Relação candidato/vaga de alunos de cursos de Engenharia e de Engenharia Elétrica no vestibular de 2006 tirada dos sites das universidades

Instituição	Vagas	Inscritos	C/V
ENGENHARIA – SAO CARLOS *Não foi possível conseguir a relação candidato/vaga do curso Energia e Automação	280 (50 energia e automação)	5289	18,72
ENGENHARIA NA ESCOLA POLITECNICA, COMPUTACAO E MATEMATICA APLICADA	870	9030	10,31
UNICAMP diurno	70	1016	14,5
UNICAMP noturno	30	475	15,8
UFMG	100	955	9,55
UNIFEI	70	609	8,7
UFRJ	90	360	4
UFRGS	120	976	8,13

A procura pelos cursos de engenharia elétrica tem uma variação grande, pois vai de 4 até cerca de 18 candidatos por vaga. Se analisarmos no tempo esta procura tem caído, mas é um fenômeno que tem ocorrido com os cursos tradicionais como engenharia, medicina e direito. Para reverter este quadro de baixa procura, há a necessidade de se divulgar mais nas escolas de ensino médio o que é a engenharia,

onde o engenheiro pode atuar e quais são as perspectivas futuras de trabalho para este profissional.

3.3.3 – ESCOLHA DAS OPÇÕES DENTRO DA EPUSP

Na Epusp o aluno depois de vencer a maratona do vestibular tem que vencer uma disputa interna para escolher as grandes áreas no final do primeiro ano e depois na grande área vencer outra disputa para escolher a ênfase de sua escolha. Certamente esta disputa é colocada de forma clara e objetiva para os alunos que pretendem fazer as opções mais concorridas no primeiro e no segundo ano. A classificação se da pela média ponderada pelos créditos e a nota do vestibular no primeiro ano e a média ponderada pelos créditos no segundo ano. Estas disputas ocasionam problemas na escola devido à criação de um clima competitivo demais, que vai contra a idéia do trabalho em grupo e cooperativo, mas em sua defesa se afirma que o aluno não está maduro para fazer a escolha no vestibular pela grande área ou a ênfase da engenharia. A procura elevada por algumas opções leva à formação de um conjunto de alunos frustrados por não conseguirem se classificar nas vagas da opção, este é outro grande problema na Escola, o que leva ao abandono do curso por muitos alunos. A opção dentro e fora da Epusp é um eterno ciclo, pois na estrutura curricular anterior a opção era no vestibular. Existe um movimento dentro da Escola para voltar ao modelo anterior no caso da engenharia civil.

Para termos uma idéia dos números da distribuição dos candidatos optantes, que são os alunos que atingem determinado conjunto de créditos para optar, e a relação candidato/vaga no final do primeiro ano e no final do segundo da grande área elétrica, podem-se observar as Tabelas 9 e 10 com dados desde 1999 até 2005, já na nova estrutura curricular implantada em 1999.

Tabela 9 – Evolução da distribuição numérica de optantes e relação candidato/vaga do 1° ano

Opção em	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Civil	70	40	59	47	62	56	80
Elétrica	279	297	270	281	240	205	158
Mecânica	302	301	345	325	329	350	380
Química	69	82	65	76	93	96	99
TOTAL	720	720	739	729	724	707	717
TOTAL OPTANTES	736	741	739	736	742	736	742
Opção – Vagas	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Civil – 180	0,38	0,22	0,33	0,26	0,34	0,31	0,44
Elétrica – 210	1,32	1,41	1,28	1,33	1,14	0,97	0,75
Mecânica – 240	1,25	1,25	1,44	1,35	1,37	1,46	1,58
Química – 120	0,57	0,68	0,54	0,63	0,77	0,80	0,82

È possível verificar a grande procura pelas grandes áreas elétrica e mecânica no final do primeiro ano; há um fenômeno interessante na grande área elétrica, que é

a queda da procura pela área de telecomunicação a partir do ano de 2003. A opção controle é sempre muito procurada, bem como o curso cooperativo e computação semestral. Aumentou a procura pelo curso com ênfase em energia a partir de 2004, passando a ser mais procurado que o de telecomunicação, apesar de ainda ter uma relação candidato/vaga menor que 1. Este fenômeno se deve a um maior entendimento e divulgação aos alunos do primeiro e segundo ano da importância da energia na vida da sociedade

Tabela 10 – Evolução da distribuição numérica de optantes e relação candidato/vaga do 2° ano da grande área elétrica

Opção	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Controles	30	55	36	51	49	49
Telecomunicações	63	52	12	16	10	9
Computação	27	57	49	39	39	62
Sistemas Eletrônicos	27	29	55	47	43	25
Energia	6	8	17	9	22	21
Cooperativo	55	47	42	44	46	37
TOTAL	208	248	211	206	209	203
TOTAL OPTANTES	208	248	211	208	212	208
Opção -Vagas	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Controles – 35	0,86	1,57	1,02	1,46	1,40	1,40
Telecomunicações – 35	1,8	1,48	0,34	0,46	0,28	0,26
Computação – 40	0,67	1,42	1,22	0,97	0,97	1,55
Sistemas Eletrônicos – 40	0,67	0,72	1,37	1,17	1,07	0,62
Energia – 60	0,10	1,33	0,28	0,15	0,37%	0,35
Cooperativo – 30	1,8	1,56	1,40	1,46	1,53	1,23

3.3.4 – DESEMPENHO NAS DISCIPLINAS ESPECÍFICAS DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA ÊNFASE ENERGIA DA EPUSP

Uma boa avaliação do andamento de um curso é a observação e análise de dados referentes a aprovações, tipos de reprovações, desistências e freqüência. A seguir apresentamos nas Tabelas 11, 12, 13, 14, 15 e 16 o perfil das notas e freqüências em disciplinas oferecidas pelo PEA aos alunos da ênfase Energia e Automação do terceiro, quarto e quinto ano nos últimos três anos. Estes dados foram coletados diretamente das planilhas de notas lançadas pelos professores. Foram escolhidas estas disciplinas por serem parte do curso para alunos da ênfase de energia elétrica.

Tabela 11 – Desempenho no 1° semestre de 2003 nas disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia

	1o semestre		2003						
			reprovados						
Ano	disciplina	Aprovados	Direto	recuperação	desistentes	total	turmas	%APROV	%DESIS
3	PEA2303	41	4	6	6	57	1	80,39216	10,52632
3	PEA2306	83	2	11	10	106	2	86,45833	9,433962
2	PEA2200	227	0	1	3	231	4	99,5614	1,298701
4	PEA2400	24	1	21	31	77	1	52,17391	40,25974
4	PEA2401	46	1	0	1	48	4	97,87234	2,083333
4	PEA2402	36	0	4	2	42	1	90	4,761905
4	PEA2410	34	7	17	18	76	1	58,62069	23,68421
4	PEA2411	44	5	9	12	70	1	75,86207	17,14286
4	PEA2455	30	2	20	5	57	1	57,69231	8,77193
4	PEA2487	35	12	8	1	56	1	63,63636	1,785714
5	PEA2500	32	0	3	5	40	3	91,42857	12,5
5	PEA2502	41	0	1	3	45	3	97,61905	6,666667
5	PEA2504	26	0	9	0	35	4	74,28571	0
5	PEA2505	38	0	3	5	46	1	92,68293	10,86957
5	PEA2511	16	9	20	7	52	1	35,55556	13,46154
5	PEA2520	57	0	1	5	63	1	98,27586	7,936508
5	PEA2522	29	0	7	7	43	1	80,55556	16,27907
5	PEA2507	8	0	1	4	13	1	88,88889	30,76923

Tabela 12 – Desempenho no 2° semestre de 2003 nas disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia

	2o semestre		2003						
			reprovados						
ano	disciplina	aprovados	direto	recuperação	desistentes	total	turmas	%APROV	%DESIS
2	PEA2210	225	1	4	5	235	12	97,82609	2,12766
3	PEA2301	36	18	30	8	92	1	42,85714	8,695652
3	PEA2306	22	0	18	30	76	1	47,82609	39,47368
4	PEA2403	38	0	3	2	43	1	92,68293	4,651163
4	PEA2404	36	7	7	7	57	1	72	12,2807
4	PEA2406	31	0	0	3	34	4	100	8,823529
4	PEA2412	40	0	4	3	47	1	90,90909	6,382979
4	PEA2417	22	6	7	8	43	1	62,85714	18,60465
4	PEA2420	25	2	9	1	37	1	69,44444	2,702703
4	PEA2488	26	0	3	3	32	1	89,65517	9,375
5	PEA2503	43	0	0	3	46	3	100	6,521739
5	PEA2507	34	0	1	2	37	3	97,14286	5,405405
5	PEA2509	53	0	1	2	56	3	98,14815	3,571429
5	PEA2521	45	1	4	4	52	1	93,75	7,692308
5	PEA2600	26	0	0	9	35	1	100	25,71429
5	PEA2500	7	0	1	2	10	1	87,5	20

Tabela 13 – Desempenho no 1° semestre de 2004 nas disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia

	1o semestre		2004						
			reprovados						
ano	disciplina	aprovados	direto	recuperação	desistentes	total	turmas	%APROV	%DESIS
3	PEA2303	30	6	7	5	48	1	69,76744	10,41667
3	PEA2306	71	2	21	4	98	2	75,53191	4,081633
2	PEA2200	210	0	6	2	218	4	97,22222	0,917431
4	PEA2400	50	4	13	7	74	1	74,62687	9,459459
4	PEA2401	33	0	5	4	42	4	86,84211	9,52381
4	PEA2402	30	0	0	5	35	1	100	14,28571
4	PEA2410	34	5	21	17	77	1	56,66667	22,07792
4	PEA2411	34	4	9	8	55	1	72,34043	14,54545
4	PEA2455	40	2	7	2	53	1	78,43137	3,773585
4	PEA2487	40	4	9	3	56	1	75,4717	5,357143
5	PEA2500	23	0	8	0	31	3	74,19355	0
5	PEA2502	31	0	3	0	34	3	91,17647	0
5	PEA2504	24	0	11	3	38	4	68,57143	7,894737
5	PEA2505	31	1	6	4	42	1	81,57895	9,52381
5	PEA2511	33	3	14	15	65	1	66	23,07692
5	PEA2520	27	1	2	2	32	1	90	6,25
5	PEA2522	22	4	5	2	33	1	70,96774	6,060606
5	PEA2507	2	0	5	4	11	1	28,57143	36,36364

Tabela 14 – Desempenho no 2° semestre de 2004 nas Disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia

	2o semestre		2004						
			reprovados						
ano	disciplina	aprovados	direto	recuperação	desistentes	total	turmas	%APROV	%DESIS
2	PEA2210	202	4	13	7	226	12	92,23744	3,097345
3	PEA2301	49	7	14	1	71	1	70	1,408451
3	PEA2306	35	3	22	3	63	1	58,33333	4,761905
4	PEA2403	31	3	6	1	41	1	77,5	2,439024
4	PEA2404	29	1	19	7	56	1	59,18367	12,5
4	PEA2406	38	4	3	0	45	4	84,44444	0
4	PEA2412	34	1	5	3	43	1	85	6,976744
4	PEA2417	30	2	17	3	52	1	61,22449	5,769231
4	PEA2420	19	5	17	2	43	1	46,34146	4,651163
4	PEA2488	25	0	11	0	36	1	69,44444	0
5	PEA2503	25	4	0	3	32	3	86,2069	9,375
5	PEA2507	15	0	11	7	33	3	57,69231	21,21212
5	PEA2509	24	3	7	1	35	3	70,58824	2,857143
5	PEA2521	22	4	5	4	35	1	70,96774	11,42857
5	PEA2600	24	0	0	10	34	1	100	29,41176
5	PEA2500	2	0	1	1	4	1	66,66667	25

Tabela 15 – Desempenho no 1° semestre de 2005 nas dsciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia

	1o semestre	2005							
			reprovados						
ano	disciplina	aprovados	direto	recuperação	desistentes	total	turmas	%APROV	%DESIS
3	PEA2303	34	2	5	4	45	1	82,92683	8,888889
3	PEA2306	65	3	11	4	83	2	82,27848	4,819277
2	PEA2200	194	1	7	2	214	4	91,50943	0,934579
4	PEA2400	38	5	6	9	58	1	77,55102	15,51724
4	PEA2401	24	0	3	4	31	4	88,88889	12,[illegible]
4	PEA2402	27	1	2	2	32	1	90	6,25
4	PEA2410	38	0	19	10	67	1	66,66667	14,92537
4	PEA2411	29	1	3	7	40	1	87,87879	17,5
4	PEA2455	24	4	14	5	47	1	57,14286	10,6383
4	PEA2487	27	1	9	0	37	1	72,97297	0
5	PEA2500	32	0	3	2	37	3	91,42857	5,405405
5	PEA2502	32	1	8	0	41	3	78,04878	0
5	PEA2504	38	0	5	1	44	4	88,37209	2,272727
5	PEA2505	40	0	1	0	41	1	97,56098	0
5	PEA2511	29	8	15	10	62	1	55,76923	16,12903
5	PEA2520	41	0	1	1	43	1	97,61905	2,325581
5	PEA2522	38	0	4	4	46	1	90,47619	8,695652
5	PEA2507	8	0	1	3	12	1	88,88889	25

Tabela 16 – Desempenho no 2° semestre de 2005 nas disciplinas do PEA oferecidas ao 2° ano e ao 3°, 4° e 5° ano da ênfase em energia

	2o semestre	2005							
			reprovados						
ano	disciplina	aprovados	direto	recuperação	desistentes	total	turmas	%APROV	%DESIS
2	PEA2210	195	4	18	6	223	12	89,86175	2,690583
3	PEA2301	14	16	18	3	51	1	29,16667	5,882353
3	PEA2306	49	11	13	8	64	1	87,5	12,5
4	PEA2403	27	3	7	4	37	1	81,81818	10,81081
4	PEA2404	16	3	25	3	47	1	36,36364	6,382979
4	PEA2406	16	2	13	2	33	4	51,6129	6,060606
4	PEA2412	22	2	6	1	31	1	73,33333	3,225806
4	PEA2417	17	1	22	8	47	1	43,58974	17,02128
4	PEA2420	18	7	23	4	52	1	37,5	7,692308
4	PEA2488	36	2	6	3	47	1	81,81818	6,382979
5	PEA2503	29	0	4	2	35	3	87,87879	5,714286
5	PEA2507	29	0	4	4	37	3	87,87879	10,81081
5	PEA2509	25	1	7	0	33	3	75,75758	0
5	PEA2521	30	0	8	4	42	1	78,94737	9,52381
5	PEA2600	33	0	0	8	41	1	100	19,5122
5	PEA2500	1	1	0	0	2	1	50	0

* foram considerados desistentes alunos com freqüência inferir a 70%, o que significa reprovação por falta.

** as recuperações são para alunos com nota acima de 3 e abaixo de 5

Observando estas tabelas chamam a atenção os seguintes fatos:

- temos casos de disciplinas com turmas com mais de 60 alunos previstos;
- existem disciplinas com desistências acima de 15%;
- existem disciplinas com aprovação abaixo de 50%;
- algumas das disciplinas que têm baixa aprovação têm comportamento repetitivo durante os anos observados.

Não existe um instrumento claro e objetivo para avaliar o desempenho do professor, das disciplinas e do curso. Outros cursos e/ou departamentos da Epusp criaram algumas ferramentas que permitem ter um melhor diagnóstico da situação para tentar corrigir os problemas de forma até dinâmica, ou seja, durante o semestre, como por exemplo o curso de computação cooperativo da grande área elétrica e o departamento de Estruturas e Fundações da grande área Civil através de questionários e reuniões de comissões de professores e alunos representantes de turmas no inicio, meio e final do semestre. Uma avaliação mais detalhada destas ocorrências deve ser feita para detectar as causas e providenciar a minimização destas e de seus efeitos.

3.3.2 – DESEMPENHO NOS EXAMES NACIONAIS DE CURSOS (ENC) DO MEC ESCOLAS DE ENGENHARIA COM ÊNFASE EM ENERGIA

Neste capítulo vamos mostrar o desempenho dos cursos de Engenharia Elétrica de diversas escolas de engenharia no Exame Nacional de Cursos, vulgo Provão, feito pelo INEP[23]. Apresentaremos apenas as diretrizes de 2003. Este procedimento é justificável pois a comissão foi essencialmente a mesma em todos os anos (1998 a 2003) e não tivemos mudanças radicais nestas diretrizes.

A comissão que ajudou a elaborar as diretrizes do Exame Nacional dos Cursos de Engenharia Elétrica de 2003(Anexo IV) tomou como referência que o graduando deve apresentar o seguinte perfil: sólida formação básica e profissional em Engenharia Elétrica; atitude ética e humanística; visão crítica, global e atualizada do mundo; responsabilidade social e ambiental; consciência da importância da formação continuada e da promoção da qualidade; iniciativa; criatividade e liderança; espírito empreendedor; autonomia intelectual; e com capacidade para: a) atuar em equipes interdisciplinares e multiprofissionais; b) transmitir e registrar seu conhecimento e produção; c) enfrentar novos desafios tecnológicos e sociais; d) promover inovações, conceber, coordenar, supervisionar e implementar aplicações.

O Exame Nacional dos Cursos de Engenharia Elétrica de 2003, que avaliou o conjunto de graduandos, desenvolveu, ao longo do curso:

I. Competências e habilidades gerais de:

a) domínio do padrão culto da língua portuguesa e utilização da linguagem com clareza, precisão e propriedade na comunicação;
b) leitura crítica de artigos técnico-científicos;
c) raciocínio lógico, análise e síntese;
d) identificação e solução de problemas;

e) organização, expressão e comunicação do pensamento, argumentação, persuasão e reflexão crítica;
f) administração de situações inéditas, não habituais e/ou inesperadas;
g) observação, interpretação e análise de dados e informações;
h) utilização de procedimentos de metodologia científica;
i) compreensão e expressão em pelo menos uma língua estrangeira.

II. Habilidades específicas para:
a) identificar, equacionar e solucionar problemas na área de Engenharia Elétrica, utilizando conhecimentos técnico-científicos, com propostas adequadas e eficientes;
b) demonstrar noção de ordem de grandeza na estimativa de dados e na avaliação de resultados;
c) criar e utilizar modelos aplicados a dispositivos e sistemas;
d) resolver problemas concretos, promovendo abstrações, modelando casos reais e adequando-se a novas situações;
e) planejar, projetar, implementar e manter sistemas na área de Engenharia Elétrica, com soluções viáveis, técnica e economicamente competitivas;
f) ler e interpretar tabelas e gráficos;
g) expressar-se por meio de tabelas e gráficos.

O Provão era composto por dez questões discursivas, sete da área comum e três específicas de cada área (eletrotécnica, eletrônica, telecomunicações, computação e automação e controle) no período de 1998 a 2002. No ano de 2003 a prova passou a ter cinco questões do núcleo comum e três especificas de cada área. O aluno poderia escolher qualquer combinação de três questões entre as 15 questões das áreas especificas no período de 1998 a 2003.

A Tabela 17 mostra o desempenho de alguns cursos de Engenharia Elétrica do Brasil no Provão de 1998 até o de 2003, incluindo as notas de diversos cursos de Engenharia Elétrica do Brasil e a distribuição de notas dos alunos pelos quartis. Chama a atenção o fato de as escolas militares, o ITA e o IME, praticamente não terem alunos nos quartis de P25 e P50, o que talvez signifique um maior comprometimento com a prova, devido talvez à formação militar.

Tabela 17 – Desempenho de alguns cursos de Engenharia Elétrica do Brasil no Provão de 1998 até o de 2003[23]

Área	Conceito	Ano	N º de graduandos presentes	% de Respondentes	Evolução da média (%)	% de alunos nos grupos delimitados pelos P25, P50 e P75 da distribuição de notas dos graduandos - Brasil		
						P25	P50	P75
Unifei								
Engenharia Elétrica	B	2003	76	100,0	→	**2,9**	5,3	26,3	38,2	30,3
Engenharia Elétrica	B	2002	139	100,0	→	**-7,7**	5,8	25,9	36,0	32,4

Engenharia Elétrica	A	2001	112	100,0	→	**3,5**	2,7	14,3	36,6	46,4
Engenharia Elétrica	B	2000	83	100,0	→	**6,4**	9,6	12,0	42,2	36,1
Engenharia Elétrica	C	1999	104	97,1	→	**-6,8**	13,5	24,0	31,7	30,8
Engenharia Elétrica	B	1998	98	100,0	·					

USP – São Carlos

Engenharia Elétrica	A	2003	45	95,6	↗	**11,0**	4,4	8,9	20,0	66,7
Engenharia Elétrica	B	2002	35	94,3	→	**0,0**	8,6	14,3	34,3	42,9
Engenharia Elétrica	B	2001	36	100,0	↘	**-10,9**	2,8	22,2	38,9	36,1
Engenharia Elétrica	A	2000	35	100,0	→	**-2,3**	0,0	11,4	34,3	54,3
Engenharia Elétrica	A	1999	28	100,0	→	**4,4**	0,0	0,0	39,3	60,7
Engenharia Elétrica	A	1998	44	97,7	·					

USP – Epusp

Engenharia Elétrica	A	2003	228	98,7	→	**4,4**	3,1	6,1	22,4	68,4
Engenharia Elétrica	A	2002	193	99,0	→	**-2,5**	5,2	8,8	23,8	62,2
Engenharia Elétrica	A	2001	162	100,0	→	**0,1**	1,2	4,9	19,8	74,1
Engenharia Elétrica	A	2000	152	98,7	→	**-1,1**	3,3	10,5	21,1	65,1
Engenharia Elétrica	A	1999	148	97,3	→	**7,9**	4,1	4,7	23,0	68,2
Engenharia Elétrica	A	1998	187	96,8						

Unicamp

Engenharia Elétrica	A	2003	124	98,4	→	**5,0**	3,2	6,5	25,8	64,5
Engenharia Elétrica	A	2002	85	97,6	→	**0,6**	7,1	10,6	24,7	57,6
Engenharia Elétrica	A	2001	71	98,6	→	**-5,6**	4,2	4,2	36,6	54,9
Engenharia Elétrica	A	2000	76	98,7	→	**6,0**	6,6	3,9	22,4	67,1
Engenharia Elétrica	A	1999	107	96,3	→	**-5,6**	8,4	12,1	21,5	57,9
Engenharia Elétrica	A	1998	101	98,0						

UFMG

Engenharia Elétrica	A	2003	77	98,7	→	**4,3**	1,3	6,5	22,1	70,1
Engenharia Elétrica	A	2002	59	98,3	→	**6,1**	5,1	5,1	18,6	71,2
Engenharia Elétrica	A	2001	52	100,0	→	**0,1**	5,8	5,8	30,8	57,7
Engenharia Elétrica	A	2000	57	98,2	→	**2,9**	10,5	8,8	17,5	63,2
Engenharia Elétrica	B	1999	60	100,0	·		6,7	16,7	26,7	50,0
Engenharia Elétrica	SC	1998	0		·					

UFSC

Engenharia Elétrica	A	2003	88	100,0	→	**-4,2**	5,7	10,2	39,8	44,3
Engenharia Elétrica	A	2002	71	100,0	→	**4,4**	4,2	12,7	22,5	60,6
Engenharia Elétrica	A	2001	84	100,0	→	**0,6**	3,6	19,0	27,4	50,0
Engenharia Elétrica	B	2000	78	98,7	→	**-3,2**	5,1	12,8	41,0	41,0
Engenharia Elétrica	A	1999	69	98,6	↑	**49,5**	2,9	13,0	33,3	50,7
Engenharia Elétrica	D	1998	65	56,9						

UFRJ

Engenharia Elétrica	A	2003	113	99,1	→	**5,4**	8,8	8,8	21,2	61,1
Engenharia Elétrica	A	2002	76	98,7	→	**1,5**	7,9	5,3	25,0	61,8
Engenharia Elétrica	A	2001	74	97,3	→	**2,1**	5,4	13,5	20,3	60,8
Engenharia Elétrica	B	2000	98	99,0	→	**-0,2**	8,2	16,3	28,6	46,9
Engenharia Elétrica	B	1999	106	99,1	→	**-4,5**	8,5	17,0	26,4	48,1
Engenharia Elétrica	A	1998	113	97,3						

UFRGS

Engenharia Elétrica	A	2003	57	100,0	→	**1,3**	1,8	7,0	17,5	73,7

Engenharia Elétrica	A	2002	55	100,0	→	**7,6**	5,5	10,9	12,7	70,9
Engenharia Elétrica	A	2001	59	100,0	→	**-8,4**	3,4	10,2	18,6	67,8
Engenharia Elétrica	A	2000	57	100,0	→	**-0,1**	0,0	1,8	26,3	71,9
Engenharia Elétrica	A	1999	64	100,0	→	**4,3**	0,0	7,8	15,6	76,6
Engenharia Elétrica	A	1998	52	100,0						

No Anexo VIII é apresentado o desempenho de mais algumas escolas , como o ITA, o IME, e as Unesp-Ilha Solteira, Unesp-Guaratinguetá e a Unesp-Bauru. Analisando as tabelas as escolas Unicamp, Epusp, ITA, IME e UFRGS tiraram nota A em todas as avaliações de 1998 a 2003. Existe outro bloco de escola que teve quase todas as avaliações iguais a A: Eescusp, Unesp-Guaratinguetá, Unesp-Ilha Solteira, UFMG, UFSC, UFRJ. Já a Unesp-Bauru não teve nenhum A e a Unifei um único A.

Quanto à distribuição dos quartis chamam atenção o IME e o ITA, pois nos quartis 25 e 50 esta escolas quase não têm alunos e há uma grande porcentagem de alunos no quartil acima de 75, o que pode significar um maior comprometimento dos alunos com a prova. Ocorreram vários boicotes à prova por parte dos alunos nos primeiros anos, o que prejudicou a nota de algumas escolas, como a UFSC e a UFMG.

Analisando as provas é possível classificar as questões do Provão de engenharia elétrica no período 1998 a 2003 nas seguintes áreas apresentadas na Tabela 18:

Tabela 18 – Temas das questões do Provão de engenharia elétrica de 1998 a 2003

TEMAS DAS QUESTÕES DO PROVÃO DE ENGENHARIA ELéTRICA						
	1998	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**
1	Circuitos elétricos	circuitos elétricos	circuitos elétricos	circuitos elétricos	circuitos elétricos	circuitos elétricos
2	Economia	computação	circuitos elétricos	circuitos elétricos	economia	circuitos digitais
3	Circuitos elétricos	controles	circuitos elétricos	Energia	computação	medidas elétricas
4	computação	economia	circuitos elétricos	eletromagnetismo	circuitos elétricos	circuitos analógicos
5	Circuitos elétricos e eletromagnetismo	circuitos elétricos	eletromagnetismo	Circuitos elétricos	Eletromagnetismo	análise de gráficos
6	Circuitos elétricos	eletromagnetismo	circuitos analógicos	Circuitos digitais	circuitos analógicos	eletrônica de potência
7	eletromagnetismo	circuitos analógicos	circuitos elétricos e eletromagnetismo	controles	circuitos elétricos	motores elétricos
8	Sistemas de potência	sistemas de potência	linhas de transmissão	sistemas de potência	circuitos trifásicos	eletrônica de potência e circuitos trifásicos
9	Eletrônica de potência	sistemas de potência	motores elétricos	instalações elétricas e motores elétricos	linhas de transmissão	
10	Motores elétricos	circuitos trifásicos	transformadores	sistemas de potência	sistemas de potência	

A porcentagem dos alunos que responderam a cada questão do Provão de engenharia elétrica na Epusp no período 1998 a 2001 é apresentada na Tabela 19.

Tabela 19 – Porcentagem dos alunos que responderam a cada questão do Provão de engenharia elétrica na Epusp no período 1998 a 2001[24]

PORCENTAGEM DOS ALUNOS QUE RESPONDERAM ÀS QUESTÕES DO PROVÃO DA ENGENHARIA ELÉTRICA DA EPUSP				
	1998	**1999**	**2000**	**2001**
1	89,3	94,6	98	99,4
2	96,3	94,6	95,4	100
3	83,4	91,2	98	100
4	93,1	90,5	92,1	79,6
5	72,7	91,9	80,9	83,3
6	77,5	79,7	84,9	99,4
7	76,5	90,5	60,5	84
8	18,2	*6,1*	21,7	17,3
9	***9,6***	14,2	***13,2***	***11,7***
10	***13,9***	16,2	21,1	***13***

Analisando as porcentagens de alunos da Epusp que responderam às questões especificas de eletrotécnica (7, 8 e 9), é observada uma menor procura pelas questões em negrito e itálico, o que pode significar insegurança em relação ao domínio dos conteúdos, ou ainda uma escolha de questões mais fáceis das outras áreas de engenharia elétrica (eletrônica, telecomunicações, computação, automação e controle). Esta análise deveria ser aprofundada para detectar falhas de domínio de conteúdos das disciplinas, apresentados nas diretrizes do Provão, que tratam dos temas abordados nas questões. Chama também a atenção nas questões comuns de engenharia elétrica (1 até a 7) aquelas com respostas menores que 90%, o que pode significar a mesma observação feita para as questões específicas de eletrotécnica. Existem sempre os fatores como a motivação e a vontade de participar e responder às questões que podem levar a estes dados estatísticos.

A seguir é apresentado um conjunto de dados do Provão de 2003:

- número de cursos de Engenharia Elétrica avaliados: 111 – sendo 21 do Sul, 68 do Sudeste, 3 do Norte, 13 do Nordeste e 6 do Centro-Oeste;
- Número de alunos avaliados: 5707 alunos.

Nas Figuras 8 e 9 são apresentadas tabelas com dados estatísticos extraídos do relatório geral do Provão de engenharia elétrica de 2003[25] .

Tabela 3
Estatísticas básicas da prova
Engenharia Elétrica – ENC/2003

Estatísticas	Geral
Número de presentes	5.544
Média	39.5
Desvio-padrão	22.8
Nota Mínima	0.0
P10	[illegible]
Nota limite do grupo inferior	22.5
Mediana	36.9
Nota limite do grupo superior	53.8
P90	72.5
Nota Máxima	100.0

Fonte: DAES/INEP/MEC-ENC/2003

Figura 8 – Tabela extraída do relatório do Provão 2003 com dados da prova [25]

Tabela 26
Distribuição do número e do percentual de cursos por faixa de conceito relativo e valores mínimo e máximo associados a cada faixa
Engenharia Elétrica – ENC/2003

Conceito	Nota Mínima	Nota Máxima	Número de Cursos	Percentual de Cursos
A	49.0	79.6	20	18.0
B	41.9	46.6	10	9.0
C	27.7	41.2	41	36.9
D	20.4	27.3	20	18.0
E	7.6	20.1	19	17.1
SC*	-	-	1	0.9

SC*=Sem Conceito
Fonte: DAES/INEP/MEC-ENC/2003

Figura 9 – Tabela extraída do relatório do Provão 2003 com as distribuições estatísticas das notas A, B, C, D e E [25]

A Figura 10 mostra uma tabela com estatísticas básicas das questões de Eletrotécnica do ENC de 2003[24]. Cerca de 1007 alunos responderam à 8ª questão, 823 responderam à 7ª questão e 523 responderam à 6ª questão. Como os alunos poderiam escolher três questões do bloco das específicas de qualquer das áreas (eletrotécnica, eletrônica, telecomunicações, computação e automação e controle), o resultado indica uma maior preferência pela 8ª questão e em seguida a 7ª e a 6ª, o que pode significar um decréscimo no domínio dos conteúdos destas questões, na mesma ordem.

Tabela 10
Estatísticas básicas das questões de Eletrotécnica
Engenharia Elétrica – ENC/2003

Estatísticas	Questões		
	6	7	8
Número de presentes	823	504	1.007
Média	14,3	29,6	29,7
Desvio-padrão	30,1	30,8	29,0
Nota Mínima	0,0	0,0	0,0
P10	0,0	0,0	0,0
Nota limite do grupo inferior	0,0	5,0	10,0
Mediana	0,0	15,0	15,0
Nota limite do grupo superior	10,0	45,0	50,0
P90	80,0	85,0	80,0
Nota Máxima	100,0	100,0	100,0

Fonte: DAES/INEP/MEC-ENC/2003

Figura 10 – Tabela extraída do relatório de síntese do ENC da engenharia elétrica de 2003[25].

As Figuras 11, 12 e 13 mostram as distribuições das notas das questões de eletrotécnica. As distribuições confirmam o domínio sobre o conteúdo abordado nas questões na ordem inversa da numeração.

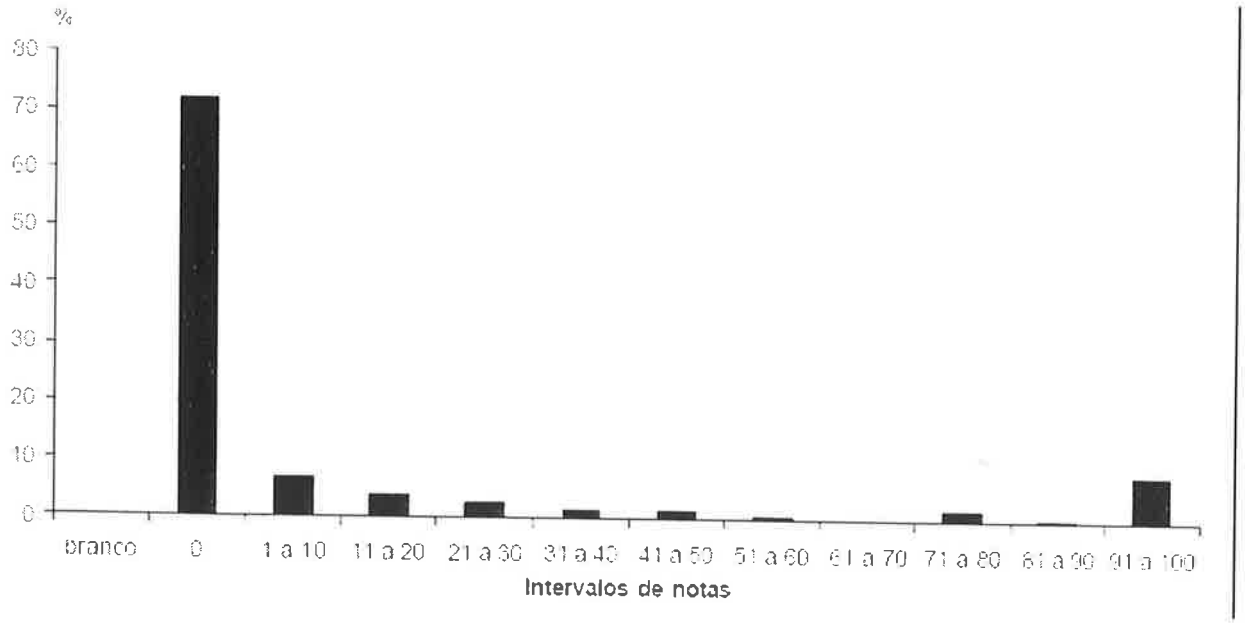


Figura 11 – Distribuição das notas da questão 6 do ENC de engenharia elétrica de 2003[25].

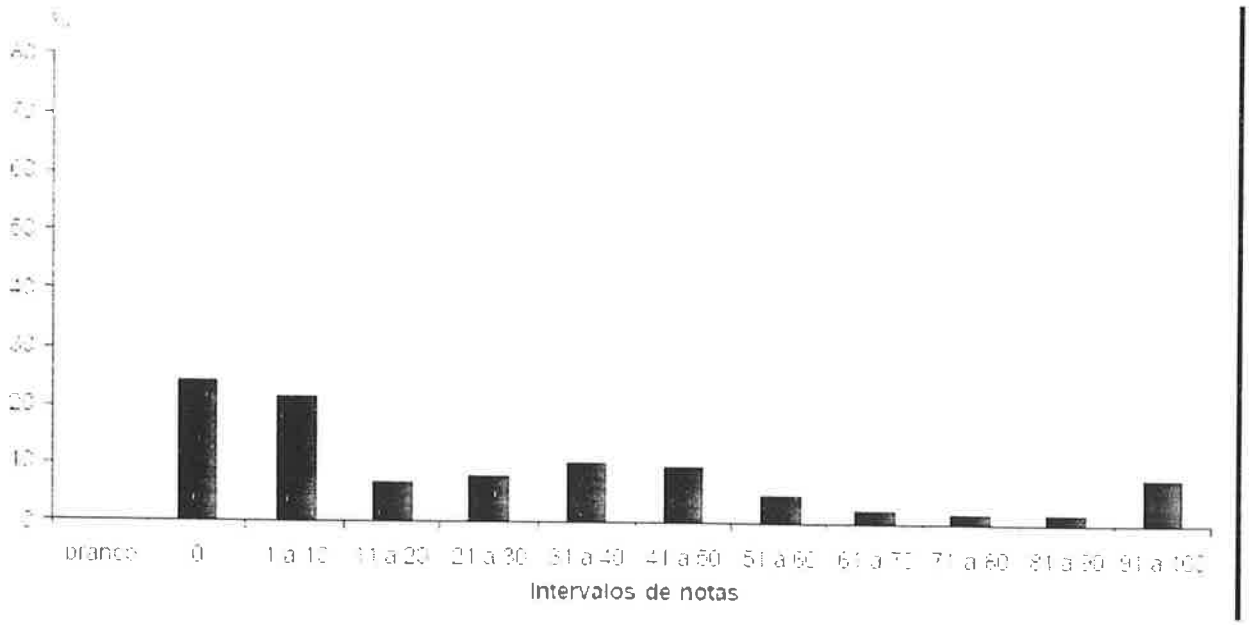


Figura 12 – Distribuição das notas da questão 7 do ENC de engenharia elétrica de 2003[25].

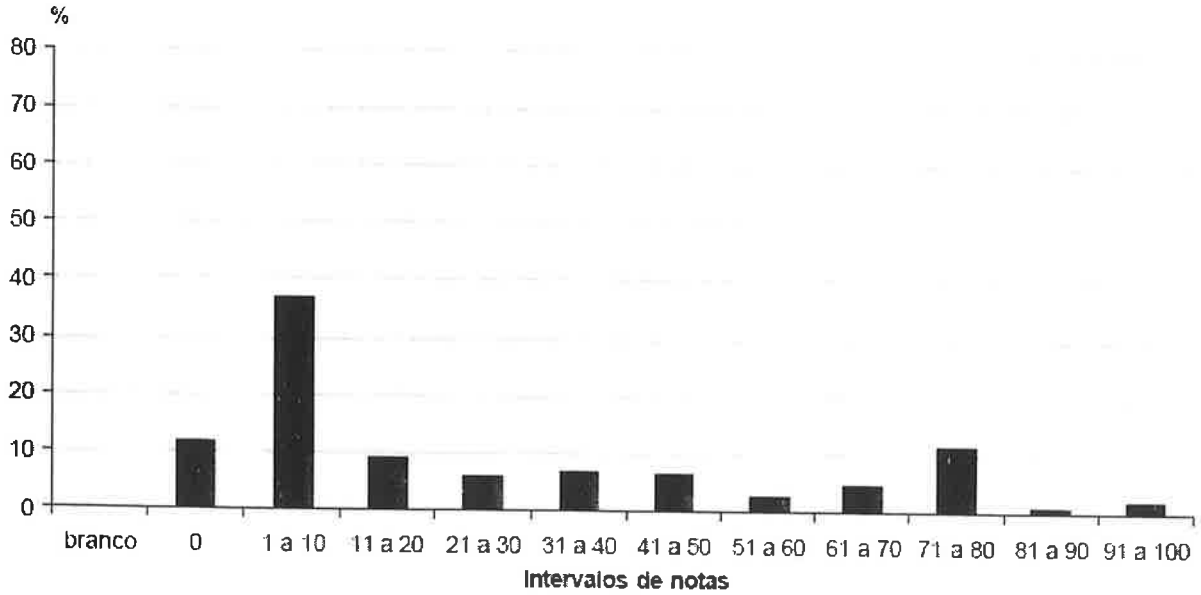


Figura 13 – Distribuição das notas da questão 8 do ENC de engenharia elétrica de 2003[25].

No ultimo Provão de 2003 os dez primeiros cursos de Engenharia Elétrica com nota A são os seguintes, mostrados na Tabela 20:

Tabela 20 – Notas das 10 primeiras Escolas com A no Provão de engenharia elétrica de 2003[25]

Engenharia Elétrica	
Nota	Instituição
79,6	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA-São José dos Campos(SP)-Federal
75,2	INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA-Rio de Janeiro(RJ)-Federal
66,3	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL-Porto Alegre(RS)-Federal
66	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS-Belo Horizonte(MG)-Federal
62,7	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-São Paulo(SP)-Estadual
62,2	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS-Campinas(SP)-Estadual
60,4	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO-Rio de Janeiro(RJ)-Federal
59,6	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO-Vitória(ES)-Federal
57,6	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-São Carlos(SP)-Estadual
56,4	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO-Ilha Solteira(SP)-Estadual

Nesta tabela os cursos do IME e do ITA se destacam com médias acima de 75 pontos e os outros oito cursos ficam na faixa de 56 a 66 pontos.

Correlacionando o número de horas dos cursos com as notas do ENC, é possível observar que cursos com quantidades menores de horas totais como o da UFMG (3495 horas, sendo só 2115 obrigatórias) e da UFRGS (3845 horas) conseguem ter nota A como outros cursos com mais de 4mil horas totais.

Uma grande fonte de informações é o questionário (95 questões especificas e 13 de engenharia elétrica) respondido pelos alunos, que dá uma idéia das características dos graduandos e dos cursos de graduação. Nas Tabelas 21 e 22 são apresentadas de forma resumida como são estas características.

Tabela 21 – Características dos graduandos de Engenharia Elétrica do ENC 2003

Característica	Porcentagem
Sexo masculino	89,5%
Idade – Menor que 24 anos	60,8%
Cor ou Raça – 77,4%	Se consideram de cor branca (sendo 53,4 % da população brasileira branca)
Solteiros	86%
Sem filhos	89,1%
Com 2 irmãos/ Com 1 irmão	37,5% / 35,1%
Moravam com os pais	68,8%
Renda familiar entre R$ 720 e 4800,00	70%
Não exerceu atividade remunerada	36,3%
Não receberam financiamento para estudar	72%
Pai/mãe com ensino superior	43,5% / 37,2%
Curso médio todo em escola particular/pública	47,3% / 37,7%
Sabem ler, escrever e falar inglês	28,2%
Leitura de no máximo 1 livro	40,2%
Leitura de jornal diária	22,7%
Meio de atualização Internet/TV	42,8 % / 38,3%
Utilização de biblioteca com freqüência razoável	47,4%
Dedicação aos estudos – 3 a 5 horas semanais	32,9%
Não desenvolveram nenhuma atividade acadêmica	52,1%
Participação de eventos	52,4%
Uso de microcomputador diário	89,1%

Tabela 22 – Características do curso de graduação de Engenharia Elétrica do ENC 2003

Característica	Porcentagem
Número de alunos de 31 e 50 alunos nas aulas teóricas	45%
Salas amplas, arejadas, bem iluminadas e com mobiliário adequado	43,5%
Material de consumo suficiente em aulas práticas	61%
Os equipamentos foram suficientes em todas ou na maioria das aulas práticas	52,3%
Atualizado ou medianamente atualizado o acervo da biblioteca de sua instituição,	69%
Consideram o projeto pedagógico do seu curso bem estruturado e cumprido em todas as suas orientações	35%
O curso nunca ofereceu oportunidade de vivenciar o conhecimento de ações comunitárias.	63%
O currículo do curso é relativamente integrado	58,3%
A composição das disciplinas atendeu bem ou muito bem aos objetivos do curso	58,9%
Todos ou a maior parte dos professores discutiram com os alunos o plano de ensino da disciplina	66,6%
Os planos de ensino apresentavam os objetivos, os procedimentos de ensino e de avaliação, os conteúdos e a bibliografia da disciplina	82,5%
Técnica de ensino utilizada, predominantemente, foi aula expositiva.	91,5%
Realizaram atividade de pesquisa em todas ou na maior parte das disciplinas	33,2%
Material utilizado : livros-texto e/ou manuais	44,8%
Uso dos recursos audiovisuais nas atividades de ensino e aprendizagem do curso foi adequado	75,2%
Avaliação através de provas escritas discursivas	93%
Professor com disponibilidade para dar orientação extraclasse aos alunos	58,8%
O curso ofereceu programas de iniciação científica/ programas de extensão e monitoria	70% / 33,8%
O curso apoiava a participação de eventos com dispensa de presença às aulas, mas com recurso financeiro somente para os que apresentavam trabalho	19,2%
O curso exigiu na medida certa	43,5%
A principal contribuição do curso de Engenharia Elétrica foi a aquisição de formação profissional	53,3%
A contribuição foi **ampla ou parcialmente** para o desenvolvimento das competências relacionadas ao raciocínio lógico e à análise crítica	89,7%
A contribuição foi **ampla ou parcialmente** para o desenvolvimento das competências relacionadas à atuação ética, com responsabilidade social, para a construção de uma sociedade includente e solidária.	56,9%
A contribuição foi **parcial** para o desenvolvimento das competências relacionadas à compreensão de processos, tomada de decisão e resolução de problemas no âmbito de sua área de atuação	82,6%
A contribuição curso foi **parcial** para o desenvolvimento das competências relacionadas à observação, interpretação e análise de dados e informações	47,3%
A contribuição curso foi **parcial** para o desenvolvimento das competências relacionadas à utilização de recursos de informática necessários para o exercício profissional	36,4%
A contribuição curso foi **parcial** para o desenvolvimento das competências relacionadas à organização, expressão e comunicação do pensamento	41,6%

Alguns dados das Tabelas 21 e 22 chamam a atenção:

- número de horas de dedicação dos alunos ao estudo ainda é baixo;
- baixo interesse por leitura e por atualização;
- uso de biblioteca ainda abaixo do esperado;
- domínio da língua inglesa ainda é menor que o esperado;
- participação de eventos e atividades acadêmicas ainda é pequena;
- projeto pedagógico não é bem estruturado;
- predomina aula expositiva e pouca pesquisa;
- a avaliação se concentra em provas discursivas;
- várias competências foram atingidas de forma parcial.

O Provão ou Exame Nacional de Cursos (ENC) foi substituído pelo Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) em 2004[26]. As engenharias foram divididas em oito grupos:

- engenharia I – Engenharia Cartográfica, Engenharia Civil, Engenharia de Agrimensura, Engenharia de Recursos Hídricos, Engenharia Geológica e Engenharia Sanitária;
- engenharia II – Engenharia da Computação, Engenharia de Comunicações, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Redes de Comunicação, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica, Engenharia Eletrotécnica, Engenharia Industrial Elétrica e Engenharia Mecatrônica;
- engenharia III – Engenharia Aeroespacial, Engenharia Aeronáutica, Engenharia Automotiva, Engenharia Industrial Mecânica, Engenharia Mecânica e Engenharia Naval;
- engenharia IV – Engenharia Bioquímica, Engenharia de Alimentos, Engenharia de Biotecnologia, Engenharia Industrial Química, Engenharia Química e Engenharia Têxtil;
- engenharia V – Engenharia de Materiais, Engenharia de Materiais-Plástico, Engenharia Metalúrgica e Engenharia Física;
- engenharia VI – Engenharia de Produção, Engenharia de Produção Civil, Engenharia de Produção de Materiais, Engenharia de Produção Elétrica, Engenharia de Produção Mecânica, Engenharia de Produção Química e Engenharia de Produção Têxtil;
- engenharia VII – Engenharia, Engenharia Ambiental, Engenharia de Minas, Engenharia de Petróleo e Engenharia Industrial Madeireira;
- engenharia VIII – Agrícola, Florestal e de Pesca.

A prova do Enade 2005, no componente específico da área de Engenharia (Grupo II), avaliou se o estudante desenvolveu, no processo de formação, habilidades e competências entre as descritas a seguir:

a) aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
b) projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
c) conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
d) planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
e) identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
f) desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
g) supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
h) avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
i) comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
j) atuar em equipes multidisciplinares;
k) compreender e aplicar a ética e a responsabilidade profissionais;
l) avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
m) avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
n) assumir a atitude de permanente busca de atualização profissional.

As engenharias tiveram sua primeira prova aplicada em 2005. Este exame faz parte do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes). O exame é aplicado aos ingressantes e concluintes do curso para determinar o grau de evolução dos conhecimentos, das competências e habilidades durante o curso. O exame é aplicado a uma amostra da população e não mais a sua totalidade, como era no ENC.

A prova do Enade 2005, no componente específico da área de Engenharia (Grupo II), tomará como referencial os conteúdos descritos a seguir:

I) Núcleo de Conteúdos Básicos (comum aos grupos I a VII de Engenharia): Metodologia Científica e Tecnológica; Comunicação e Expressão; Informática; Expressão Gráfica; Matemática; Física; Fenômenos de Transporte; Mecânica dos Sólidos; Eletricidade Aplicada; Química; Administração; Economia; Ciência e Tecnologia dos Materiais; Ciências do Ambiente; Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

II) Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos do grupo II: Circuitos elétricos; Circuitos lógicos; Conversão de energia; Eletromagnetismo; Eletrônica analógica; Eletrônica digital; Sinais e sistemas; Materiais elétricos; Métodos numéricos.

III) Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos de cada curso do grupo II:

1 – Computação: Algoritmos e estrutura de dados; Organização de computadores; Redes de computadores; Sistemas de informação; Sistemas operacionais.

2 – Controle e automação: Controle de sistemas dinâmicos; Modelagem, análise e simulação de sistemas; Robótica; Sistemas lineares e não lineares; Automação industrial.

3 – Eletrônica: Instrumentação; Sistemas digitais; Processamento de sinais de áudio e vídeo; Circuitos eletrônicos; Dispositivos semicondutores.

4 – Eletrotécnica: Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica; Máquinas elétricas; Modelagem e análise de sistemas de potência; Instalações elétricas; Acionamentos elétricos.

5 – Telecomunicações: Transmissão digital da informação; Antenas e propagação; Sistemas de comunicação; Redes de comunicação de dados; Telefonia.

O Enade é uma prova que tem a seguinte composição conforme mostrado na Figura 14 :

Partes		Numeros das Questões	Números das pp. neste caderno	Peso de cada parte
Formação Geral/Múltipla Escolha		1 a 7	2 a 5	55 %
Formação Geral/Discursivas		1 a 3	6 e 7	45 %
Componente Específico/Núcleo de Conteudos Básicos/Múltipla Escolha		8 a 17	8 a 12	100 %
Componente Específico/Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos do Grupo II/Múltipla Escolha		18 a 29	14 a 19	30 %
Componente Específico/Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos do Grupo II/Discursivas		4 a 6	20 a 22	30 %
Componente Específico/Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos de cada curso do Grupo II/Múltipla Escolha	Computação	30 a 34	24 a 26	40 %
	Controle e Automação	35 a 39	27 a 30	40 %
	Eletrônica	40 a 44	31 a 33	40 %
	Eletrotécnica	45 a 49	34 a 36	40 %
	Telecomunicações	50 a 54	37 a 39	40 %
Percepção sobre a prova		55 a 63	40	—

Figura 14 – Tabela extraída da prova do Enade do grupo II de engenharia de 2005.

A USP e a Unicamp não participaram do Enade em 2004 e 2005, devido a decisões das pró-reitorias de graduação.

As questões do núcleo de conteúdos profissionalizantes específicos do grupo II e as do grupo de Eletrotécnica desta primeira prova estão divididas nas seguintes áreas da engenharia elétrica conforme Tabela 23.

Tabela 23 – Questões da primeira prova do Enade do grupo II de engenharia – Eletrotécnica.

Questão	Área de Conhecimento
18 – múltipla escolha	Circuitos elétricos
19 – múltipla escolha	Circuitos lógicos
20 – múltipla escolha	Circuitos lógicos
21 – múltipla escolha	Eletromagnetismo
22 – múltipla escolha	Controles
23 – múltipla escolha	Eletrônica analógica
24 – múltipla escolha	Circuitos elétricos
25 – múltipla escolha	Circuitos elétricos
26 – múltipla escolha	Motores elétricos
27 – múltipla escolha	Controles
28 – múltipla escolha	Circuitos elétricos

29 – múltipla escolha	Circuitos lógicos
4 – discursiva	Circuitos eletrônicos
5 - discursiva	Conversão de energia
6 – discursiva	Controles
45 – múltipla escolha	Circuitos Corrente Alternada
46 – múltipla escolha	Motores Elétricos
47 – múltipla escolha	Transformadores
48 – múltipla escolha	Motores Elétricos
49 – múltipla escolha	Instalações Elétricas

A Tabela 24 mostra uma comparação entre os tipos de questões do ENC e do Enade.

Tabela 24 – Comparação entre os tipos de questões do ENC e do Enade

Área	**ENC tipo de questão**	**Enade tipo de questão**
Formação Geral		7 – múltipla escolha
Formação Geral		3 – discursiva
Componente Específico/Núcleo de Conteúdos Básicos		10 – múltipla escolha
Componente Específico/Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos do Grupo II		12 – múltipla escolha
Componente Específico/Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos do Grupo II	7 – discursiva	3 – discursiva
Componente Específico/Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos de cada curso do Grupo II – Eletrotécnica	3 – discursiva	5 – múltipla escolha
Total	10	40

O Enade tem uma prova com mais questões que o ENC, mas não atinge uma amostra da população alvo, o que permite avaliar a instituição, mas não permite uma avaliação individual de todos os alunos. O Enade também aborda temas de formação geral, o que permite avaliar a formação do aluno como cidadão completo que é preocupado com o conhecimento de uma forma mais ampla. O Enade também aplica a prova nos ingressantes do curso, o que permite avaliar a evolução dos alunos no final do curso, ou seja, quanto o processo de ensino-aprendizagem permitiu um maior

domínio de conteúdos e um maior desenvolvimento das competências esperadas do egresso.

Com a mudança do paradigma das diretrizes curriculares agora centrada no desenvolvimento ou potencialização de competências e habilidades, uma prova como o Enade ou mesmo o anterior ENC tem dificuldades em elaborar e em avaliar questões que abordem estas novas exigências. O Enade aumentou o número de questões e o espectro de conteúdos abordados, incluindo questões de formação geral de múltipla escolha e discursivas.

Alguns dos cursos das escolas de engenharia analisados têm características muito distintas, uns são bem mais abertos em termos das disciplinas optativas e alguns tem um número de horas aula menor, mas em termos de desempenho nas provas de avaliação aplicadas pelo INEP, a resposta é muito similar, o que aparentemente pode significar que se pode chegar por caminhos diferentes aos mesmos resultados. O perfil esperado do engenheiro da maioria dos cursos é um misto de engenheiro de concepção com engenheiro voltado ao mercado. A idéia de criar certificados intermediários, associada a um conjunto de disciplinas especializadas, utilizadas pela UFMG e a Unicamp parece interessante como opção de abertura para os alunos.

4 – MODELOS E EXPERIÊNCIAS PEDAGÓGICAS DOS CURSOS DE ENGENHARIA

Neste capítulo será apresentado um modelo de como desenvolver e acompanhar disciplinas e o curso de Engenharia, avaliando não só o produto como também o processo, de modo que se corrija a trajetória a tempo para aumentar o desempenho na árdua tarefa de formar novos engenheiros e ajudar também a formar cidadãos ativos e atuantes na sociedade a fim de termos um país melhor com a ajuda da engenharia. Não basta ensinar, há também que educar a juventude para torná-los adultos mais conscientes de suas responsabilidades como agentes de transformação da sociedade. Não é um modelo novo, mais através das particularidades do curso, dos seus objetivos, das disciplinas e dos perfis dos alunos pretende ser inovador na sua aplicação específica. Para construir este modelo são apresentados conceitos desenvolvidos nas teorias psicopedagógicas sobre como se devem planejar os conteúdos, mapear os perfis dos alunos, escolher os objetivos da disciplina, definir as melhores estratégias em função dos objetivos e dos perfis dos alunos e definir como será a avaliação da disciplina. Também são apresentadas alternativas para se elaborar estruturas curriculares de um curso.

Também neste capítulo o autor apresenta uma série de atividades desenvolvidas em sua vida acadêmica, que visaram sempre melhorar o desempenho do processo de ensino-aprendizagem. Certamente estas atividades não foram tarefas de uma só pessoa, o autor contou com a ajuda de alunos de graduação e pós-graduação, professores e funcionários.

4.1 – MODELO PARA A ORGANIZAÇÃO DE CURSOS E DISCIPLINAS

Nesta seção será apresentado um modelo que visa facilitar a organização de uma disciplina bem como o acompanhamento do seu desenvolvimento durante um semestre com determinada turma. Também serão apresentados alguns conceitos teóricos sobre teorias da aprendizagem e modelos pedagógicos que permitirão construir este modelo.

4.1.1 – ESCOLHA DO MODELO PSICOPEDAGÓGICO

A Psicologia e mais especificamente a psicopedagogia, que estuda as teorias da aprendizagem, se desenvolveu quase que concomitantemente no século XX com o desenvolvimento do setor elétrico. O estudo das teorias que explicam como as pessoas aprendem e como seria possível melhorar o desempenho deste processo é necessário para poder atuar de forma científica na área de educação. Historicamente as três grandes linhas dentro da teoria dos modelos pscicopedagógicos são:

- a comportamentalista;
- a cognitivista e

Nos itens seguintes serão expostas de forma sucinta as características de cada uma delas. A Figura 15 mostra um diagrama produzido pelo professor Marco Antônio Moreira[27] com os principais enfoques teóricos da aprendizagem e do ensino e alguns de seu mais reconhecidos representantes.

4.1.1.1 – Comportamentalista

Historicamente, o modelo comportamentalista é o primeiro modelo pscicopedagógico.

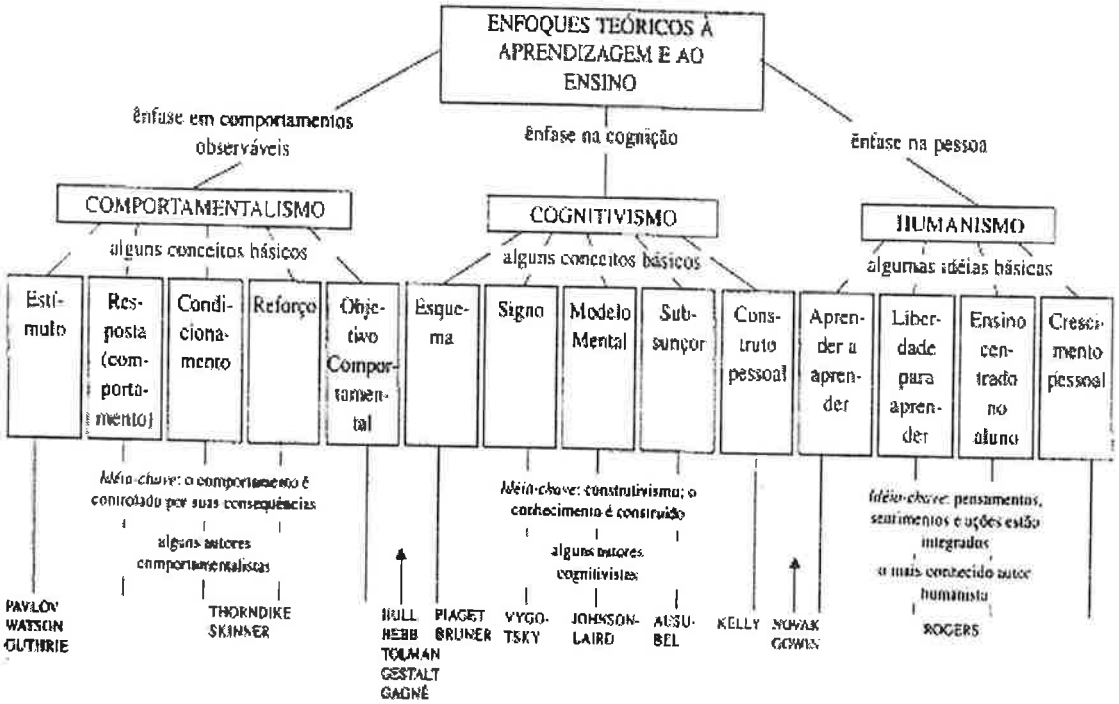


Figura 15 – Diagrama, elaborado pelo professor Marco Antônio Moreira em 1999, dos principais enfoques teóricos da aprendizagem e do ensino com alguns de seus mais reconhecidos representantes [27]

A linha comportamentalista (Skinner e seguidores) considera o aprendiz como um ser que responde a estímulos fornecidos pelo ambiente externo. Ela se baseia em estudos de comportamentos manifestos e mensuráveis e não leva em consideração o que ocorre na mente do indivíduo durante o processo de aprendizagem. Esta é a principal linha psicopedagógica utilizada nos curso de Engenharia.

Suas principais características são:

- Uso de aulas expositivas como principal estratégia;
- Utilização de demonstrações do professor à classe;

- Aplicação de tecnologia educacional, especialmente os módulos instrucionais, muito utilizados na década de 1960;
- Uso de política de reforços para promover a mudança comportamental.

A obtenção do comportamento desejado se dá pela definição do comportamento que se quer obter, pela aplicação de reforços, pela seleção de procedimentos para alterar o comportamento, pela implementação dos procedimentos e pela avaliação do progresso e revisão das necessidades.

Os pontos negativos são:

- uso de artifícios de reforços (notas , elogios, etc.);
- o aluno é controlado e manipulado, não possuindo uma função ativa;
- o aluno é condicionado a tomar determinadas atitudes diante de estímulos apresentados;
- não há uma preocupação com o processo de raciocínio e aprendizado do aluno, sendo os resultados obtidos como o mais relevante.

4.1.1.2 – Cognitivista

A linha cognitivista tem como principais representantes Piaget e Ausubel. Esta teoria enfatiza o processo de cognição pelo qual o universo de significados do indivíduo tem origem. O processo de cognição permite atribuir significados à realidade em que os indivíduos se encontram. É um processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. Não existe modelo pedagógico piageteano.

Piaget propôs um modelo de evolução psicológica das crianças até a idade adulta baseado em períodos bem definidos:

- ***Estágio sensorio-motor*** – mais ou menos de 0 a 2 anos: a atividade intelectual da criança é de natureza sensorial e motora. A principal característica desse período é a ausência da função semiótica, isto é, a criança não representa mentalmente os objetos. Sua ação é direta sobre eles. Essas atividades serão o fundamento da atividade intelectual futura. A estimulação ambiental interferirá na passagem de um estágio para o outro;
- ***Estágio pré-operacional*** – mais ou menos de 2 a 6 anos: a criança desenvolve a capacidade simbólica; "já não depende unicamente de suas sensações, de seus movimentos, mas já distingue um *significador* (imagem, palavra ou símbolo) daquilo que ele significa (o objeto ausente), *o significado*". Para a educação é importante ressaltar o caráter lúdico do pensamento simbólico. Este período caracteriza-se: pelo egocentrismo: isto é, a criança ainda não se mostra capaz de colocar-se na perspectiva do outro, o pensamento pré-operacional é estático e rígido, a criança capta estados momentâneos, sem juntá-los em um todo; **pelo desequilíbrio**: há uma predominância de

acomodações e não das assimilações; **pela irreversibilidade**: a criança parece incapaz de compreender a existência de fenômenos reversíveis, isto é, que se fizermos certas transformações, somos capazes de restaurá-las, fazendo voltar ao estágio original, como por exemplo, a água que se transforma em gelo e aquecendo-se volta à forma original;

- ***Estágio das operações concretas*** – mais ou menos dos 7 aos 11 anos: a criança já possui uma organização mental integrada, os sistemas de ação reúnem-se integrados. Piaget fala em operações de pensamento em vez de ações. É capaz de ver a totalidade de diferentes ângulos. Conclui e consolida as conservações do número, da substância e do peso. Apesar de ainda trabalhar com objetos, agora **representados**, sua flexibilidade de pensamento permite um sem-número de aprendizagens;
- ***Estágio das operações formais*** – mais ou menos dos 12 anos em diante: ocorre o desenvolvimento das operações de raciocínio abstrato. A criança se liberta inteiramente do objeto, inclusive o representado, operando agora com a forma (em contraposição a conteúdo), situando o real em um conjunto de transformações. A grande novidade do nível das operações formais é que o sujeito se torne capaz de raciocinar corretamente sobre proposições em que não acredita, ou que ainda não acredita, que ainda considera puras hipóteses. É capaz de inferir as conseqüências.Tem início os processos de pensamento hipotético-dedutivos.

As atividades principais no processo de ensino-aprendizagem cognitivista seriam:

- Jogos de pensamento para o corpo e sentidos como jogos de pensamento lógico, atividades sociais para o pensamento (teatro, excursões), leitura e escrita;
- O uso da aprendizagem por descoberta, com base no ensaio-erro, na pesquisa, na investigação e na solução de problemas.

Uma corrente importante dentro da cognitivista é a teoria construtivista, em que o individuo constrói os significados pelas experiências de acomodação e assimilação. O indivíduo entende novas experiências relacionando-as com experiências anteriores e se a experiência atual não possui relação com as anteriores, o desequilíbrio ocorre.

Na teoria construtivista a aprendizagem é vista como um processo de construção, não existem seqüências preestabelecidas ,os métodos de avaliação são baseados em respostas estruturadas. O estudante está livre para desenvolver suas potencialidades, e cabe a ele decidir o que deseja e como deseja aprender.

4.1.1.3 – Humanista

O principal representante desta linha é Rogers. Nela o ser que aprende é visto primordialmente como uma pessoa. O importante é a auto-realização da pessoa e o seu crescimento pessoal, o indivíduo é visto como um todo e não somente o intelecto. A aprendizagem é penetrante e influi nas escolhas e atitudes do aprendiz.

As estratégias e técnicas de ensino e aprendizagem assumem importância secundária. A relação pedagógica tem clima favorável ao desenvolvimento da pessoa e com liberdade para aprender. O ensino é centrado na pessoa, ou seja, no aluno, em oposição ao comportamentalista em que o processo está centrado no professor.

Uma linha importante no modelo humanista é a desenvolvida pelo pedagogo brasileiro Paulo Freire, que é a linha sócio-cultural, em que a educação é problematizadora ou conscientizadora e visa à superação da relação opressor/oprimido. Ela foi muito utilizada na alfabetização de adultos como a idéia de formar não meros leitores, mas também cidadãos atuantes na sociedade e questionadores das relações sociais, principalmente as de opressão entre as classes sociais.

4.1.2 – Modelos Comportamentais

Alguns modelos comportamentais foram desenvolvidos a partir das teorias tipológicas dos comportamentos humanos de Jung. As pesquisadoras Katherine Cook Briggs e Isabel Briggs Myers[28], com base nas tipologias de Jung, propuseram uma classificação comportamental para os indivíduos, que tem quatro dimensões:

- Extroversão – Introversão;
- Sensação – Intuição;
- Pensamento – Sentimento;
- Julgamento – Percepção.

Existem questionários (a classificação MTBI) que permitem avaliar de forma porcentual as pessoas quanto a estas dimensões[29]. As características principais de cada uma das dimensões são:

- **E – Extroversão** (Extrovert): Mais voltado ao mundo exterior e às coisas. Interessa-se por pessoas e eventos. Necessita de estímulo externo para engajar-se em situações de aprendizagem. Arrisca-se;
- **I – Introversão** (Introvert): Mais voltado para o seu mundo interior, idéias e impressões. Prefere atividades individuais, relacionamentos interpessoais não são prioridade. É dotado de alto poder de concentração e auto-suficiência. Necessita de um tempo para pensar antes de expressar-se. Comumente não se arrisca;
- **S – Sensação** (Sensing): Mais voltado ao presente e às informações obtidas por meio dos seus sentidos. Lida com o mundo em termos práticos e factuais. É sistemático, detalhista e gosta de observar fenômenos bem de perto. Precisa de situações de aprendizagem estruturadas, com seqüência clara e objetiva;

- **N – Intuição** (Intuition): Mais voltado para o futuro, aos padrões e às possibilidades. Buscas inovadoras e teóricas exercem fascínio. Freqüentemente faz inferências e conjecturas a partir de um contexto, construindo bons modelos nos quais apóia suas idéias e produções. Facilmente estrutura seu próprio treinamento. Precisão não é seu forte, por isso pode perder detalhes importantes. Em geral, apresenta complexidade excessiva nos seus discursos;
- **T – Pensamento** (Thinking): Prefere apoiar-se em critérios impessoais e baseia suas decisões na lógica e na análise objetiva de causas e efeitos. Costuma ser disciplinado e ansioso;
- **F – Sentimento** (Feeling): Prefere basear as decisões em valores e na avaliação subjetiva. Forte consciência social. Agrega as pessoas, promovendo motivação. Precisa de atenção e evita situações sociais tensas;
- **J – Julgamento** (Judging): Prefere abordagens planejadas e organizadas com relação à vida e gosta das coisas bem definidas. Mais apto a lidar com um estilo de vida planejado, organizado e bem controlado. Engaja-se no trabalho sistemático. É rígido, e intolerante com a ambigüidade. Suas características podem representar um obstáculo para aprendizagem de uma segunda língua, uma vez que procura correspondência um a um entre línguas e ela não existe;
- **P – Percepção** (Perception): Gosta das abordagens flexíveis e espontâneas, preferindo propostas e opções abertas. Aceita facilmente mudanças e novas experiências. Falta de persistência ou consistência pode atrapalhar seu desempenho.

Já Riding e Stephen[28] definem apenas duas dimensões comportamentais para as pessoas:

- **Holista** (*wholist*) – **Analítico** (*analytic*): Esta dimensão mostra a tendência individual para organizar informações em partes ou como um todo;
- **Verbal** (*Verbal*) - **Imagético** (*Imagery*): Esta dimensão mostra a tendência individual para representar informações enquanto pensam, verbalmente ou por meio de imagens mentais.

A Figura 16 mostra as combinações possíveis das dimensões entre estes estilos cognitivos.

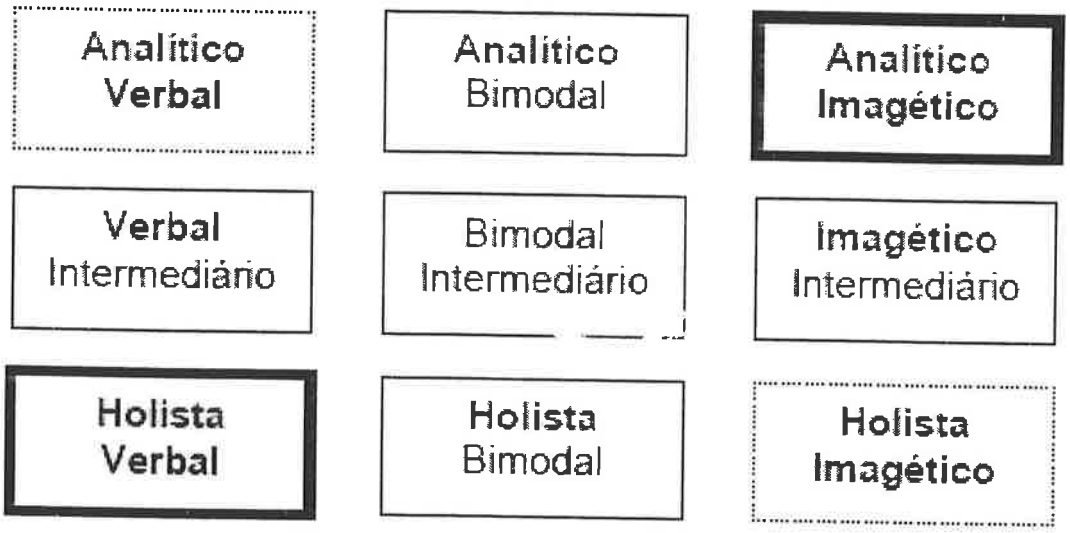


Figura 16 – Combinações dos estilos cognitivos de Riding e Stephen[28].

Os estilos *Analítico* e *Imagético* são complementares. Enquanto o *estilo analítico* dificulta a visão do todo, o *estilo imagético* supre esta dificuldade. Da mesma forma, os estilos holista e verbal complementam-se. Enquanto o *estilo holista* dificulta a visão analítica, o *estilo verbal* supre esta dificuldade.

Richard M. Felder define quatro dimensões de estilos de aprendizagem:

- **Ativo** (Active) – **Reflexivo** (Refletive);
- **Racional** (Sensing) – **Intuitivo** (Intuitive);
- **Visual** (Visual) – **Verbal** (Verbal);
- **Seqüencial** (Sequential) – **Global** (Global).

As características principais de cada uma das dimensões são:

Aprendizes *Ativos* x *Reflexivos*:
- Os *ativos* tendem a reter e compreender informações mais eficientemente discutindo, aplicando conceitos e/ou explicando para outras pessoas. Gostam de trabalhar em grupos;
- Os *reflexivos* precisam de um tempo para sozinhos pensar sobre as informações recebidas. Preferem os trabalhos individuais.

Aprendizes *Racionais* x *Intuitivos*:
- Os *racionais* gostam de aprender fatos. São mais detalhistas, memorizam fatos com facilidade, saem-se bem em trabalhos práticos (laboratório, por exemplo). Tendem a ser mais práticos e cuidadosos do que os *intuitivos*;

- Os *intuitivos* preferem descobrir possibilidades e relações. Sentem-se mais confortáveis em lidar com novos conceitos, abstrações e fórmulas matemáticas. São mais rápidos no trabalho e mais inovadores.

Aprendizes *Visuais* x *Verbais*:
- Os *visuais* lembram mais do que viram – figuras, diagramas, fluxogramas, filmes e demonstrações;
- Os *verbais* tiram maior proveito das palavras – explicações orais ou escritas.

Aprendizes *Seqüenciais* x *Globais*:
- Os *seqüenciais* preferem caminhos lógicos, aprendem melhor os conteúdos apresentados de forma linear e encadeada;
- Os *globais* lidam aleatoriamente com conteúdos, compreendendo-os por *insights*. Depois que montam a visão geral, têm dificuldade de explicar o caminho que utilizaram para chegar até ela.

A teoria das inteligências múltiplas apresentada por Gardner também é importante para melhor conhecer as características dos alunos e explorar nas estratégias e atividades estas inteligências. Um trabalho recente[32] de mestrado na Eescusp mostra a correlação das inteligências múltiplas com alguns tipos de estratégias. É necessário avaliar o perfil dos alunos para melhor escolher estratégias e atividades de uma disciplina.

Outra classificação comportamental proposta pela neurolinguística aborda pessoas com características de comunicação visuais, auditivas e cinestésicas (usa o corpo para se comunicar), que acabam usando palavras em seu vocabulário associadas a estas características e afirma que pessoas de características iguais se comunicam melhor e todos somos um pouco das três características, mas existe uma predominante.

4.1.3 ELABORAÇÃO DE ESTRUTURAS CURRÍCULARES DE CURSOS DE ENEGENHARIA

As estruturas curriculares são mais que uma lista de disciplinas de um curso, elas devem conter os processos de aprovação, questões ligadas às atividades complementares, como iniciação cientifica e estágios. Já o projeto pedagógico da instituição deve ter a missão da instituição, o perfil do egresso, as competências, habilidades que se esperam deste profissional e as condições para sua formação e as estruturas curriculares de cada carreira, habilitação e ênfase. A elaboração de estruturas curriculares deve ter a participação de vários agentes que se envolvem com o processo de formação do profissional e os agentes da sociedade que recebem este profissional.

Marcos Azeredo Silveira[5] apresenta a visão aparentemente clara e pragmática da noção de "desenvolvimento de currículos" proposta por Evans e

Roedel, seguindo a escola educacional norte-americana de Bobitt e Tyler. Nela, um currículo é desenvolvido a partir da especificação dos seguintes itens:

- Objetivos do curso, descritos de forma genérica e abstrata (cobrindo várias das especificações da Abet ou das Diretrizes Curriculares brasileiras, por exemplo);
- Resultados a serem obtidos, descritos de forma objetiva e específica (capacidade de leitura e correção de plantas, por exemplo);
- Indicadores de desempenho, específicos e medindo o desempenho dos alunos nos resultados especificados;
- Estratégias e ações, ou como atingir, institucionalmente, os resultados;
- Métodos e métricas de medida de desempenho, para medir os indicadores de desempenho;
- Avaliação: um sistema de análise crítica para examinar as medidas de desempenho obtidas, estimando o progresso na direção dos objetivos;
- Realimentação: aplicação dos resultados da avaliação para desenvolvimento futuro e correção de objetivos e de estratégias.

Para montar o perfil de formação do engenheiro devem ser atendidas seis demandas diferentes, eventualmente conflitantes, além de restrições históricas, legais e econômicas próprias ao país, à região, e em particular à escola de Engenharia:

(a) o mercado de trabalho
(b) educação do futuro engenheiro
(c) as demandas futuras
(d) expectativas dos alunos atuais e dos possíveis candidatos
(e) instituição universitária
(f) sistemas e agências de credenciamento, reconhecimento e avaliação do curso

4.1.4 – PLANEJAMENTO DE DISCIPLINAS

O planejamento de uma disciplina é necessário para definir os objetivos, estratégias e métodos de avaliação e métodos de correção de trajetória para ser possível detectar se o processo está sendo desenvolvido de forma adequada e com desempenho esperado no atendimento dos objetivos propostos.

Nas escolas de Engenharia existem as ementas da disciplina, em geral colocadas na Internet ou em cadernos distribuídos aos alunos, onde são colocados detalhes da disciplina como sua identificação, objetivos gerais e específicos, seus conteúdos, estratégias, avaliação e bibliografia.

O planejamento da disciplina, das unidades (conjunto de conteúdos ou conceitos com algum significado) e das aulas são documentos de trabalho do professor, que permitem a organização da estrutura e do funcionamento da disciplina. É uma peça de projeto, de intenções, com base nela o professor faz o chamado contrato pedagógico com os alunos, numa atitude profissional do professor e dos alunos.

O planejamento, segundo Masetto[30], [31] deve conter no mínimo os seguintes componentes:

- identificação da disciplina contendo nome, sigla, escola, professor(es), turmas, curso, ano/semestre, carga horária, número de alunos;
- avaliação de pré-requisitos;
- definição dos objetivos de conhecimentos (conteúdo, habilidades e atitudes);
- escolha e preparação dos materiais de apoio;
- definição das estratégias na sala de aula e fora dela com seus tempos;
- definição da avaliação e de sua realimentação;
- escolha da bibliografia de apoio.

Deve ser feito um planejamento de cada uma das unidades do curso, se ele for estruturado desta forma. Cada uma das aulas também deve ter um planejamento elaborado. No planejamento das unidades e de cada aula devem estar presentes os seguintes itens:

- definição dos objetivos de conhecimentos (conteúdo, habilidades e atitudes);
- escolha e preparação dos materiais de apoio;
- definição das estratégias na sala de aula e fora dela com seus tempos;
- definição da avaliação e de sua realimentação;
  escolha da bibliografia de apoio.

Durante o desenvolvimento da disciplina e de acordo com o andamento, ou seja, a resposta da classe em relação às estratégias utilizadas e as respostas das avaliações e sua realimentação bem como por canais de comunicação com a turma, utilizando representantes de classe e mediante um diálogo aberto com a turma, sempre é possível a alteração de estratégias ou a inclusão de atividades extras que permitam corrigir erros no processo de ensino aprendizagem.

4.1.4.1 – Objetivos Educacionais

Como vimos anteriormente as diretrizes curriculares definem objetivos classificados como de conteúdos, competências e habilidades. Os pesquisadores Bloom, Krathwohl[33] e colaboradores em 1972 definiram um sistema que classificava em três domínios os objetivos educacionais fundamentados na lógica e na psicologia:

- Cognitivo
- Afetivo
- Psicomotor

O Domínio Cognitivo está relacionado com o pensamento, o conhecimento e a solução de problemas e se divide em seis níveis:

- **Conhecimento** – capacidade de recordar a matéria previamente aprendida;
- **Compreensão** – aprender o sentido da matéria ou reconstituir a matéria; previamente aprendida com suas próprias palavras;
- **Aplicação** – usar o conhecimento em situações concretas;
- **Análise** – decompor o material em suas partes integrantes, de modo que a relação existente entre as partes possa ser determinada;
- **Síntese** – combinação das partes para formar um novo todo;
- **Avaliação** – julgar o valor do material.

Pode ser feita uma associação direta entre os objetivos de aprendizagem no nível cognitivo e as técnicas de ensino:

- conhecimento e compreensão (aprendizado e fatos, princípios e teorias; entendimento e habilidade para expor conceitos) com conferências (com recursos audiovisuais) , instrução programada e leituras;
- aplicação (habilidade para aplicar corretamente a informação recebida) com conferências e discussões, seminário, instrução assistida por computador, simulações, estudos de caso, jogos, experiências de campo, laboratório, estudo independente, instrução individualizada;
- análise e síntese com discussões em seminários, projetos independentes feitos em grupos, aprendizado colaborativo ou cooperativo, simulações, estudos independentes, laboratórios;
- avaliação (habilidade para julgar a importância ou valor da informação recebida) com estudo independente, projetos em grupo, aprendizado colaborativo ou cooperativo, experiências de campo, laboratório.

O domínio afetivo está relacionado com as atitudes, valores, interesse e apreciação e se divide em cinco níveis:

- **Recebimento** – Estar consciente de (ou prestar atenção em) alguma coisa no ambiente;
  - conscientização
  - disposição para receber
  - atenção controlada ou selecionada
- **Responsividade** – Não apenas percebe, mas reage dando uma resposta;
  - aquiescência em responder
  - disposição para responder
  - satisfação em responder
- **Valorização** – Relaciona-se com o valor que é agregado ao objeto, ao fenômeno ou ao comportamento. O sujeito demonstra algum envolvimento ou compromisso definido;
  - aceitação de um valor
  - preferência por um valor
  - compromisso
- **Organização** – Reunir diferentes valores internalizados, compará-los, aceitar conflitos e construir um sistema consistente de valores. Integrar um novo valor ao seu conjunto geral de valores, dando-lhe uma posição entre suas prioridades;
  - conceituação de um valor
  - organização de um sistema de valores
- **Caracterização por um valor ou um complexo de valor** – O sistema de valores do indivíduo define seu "estilo de vida", estabelecendo seu comportamento e permitindo sua previsão. Está associada ao caráter

que a pessoa apresenta, sua forma de ser, agir e pensar consistentes com seus valores;

- conjunto generalizado
- caracterização

O domínio psicomotor está relacionado com as habilidades manuais e motoras e se divide em seis níveis:

- **Movimentos de Reflexo** – movimentos involuntários do corpo;
- **Movimentos Básicos-fundamentais** – movimentos básicos de pernas, mãos, braços e pés não coordenados;
- **Habilidades Perspectivas** – abrangem as habilidades de coordenar percepções e movimentos e discriminar percepções, por exemplo, visuais e auditivas;
- **Habilidades Físicas** – referem-se a conquistas físicas básicas como velocodade, persistência;
- **Movimentos Hábeis** – envolve uma sucessão de movimentos que precisa ser levada a cabo com precisão, seqüenciamento e melodia cinética, como valsar, esgrimar, patinar, tocar piano, ou na área médica, operar, suturar ou locar um catéter;
- **Comunicação Discursiva** – a seqüência de movimentos adquire a capaciddae de comunicação, como pintar, interpretar uma música ao piano ou dançar uma coreografia.

A escolha de atividades e estratégias, em sala de aula e fora dela, deve ser feita em função dos tipos de domínios cognitivos que se quer atingir e dos afetivos e psicomotores, quando aplicáveis. As avaliações são utilizadas para verificar se os objetivos foram atingidos pelos alunos e os resultados devem ser utilizados de forma dinâmica para realimentar o processo de forma que se criem atividades de reforço e complementares para os alunos que não atingiram ou atingiram parcialmente os objetivos.

Pode ser feita uma analogia desta classificação com a apresentada no planejamento de uma disciplina, em que os objetivos são classificados como sendo de conteúdos, habilidades e atitudes e também com a classificação das diretrizes curriculares e das diretrizes do ENC e do Enade, em que se fala de habilidades e competências e de conteúdos.

4.1.4.2 – Escolha e Organização dos Conteúdos

A escolha e organização dos conteúdos são essenciais para organizar as aulas e o material de apoio aos estudantes. Algumas definições devem ser feitas para melhor entendimento. Conceito[34], por exemplo, é definido como uma informação ordenada sobre as propriedades de objetos, eventos ou processos. Ele deve ser possível de generalizar e de discriminar mediante seus atributos relevantes e irrelevantes. A relação de dois ou mais conceitos pode ser definida como um princípio.

O mapa conceitual[35] é um diagrama de relações entre idéias ou conceitos, ele evidencia capacidade de análise, síntese e de integração de idéias. É possível construir um mapa conceitual de uma aula ou de uma unidade de uma disciplina seguindo os seguintes passos:

1. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Limite entre seis e dez o número de conceitos.
2. Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva.
3. Se o mapa se refere, por exemplo, a um parágrafo de um texto, o número de conceitos fica limitado pelo próprio parágrafo. Se o mapa incorpora também o seu conhecimento sobre o assunto, além do contido no texto, conceitos mais específicos podem ser incluídos no mapa.
4. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação.
5. Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas.
6. Exemplos podem ser agregados ao mapa, logo abaixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa.
7. Geralmente, o primeiro intento de mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais relacionados.
8. Talvez neste ponto você já comece a imaginar outras maneiras de fazer o mapa, outros modos de hierarquizar os conceitos. Lembre-se de que não há um único modo de traçar um mapa conceitual. À medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que você aprende, seu mapa também muda. Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz.
9. Compartilhe seu mapa com colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e "negociar" significados.

A Figura 17 mostra um bom exemplo de mapa conceitual[36].

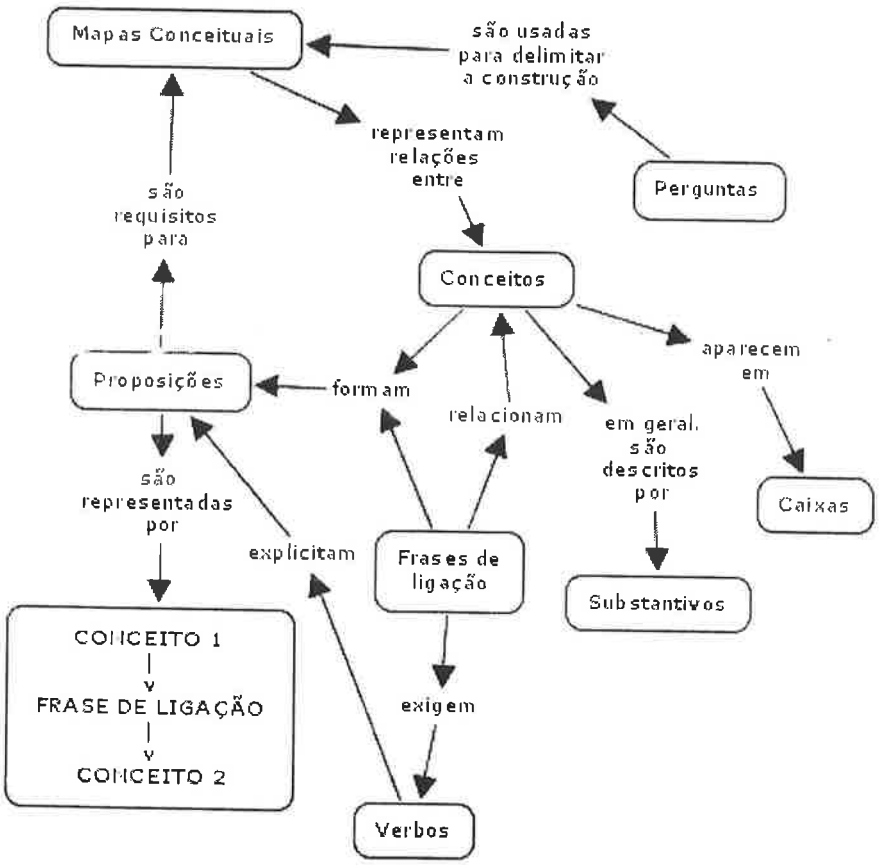


Figura 17 – Exemplo de mapa conceitual[36]

4.1.4.3 – Escolhas das Estratégias

As estratégias, ou seja, as atividades desenvolvidas nas salas de aula ou em outros ambientes devem ser escolhidas para garantir o melhor desempenho no processo de ensino-aprendizagem. Masetto[30],[31] apresenta uma classificação interessante quanto aos tipos de estratégias/técnicas utilizáveis em ambientes presenciais universitários:

(a) técnicas para iniciar uma disciplina, aquecer um grupo ou desbloqueá-lo:
- apresentação simples;
- apresentação cruzada em duplas;
- complemento de frases;
- desenhos em grupo;
- deslocamento físico;
- tempestade cerebral – *brainstorming*.

(b) técnicas para dar sustentação a uma disciplina durante um semestre ou um ano:

- Aula expositiva – serve para abrir um tema de estudo, fazer uma síntese do assunto estudado; estabelecer comunicações que tragam atualidade ao tema ou explicações necessárias;
- Debate com a classe toda – o professor deve dominar o assunto; o tema deverá ser preparado pelos participantes do debate com leituras e pesquisas anteriores; a participação de todos é importante;
- Estudo de caso – contato com situação real; análise diagnóstica; buscar informações para resolver a situação-problema; integrar teoria e prática; trabalhar em equipe quando houver discussão para a busca da solução; capacidade de analisar e solucionar problemas;
- Ensino com pesquisa – tomar iniciativa na busca de informações; tomar contato com diferentes formas de informação; selecionar, organizar, comparar, analisar e correlacionar dados e informações; fazer inferências com os dados e informações, levantar hipóteses, checá-las, comprová-las, reformulá-las e tirar conclusões; elaborar relatório científico; comunicar os resultados obtidos de maneira clara, ordenada, com precisão científica, oralmente ou por escrito;
- Ensino com projetos – pode envolver mais do que uma disciplina;
- Desempenho de papéis (dramatização);
- Dinâmicas de grupo
    - pequenos grupos com uma só tarefa;
    - pequenos grupos com tarefas diversas;
    - painel integrado ou grupos com integração horizontal e vertical; grupo de verbalização e grupo de observação;
    - diálogos sucessivos – dois círculos e discussão entre duas pessoas, depois o círculo interno gira (até 4 vezes) e continua a discussão sobre o tema;
    - grupo de oposição – um defende e outro ataca a idéia;
    - pequenos grupos para formular questões;
- Leituras;
- Recursos audiovisuais.

(c) Técnicas que poderão ser usadas em ambientes de aprendizagem profissional
- estágio;
- visitas técnicas ou excursões;
- aulas práticas e de laboratório.

(d) Práticas para aprendizagem em ambientes virtuais
- Teleconferência;
- Sala de bate-papo (chat);
- Listas de discussão;
- Correio eletrônico;
- Internet
- CD-ROM ou software de apresentação, como PowerPoint.

A escolha de qual estratégia utilizar depende dos objetivos que foram colocados nos domínios cognitivos, afetivos, psicomotores e das características da turma em termos de estilos de aprendizagem. É importante variar as estratégias de

modo que se atendam aos requisitos vinculados aos objetivos e aos estilos de aprendizagem da turma e para tentar reforçar aulas em que as estratégias não foram bem aceitas ou tiveram rejeição da turma, ou ainda tiveram baixo desempenho no processo de ensino-aprendizagem, detectados pelas avaliações e pela observação do comportamento da turma. Outra referência interessante sobre estratégias de ensino-aprendizagem encontra-se em Juan Díaz Bordenave e Adair Martins Pereira [37].

4.1. 4.4 – Métodos de Avaliação

A avaliação é a ferramenta que permite detectar se o processo de ensino e aprendizagem está atingindo ou não os objetivos definidos e deve permitir corrigir a trajetória do processo. A avaliação pode ser somativa ou centrada nos objetivos, em que se comparam objetivos predefinidos com resultados obtidos pelos alunos. Ela também pode ser formativa ou centrada no processo, em que se avaliam resultados e o processo e o valor do processo de ensino-aprendizagem.

A avaliação deve ser holística, ou seja, deve envolver o processo, o resultado e o contexto. Ela deve envolver todos os agentes do processo, os alunos, professores, disciplinas, currículos, administradores, programas, etc. É importante saber como a avaliação será feita, por que e por quem, e também o que será feito com os resultados obtidos.

Existe nas escolas uma cultura do mau aluno e do aluno preguiçoso. As notas em geral são um estímulo artificial no processo de ensino e aprendizagem. A auto-avaliação deve ser considerada se temos como objetivo formar pessoas que vão exercer sua profissão de forma ética. A maioria dos professores usa a avaliação somativa, mas seria bom migrar para a formativa, que ajuda o aluno a aprender e o professor a ensinar. A avaliação formativa implica mudar a escola.

Deve ser diagnóstica (no início ou em determinado momento do processo), formativa (ao longo do processo) e somativa (no final de um período ou numa transição).

Algumas causas de falha do processo de ensino e aprendizagem são a falta de pré-requisitos no aluno; o tempo insuficiente para o ritmo do aluno; a programação de atividades de aprendizagem não foi adequada; a realimentação dada aos alunos não foi freqüente e não se deu com rapidez suficiente após as respostas dos alunos.

Existe uma pedagogia do sucesso, ou seja, deve se evitar o erro a qualquer custo. Se há várias maneiras de errar, há também várias maneiras de aprender, ou seja, o erro amplia o campo da pluralidade. Devem- se desenvolver processos de detecção-correção-utilização dos erros. Piaget diz que o erro é um fenômeno consubstancial à aprendizagem. Cada pessoa tem percursos pessoais na construção dos saberes. Os alunos devem ser tratados como seres capazes de refletir sobre seus erros e aprender com eles. O erro questiona o professor sobre as seguintes questões:

- A regra formulada está clara?
- Os objetivos foram fixados?
- As estratégias foram diversificadas?
- Os exercícios foram variados?

Existem outros meios pouco utilizados para avaliar o aluno no processo de ensino aprendizagem:

- Observação do comportamento do aluno enquanto trabalha;
- Observação do aluno que pensa em voz alta;
- Observação de uma discussão, entre alunos, sobre os passos a dar para realizar a tarefa;
- Entrevista com o aluno evidenciando as reflexões e os esforços dele;
- Fichas preenchidas pelos alunos à medida que vai realizando a tarefa;
- Exercícios que exijam do aluno uma apresentação do percurso realizado – todas as etapas do trabalho.

A interpretação da avaliação se classifica em normativa, que está ligada ao comportamento dos alunos de determinada idade ou estado de desenvolvimento ou criterial, que está ligada aos passos necessários ou os mais adequados para chegar a determinado resultado.

Masetto [30] apresenta as principais técnicas de avaliação relacionadas com objetivos e com o que se avalia e quem avalia, como mostrado na Tabela 25.

4.2 – Proposição de Avaliação de Disciplinas e Cursos de Engenharia

Os cursos da Epusp oficialmente são cursos da Escola e não dos departamentos, mas na prática acabem sendo dos departamentos. A comissão de graduação tem um representante de cada departamento e existem as comissões dos cursos quadrimestrais (cooperativos de computação e química, que alternam módulo quadrimestrais de estágio (4) e de aulas (5) a partir do terceiro ano, iniciado em 1982 em Cubatão com Engenharia de Computação, Química e Produção e depois migrou para São Paulo com os cursos de Computação e Química) e semestrais além da comissão do biênio. O curso cooperativo da computação tem uma estrutura de avaliação (comissões de classe) que faz reuniões de apresentação no início do quadrimestre com os professores para mostrar como funcionarão as disciplinas, uma reunião intermediária e uma no final do curso [38], permitindo assim avaliar o andamento do quadrimestre e corrigir os problemas das disciplinas. Como o curso quadrimestral é praticamente em bloco, o conceito de turma é muito forte, pois se o aluno for aprovado em todas as disciplinas ele tem que refazer a disciplina na próxima vez que o bloco for oferecido, assim mudando de turma. Nos cursos semestrais o conceito de turma é tênue, pois se o aluno é reprovado em um conjunto razoável de disciplinas, tem dificuldades de gerenciar sua grade horária e acaba fazendo um curso que tem disciplinas de semestres ideais diferentes e ele acaba não criando o conceito de turma. Existe até um termo muito utilizado pelos professores, que é o aluno fatorial, ou seja, ele está no 5°, 4°, 3°, 2° e 1° ano, ao mesmo tempo.

Tabela 25 – Principais técnicas de avaliação relacionadas com objetivos e com o que se avalia e quem avalia

Avaliação	Objetivos	Técnicas	Avaliadores
Desempenho do aluno	Conhecimentos	Prova discursiva, dissertação ou ensaio Prova oral,entrevista Prova objetiva: - questões de lacunas - questões falso-verdadeiro - questões de múltipla escolha	Professor Aluno
	Habilidades	Registro de incidentes críticos Lista de verificação Prova prática	Professor Aluno
	Atitudes	Prova oral, entrevista Diário de curso Prova discursiva, dissertação ou ensaio Registro de incidentes críticos	Professor Aluno
Plano	Alcance dos objetivos	Pré e pós-testes Indicadores do aproveitamento Debates	Especialista em Currículo Professor Aluno
	Coerência ou consistências interna	Debates	Especialista em Currículo e planejamento Professores
	Relacionamento com os objetivos do curso e/ou instituição		Professor Aluno Chefes de Departamento Diretores
Desempenho do Professor	Atividade de ensino	Planejamento de disciplina Entrevista Observação	Coordenador Pedagógico Chefe de Departamento Comissões ou colegiados de curso Aluno
	Atividade de pesquisa	Relatórios Publicações(livros, artigos, etc) Teses defendidas Concursos Participação em congressos, seminários e simpósios	Departamento Comissões ou colegiados responsável pela pesquisa

O Departamento de Estruturas e Fundações da Engenharia Civil tem um procedimento similar com suas disciplinas, com uma comissão que é acionada para tratar os casos problemáticos.

Hoje não existe um processo de avaliação completo dos alunos, dos professores, das disciplinas e do curso dentro da Epusp. Mediante o que foi apresentado neste trabalho este autor propõe um modelo de avaliação, que deve ter a seguinte estrutura.

É necessária a criação de comissões de avaliação de habilitações e ênfases, no caso dos cursos semestrais, com a participação de professores e alunos dos cursos, que devem se reunir no início do semestre, em que são apresentados os professores e as disciplinas para os alunos, no meio do semestre para avaliar o andamento e a integração entre as disciplinas a fim de providenciar correções de trajetória, e no final do semestre, para avaliar o curso como um todo de forma diagnóstica. Cada curso com a respectiva habilitação ou ênfase teria um dossiê semestral ou anual de andamento das disciplinas de maneira que se tenha documentado e discutido os problemas e as tentativas de solução durante o processo.

Como proposto por Masseto na Tabela 30, o uso de diário de acompanhamento da disciplina, montado a cada dia de aula, com anotações do que ocorreu na aula e principalmente os pontos críticos, onde os problemas no processo de ensino e aprendizagem devem ser ressaltados para análise e diagnóstico para a proposição de correções, deve ser implementado possibilitando assim uma forma de avaliação continuada. Questionários de avaliação bem aplicados e com uma boa análise podem ajudar muito também na correção de trajetória no processo de ensino e aprendizagem. No VII é apresentado um questionário para avaliação de uma disciplina, do aluno e do curso. A comparação da expectativa inicial dos alunos com o que foi desenvolvido e atingido é importante para medir o grau de acerto na proposta das disciplinas.

A comissão de ensino formada pelos professores do semestre e os representantes da turma deve analisar os diários de acompanhamento de cada disciplina, que no conjunto devem formar um dossiê do semestre daquela turma. A visão conjunta das disciplinas permitirá avaliar a carga de trabalhos de cada uma, o desempenho dos alunos e uma fotografia quase que diária do andamento das disciplinas. Certamente é um trabalho extra para os professores, que pode ser minimizado com a ajuda dos representantes da classe. Todos os envolvidos devem ter em mente que este esforço terá resultados positivos no desempenho do processo.

Quanto à avaliação do curso é importante incluir aí a visão dos ex-alunos e do mercado de trabalho no seu mais amplo espectro, se a escola forma além de engenheiros para o setor industrial também para o setor de pesquisa e também o setor de ensino. A realização de workshops e aplicação de questionários para ouvir o que estes agentes da sociedade pensam da formação do engenheiro pode ajudar a introduzir o desenvolvimento e a potencialização de novas competências e habilidades nos cursos de Engenharia. Muitas escolas de engenharia criaram disciplinas que tratam da questão do engenheiro empreendedor e também da ética profissional bem como da questão da segurança de trabalho em razão da demanda vinda do mercado de trabalho.

4.3 – EXPERIÊNCIAS EM DISCIPLINAS DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA ÊNFASE EM ENERGIA

Nesta seção serão mostradas e analisadas algumas estratégias e atividades desenvolvidas em diversas disciplinas ou na orientação de trabalhos de formatura ou de mestrado, durante vários anos como professor em conjunto com vários alunos, professores e funcionários.

4.3.1 – Atividades da Disciplina "Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade"

O recente racionamento de energia que ocorreu em nosso país em 2001 exigiu dos vários setores da sociedade uma cota de sacrifícios para atingir as metas impostas pelo governo para não sofrer multas e/ou cortes de energia.

Os professores da disciplina de Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade, ministrada para alunos do segundo ano do curso de Engenharia Elétrica, avaliaram que seria interessante realizar uma pesquisa[39] com os alunos para detectar as mudanças de hábitos e comportamentos de suas famílias com o uso da energia, durante o período de racionamento e agora no período pós-racionamento. Temos um universo de cerca de 210 alunos distribuídos em quatro classes atendidas por quatro professores.

O questionário aplicado procurou utilizar dados da conta de energia dos meses do racionamento e pós-racionamento para orientar os alunos a correlacionar as informações das mudanças de hábito com as reduções de consumo diário mês a mês.

A idéia desta pesquisa permitiu aos alunos um bom laboratório para discutir as questões relacionadas com o uso da energia no dia-a-dia de suas residências. Com os resultados tabulados e analisados foi possível ter uma idéia dos tipos de intervenções que os componentes deste grupo implementaram para atingir os objetivos de consumo durante o racionamento.

Os alunos entregaram, em três etapas, que foram associadas às datas das provas da disciplina espaçadas pelo semestre (1° semestre de 2002), relatórios apoiados pelo questionário sobre a análise das faturas de energia elétrica das residências.

No primeiro relatório foram pedidos dados sobre as residências (área, número de pessoas, tipo, bairro, cidade) e os dados sobre o consumo em kWh das faturas de energia elétrica dos meses de março de 2001 até fevereiro de 2002, a meta e revisão de meta quando foi concedida. Com estes dados foi feita uma análise do consumo diário para cada mês analisando, e tentando relacionar, o equipamento, sua potência(W) e o tempo de utilização(h) com o consumo médio diário em kWh.

No segundo relatório os alunos responderam a uma série de questões ligadas aos novos hábitos de consumo, como:

- Substituição de eletrodomésticos por outros mais eficientes, como por exemplo, a troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas;
- redução de potência e/ou tempo de uso de equipamentos;
- desligamento total de equipamentos;
- substituição de equipamentos elétricos por outros alimentados por outro tipo de fonte energética, como por exemplo, aquecedores solares ou chuveiros a gás para gerar calor no lugar de chuveiros e/ou de aquecedores elétricos.

No terceiro relatório os alunos apresentaram as faturas de energia elétrica dos meses de março a maio de 2002 e as mudanças de hábitos de consumo pós-racionamento, para justificar possíveis aumentos de consumo ou mesmo a manutenção dos índices atingidos durante o racionamento.

Com os resultados tabulados e analisados pudemos ter uma amostragem, segmentada pelo porte da habitação e pela faixa de consumo, dos tipos de intervenções que as famílias dos alunos implementaram para atingir as metas de consumo durante o racionamento, bem como ter uma noção precisa de como variou o consumo de energia elétrica desses alunos ao longo do período estudado.

Alguns dados podem ser apresentados, para mostrar a riqueza deste trabalho. A Tabela 26 mostra a distribuição de alunos por faixa definida pelas regras do racionamento.

Tabela 26 – Distribuição dos alunos por faixa do racionamento

Faixas de consumo (kWh)	Nº de alunos por faixa	% de alunos por faixa
0 a 100	11	5,09
100 a 200	39	18,06
200 a 500	141	65,28
acima de 500	25	11,57

Com base nos dados de consumo dos alunos montamos uma tabela para cada turma onde pudemos ver o consumo normalizado de cada aluno. Com esses dados foi possível construir o gráfico da Figura 18, que mostra a variação do consumo de energia elétrica dos 216 alunos (uma mancha de curvas) ao longo do tempo, de maio de 2001 a junho de 2002. Observa-se uma queda no período de 2001 e uma dispersão no consumo após o racionamento.

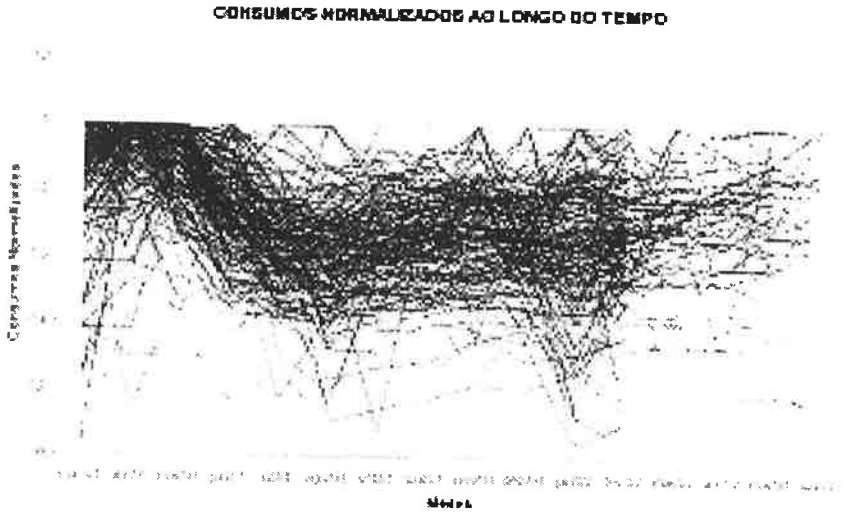


Figura 18 – Gráfico que mostra a variação do consumo dos 216 alunos de mar/2001 até jun/2002.

O estudo permitiu mapear os tipos de intervenções e mudanças de hábitos de consumo para atender ás metas impostas pelo governo, como por exemplo:

- quem já tinha feito anteriormente alguma intervenção para economizar energia;
- quem solicitou revisão de meta de consumo;
- qual meio de comunicação foi mais consultado para tirar dúvidas sobre o racionamento;
- troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas;
- troca de fonte energética como por exemplo trocar o chuveiro elétrico por chuveiro a gás ou aquecimento solar;
- troca de equipamentos por outros mais eficientes (geladeiras, máquinas de lavar roupa, etc.);
- mudança de uso de alguns eletrodomésticos (desligamento ou redução do tempo ou potência) como chuveiros, microondas, TV, etc.

Em turmas mais recentes este estudo de hábitos de consumo foi ampliado para outras formas de energia como o gás e a gasolina.

Esta atividade tem uma série de vantagens sobre as estratégias passivas como as aulas puramente expositivas, nela os alunos se debruçaram sobre uma pesquisa comportamental deles e de suas famílias, permitindo-lhes pensar sobre o consumo de cada atividade doméstica ligada à energia elétrica, pensar relativamente sobre o consumo de pessoas diferentes, avaliar o quanto custa cada atividade em função da energia consumida e o preço da tarifa, ter idéia de quanto consome cada aparelho em cada atividade e pensar nas tecnologias e hábitos alternativos que permitam reduzir o consumo e qual o impacto desta atividade de redução no total consumido.

4.3.2 – Atividades da Disciplina "Instalações Elétricas I"

A disciplina Instalações Elétricas I da Epusp, proposta na nova estrutura curricular e que entrou em funcionamento em 2002, pode ser considerada uma disciplina que requer uma visão bastante prática da execução de projetos para instalações residenciais, prediais, comerciais e industriais. A proposta desta disciplina é baseada no conceito do aprender fazendo, ou seja, o aluno aprende a projetar projetando.

Um das atividades praticadas pelos alunos é o desenvolvimento de uma ferramenta de software[40] que permita realizar algum cálculo, dimensionamento ou análise de algum elemento ou sistema de uma instalação elétrica, como por exemplo:

- Cálculo do sistema de iluminação;
- Dimensionamento técnico dos condutores da rede;
- Dimensionamento econômico dos condutores da rede;
- Dimensionamento da proteção da rede;
- Análise tarifária;
- Dimensionamento do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas;
- Dimensionamento do Aterramento.

Para exemplificar, na Figura 19 é mostrada uma tela de um software de Cálculo Econômico de Condutores desenvolvido pelos alunos Guilherme Luiz Susteras e Marcelo Vieira de Moraes, na turma de 2002 desta disciplina.

No final do curso os alunos, além de entregar um relatório do projeto ou da ferramenta de software, têm que apresentar para seus colegas o que foi feito no projeto, para compartilhar a experiência da execução de um projeto, seus problemas, suas limitações e seus erros e acertos e experimentar mais uma vez a experiência de escrever um texto técnico e fazer uma apresentação com clareza e objetividade. O entendimento do conteúdo para desenvolver o programa de cálculo e o projeto da interface para melhor explorar o software desenvolvido são os pontos fortes desta atividade.

Outra atividade feita pelos alunos é o projeto de uma instalação elétrica predial, comercial ou industrial, eles também têm que apresentar para seus colegas o que foi feito no projeto. Este é um trabalho ou individual ou em grupo, o que permite a divisão de tarefas e a organização do tempo para execução e o preparo de relatório e de uma apresentação para a classe.

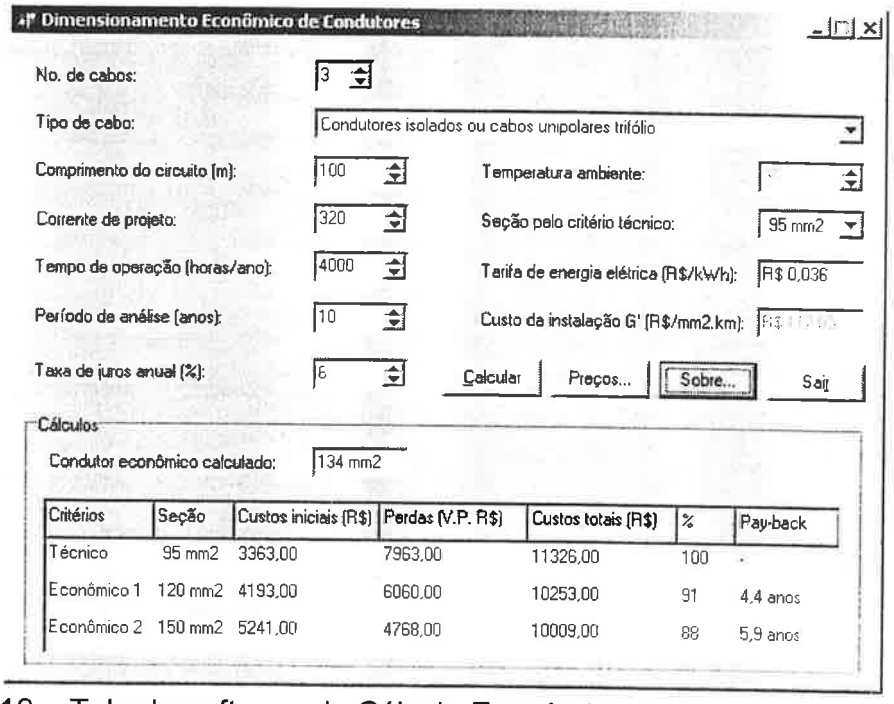


Figura 19 – Tela do software de Cálculo Econômico de Condutores desenvolvido por alunos.

Outra atividade que se mostrou grande potencial de aprendizado é a execução de um diagnóstico da instalação elétrica da residência dos alunos. Cada aluno deve seguir os seguintes passos e gerar um relatório para ser entregue:

- Obtenção da Planta civil;
- Avaliação do Quadro de distribuição com levantamento do número e tipos de circuitos;
- Levantamento nos Cômodos dos tipos de cargas alimentadas por cada circuito (pontos de luz e tomadas) e circuitos associados;
- Levantamento dos Disjuntores por circuito e condutores utilizados;
- Levantamento das possíveis trajetórias dos eletrodutos e dos circuitos.

Com base nestas informações verificar se o projeto da instalação elétrica de sua residência está bem dimensionado, se não, propor as alterações. Esta atividade traz um problema doméstico para ser pensado pelo aluno, ou seja, ele ficará em dúvida se sua instalação elétrica está bem projetada e executada. O aluno fará um atividade prática ao levantar os dados da instalação, Ele levantará hipóteses sobre o traçado da instalação, pois ele não poderá ver a trajetória dos eletrodutos, já que eles estão embutidos nas paredes e nos tetos. Feito o levantamento ele fará uma análise dos erros detectados e fará proposições de como corrigi-los em função do entendimento dos procedimentos e normas de projeto.

O curso contava com o apoio da Internet através da ferramenta WebCT, que é uma ferramenta voltada para cursos a distância e adaptada para dar apoio a

possam acessar os arquivos que o professor disponibiliza para "download" a qualquer horário e em qualquer lugar, bastando ter uma senha de acesso. O professor pode assim disponibilizar o planejamento da disciplina, apostilas, listas de exercícios, etc. Por meio do fórum é possível criar um ambiente de comunicação entre alunos, e alunos-professor, fora do horário de aula. Existe uma ferramenta de fórum de discussão e uma ferramenta de bate-papo. Também podem ser criados páginas em HTML ou documentos como planilhas em Excel, para realizar determinados cálculos ou análise, bem como disponibilizar programas de cálculo para "download", como por exemplo, as planilhas de cálculo de condutores da Pirelli e da Alcoa. Por intermédio de páginas podem ser criadas listas de "links" para empresas ou "sites" de interesse da disciplina, como de outras escolas ou departamentos de engenharia elétrica, fabricantes, normas, empresas de concessionárias de energia elétrica, empresas governamentais do setor de energia elétrica como a Aneel, ONS, Eletrobrás, etc. A figura mostra a tela de entrada do WebCT desta disciplina com algumas das opções possíveis entre as muitas ferramentas disponíveis. O WebCT permite também programar o envio de exercícios ou de uma prova com horário de início ou disponibilização e de término ou envio.

Na Figura 20 pode ser vista uma tela do fórum que coloca em discussão a questão do recente racionamento de energia do país e as providências tomadas por cada família para atingir as metas definidas pelo governo.

No ano de 2005 esta ferramenta foi substituída pelo Moodle, que tem características semelhantes ao WebCT, mas é de distribuição gratuita e de mais fácil utilização.

4.3.3 – A disciplina "Usos de Energia Elétrica"

Uma das atividades propostas na disciplina "Usos de Energia Elétrica" é a de levantamento do perfil de consumo de energia elétrica das residências dos alunos em função dos hábitos de consumo de seus moradores. Esta é uma proposta diferente daquela desenvolvida com os alunos do segundo ano na disciplina "Energia Meio Ambiente e Sustentabilidade", apresentada anteriormente.

Por meio de uma planilha o aluno cadastra todos os eventos de consumo de energia elétrica vinculados a cada equipamento, que por sua vez podem ser associados a uma pessoa ou a várias quando o evento for compartilhado. É feito um tratamento do evento em razão dos períodos mais prováveis de ocorrência, sua duração, freqüência no mês e potência associada. Com estes dados é possível montar um gráfico de consumo por equipamento, por uso final, por pessoa e o total da residência. A Tabela 27 mostra um exemplo da planilha preenchida e a figura mostra um exemplo de gráfico que se pode obter. Os trabalhos são individuais, mas os alunos formaram grupos de três, para poder confrontar seus resultados e apresentar de uma forma mais compacta para a turma.

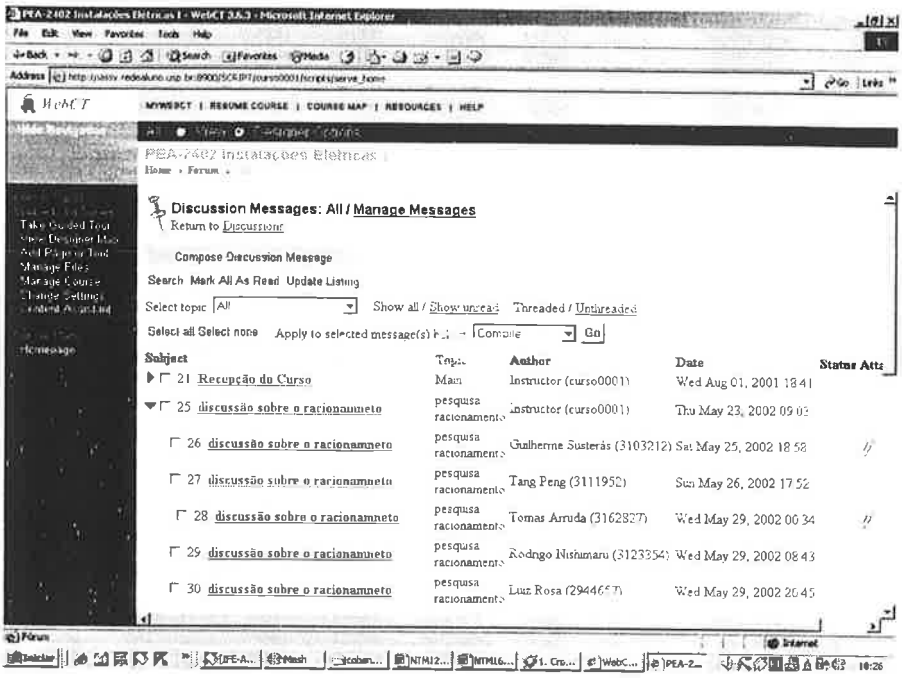


Figura 20 – Tela do fórum do WEBCT com uma discussão sobre o recente racionamento de energia elétrica.

Os alunos criaram indicadores de consumo de suas casas como consumo por morador e por área e também verificaram os potenciais de conservação de energia e comparam a energia consumida, que é a área total do gráfico, com o que é apresentado na conta de energia mensal.

Esta atividade permitiu ao alunos:

- Ter idéia dos comportamentos e hábitos de consumo dos familiares;
- Ter idéia do consumo de cada equipamento;
- Ter idéia da forma das curvas de consumo por uso final, por equipamento, de cada pessoa e a total de uma residência;
- Trabalhar em equipe e discutir os consumos de cada uma das casas;
- Desenvolver e trabalhar uma planilha de cálculo e elaborar gráficos de energia no tempo;
- Organizar e preparar relatório do estudo e uma apresentação para a classe.

4.3.4 – Atividades do "Laboratório de Sistemas de Potência"

Na disciplina "Laboratório de Sistemas de Potência" foi desenvolvido um sistema de aquisição de dados baseado no software LabView da National Instruments, que trabalha com o conceito de instrumentação virtual, placas de aquisição A/D também da National Instruments e sensores de efeito Hall da LEM.

Este sistema foi aplicado em duas experiências clássicas do laboratório[42], [43], [44] e [45] que eram feitas utilizando medidores da Fluke (harmônicas) e medidores da Yokogawa de potência ativa, tensão e corrente ou ainda medidores clássicos analógicos (voltímetros, amperímetros, wattímetros):

- análise das harmônicas em ligações de transformadores trifásicos;
- minissistema de potência com modelos reduzidos de linhas.

O LabView é de fácil programação pois é todo visual e possui uma interface que permite visualizar como os dados se propagam durante o processo de aquisição e de tratamento dos sinais. Os sensores que medem sinais de corrente ou de tensão são de efeito Hall, o que já garante uma isolação galvânica dos sinais. Existe uma placa que faz a acomodação dos sinais para a placa de conversão analógica digital da National Instruments que tem 16 entradas analógicas, que convertem sinais analógicos na faixa de 5 V para valores digitais.

Tabela 27 – Planilha de hábitos de consumo de uma residência de um aluno

Aparelho	Pot. Útil (W)	Tempo uso (h)	Hora Início	Hora final	Hora + provável	Freq (dias)	Gasto mensal (Wh)
Geladeira	200	8	12:00	12:00	12:00	30	48000
Freezer	400	8	12:00	12:00	12:00	30	96000
Microondas	1100	0,25	11:00	21:00	19:00	22	6050
Ferro elétrico	1000	4	08:00	15:00		4	16000
TV cores 29"	100	4	14:00	00:00	20:00	30	12000
TV cores 29"	100	3	14:00	22:00	21:00	22	6600
TV cores 14"	60	2	11:00	14:00	11:00	30	3600
Aspirador de pó	800	0,25	10:00	11:00	10:30	12	2400
Lavadora roupa	1500	2	09:00	12:00	10:00	22	66000
Secador cabelo	1000	0,166666667	21:00	22:00	21:30	30	5000
Ap. de som	20	3	18:00	22:00	20:00	22	1320
Computador	250	6	14:00	23:00	22:00	22	33000
Chuveiro	3500	0,166666667	20:00	21:00	20:30	22	12833,33
20 lâmpadas	900	4	17:00	23:00	20:00	30	108000
						Total	416803,
				TOTAL (kWh):	**416,80**		

30 – Diário

22 – Dias Úteis

8 – Finais de Semana

Dados : Apartamento de 127 m² de área, com 4 dormitórios e 4 moradores. A moradia também conta com uma empregada que trabalha das 8h às 18h30, os quatro moradores passam a maior parte do dia fora, trabalhando ou estudando.

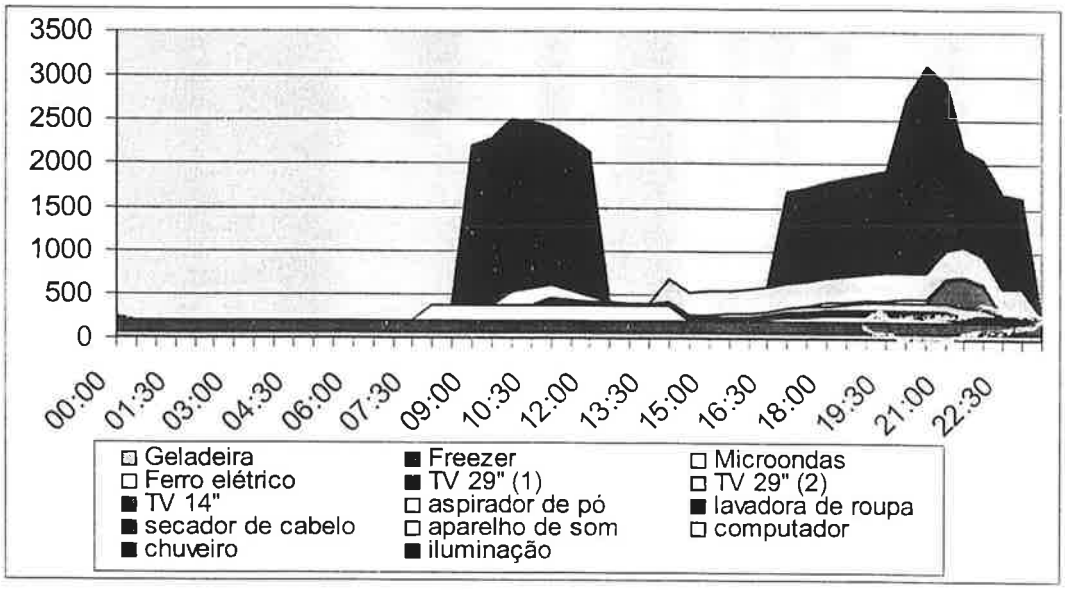


Figura 21 – Gráfico de demanda no tempo por tipo de equipamento de uma residência de um aluno.

Os programas desenvolvidos permitem a visualização das formas de ondas de tensão e corrente e o cálculo das potências e energias ativas, reativas e aparentes e do fator de potência. Os programas permitem determinar os valores eficazes das tensões e correntes bem como as componentes fundamentais e harmônicas e os índices de distorção harmônicos.

A Figura 22 mostra a arquitetura básica do sistema de aquisição e tratamento de sinais desenvolvido:

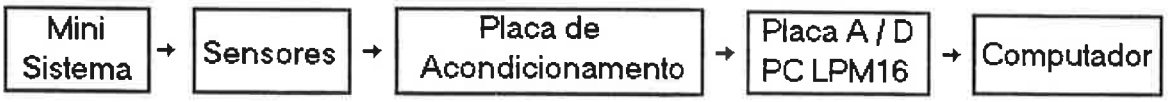


Figura 22 – Arquitetura básica do sistema de aquisição e tratamento de sinais desenvolvido

Os transformadores utilizados para montar as diversas ligações para a medição das harmônicas são de dois tipos:

- monofásicos de 500VA com 3 enrolamentos, 220 V/220- 127-115 V/127 V;
- monofásicos de 100 VA com 3 enrolamentos, 220 V/110+110 V;
- trifásicos de 2000 VA, 220/220 V com acesso ao neutro.

O minissistema pode ser composto por geradores síncronos de 2kVA em 220 V, de modelos de linhas de transmissão compostos por indutores e capacitores, transformadores monofásicos que permitem modelar bancos trifásicos que ligam os geradores às linhas de transmissão, cargas simuladas por resistores-indutores-capacitores, motores de indução, lâmpadas e composições de retificadores e

inversores com motores de CC e motores de indução. No caso de simulação de modelos reduzidos de usinas, as turbinas podem ser simuladas através de motores de CC ou motores de indução. Com a combinação destes diversos elementos podemos simular uma grande quantidade de montagens experimentais em que pode ser explorada e reforçada uma série de conceitos teóricos na área de energia elétrica.

A Figura 23 mostra a tela do programa que permite medir as correntes e tensões, inclusive as harmônicas, do banco de transformadores composto por três monofásicos na ligação Estrela-Estrela. A Figura 24 mostra a tela do programa que permite medir as correntes e tensões, inclusive as harmônicas, do banco de transformadores composto por três monofásicos com três enrolamentos na ligação Estrela Aterrada–Delta Aberto ou Fechado–Estrela.

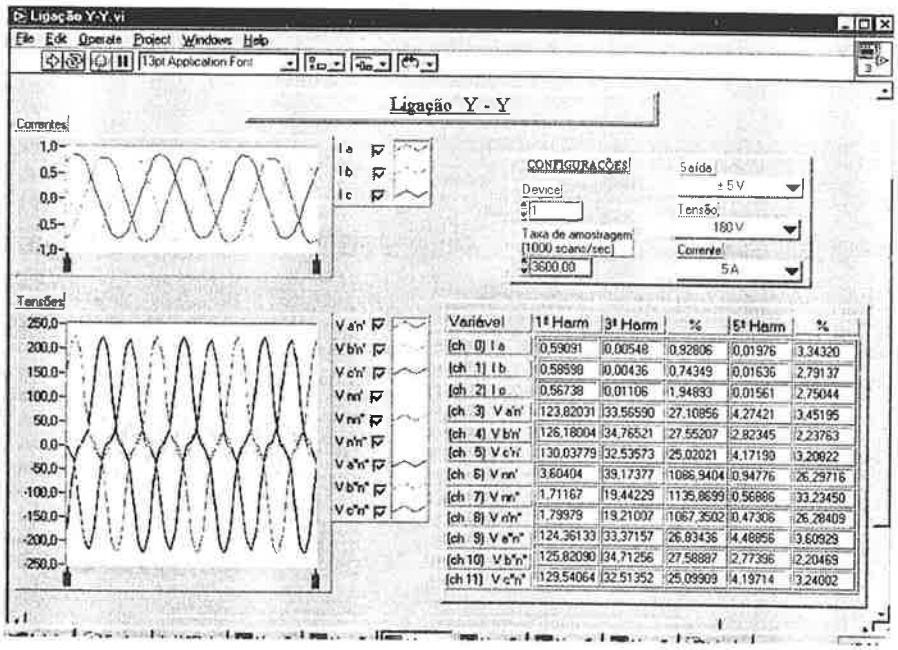


Figura 23 – Tela de Interface com resultados de uma aquisição de dados para um banco de transformadores com dois enrolamentos em uma ligação Y/Y.

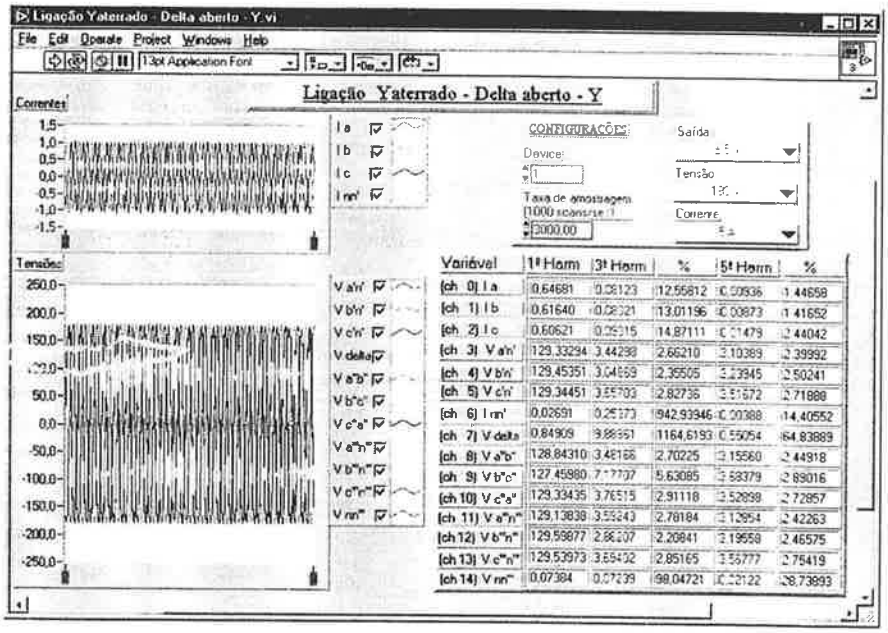


Figura 24 – Tela de Interface com resultados de uma aquisição de dados para um banco de transformadores com três enrolamentos em uma ligação Y aterrado/Delta Aberto/Y.

Com recurso de um projeto didático financiado pelo Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Epusp foi desenvolvido um programa, utilizando o software LabVIEW 7.1 Professional, da National Instruments (2003), para aquisição e tratamentos de sinais elétricos de um minissistema de energia elétrica. Este programa possibilita ao usuário monitorar e atuar na montagem experimental, analisar a forma de onda dos sinais e as suas respectivas harmônicas, visualizar o gráfico dos fasores de todos os sinais de tensão e corrente simultaneamente e a também visualizar uma tela de um sincronoscópio virtual possibilitando verificar os ajustes de tensão e freqüência necessários na operação de paralelismo do minissistema com a concessionária de energia.

Este programa associa a tecnologia da rede Internet com os instrumentos de aquisição e análise utilizados no laboratório, possibilitando ao aluno o acesso remoto á única montagem experimental do minissistema de energia pelos computadores instalados em cada bancada do laboratório. A Figura 25 mostra uma foto do sistema completo com os sensores, a placa de condicionamento dos sinais e o microcomputador com a placa de conversão analógica/digital.

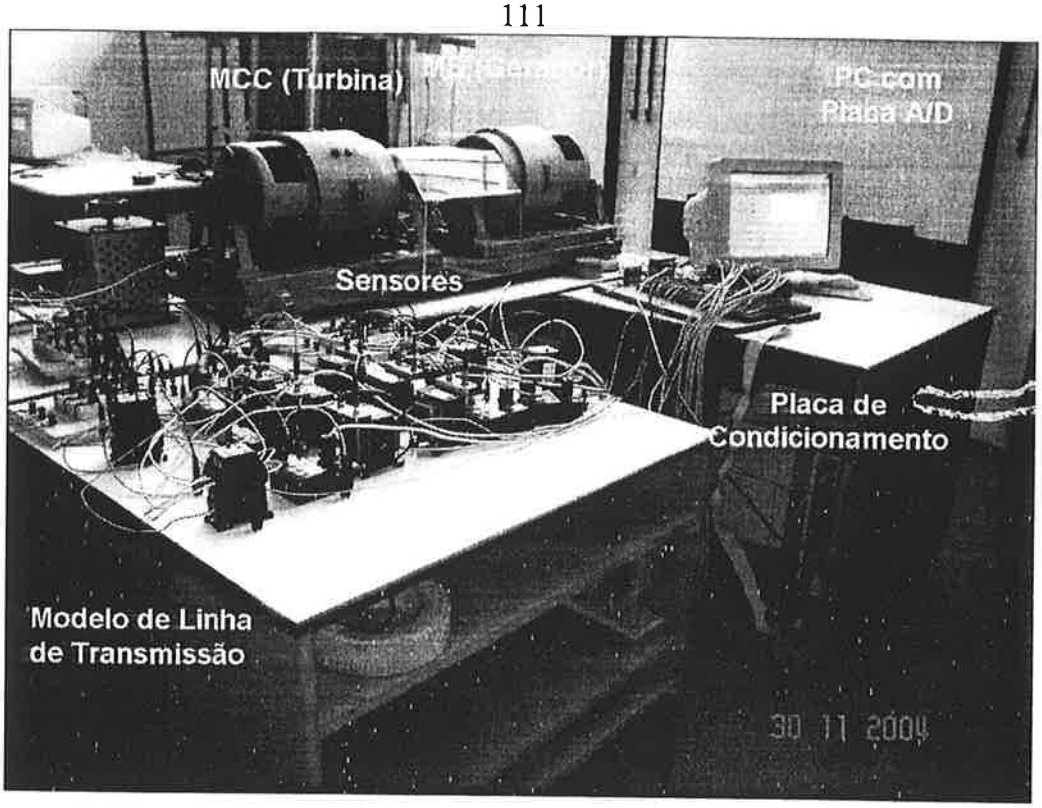


Figura 25 – Foto do minissistema com sensores, placa de condicionamento e micro PC com placa A/D.

O minissistema pode ainda utilizar cargas simuladas por resistores-indutores-capacitores, motores de indução, lâmpadas e composições de retificadores e inversores com motores de CC e motores de indução.

Com a combinação destes diversos elementos podemos simular uma grande quantidade de montagens experimentais permitindo assim visualizar, explorar e reforçar uma série de conceitos teóricos na área de energia elétrica.

A Figura 26 apresenta a primeira tela, que mostra o diagrama unifilar da montagem experimental observada no laboratório, possibilitando a operação das chaves no início e fim do modelo de linha de transmissão, como também das respectivas compensações reativas (reatores). O estado atual das chaves é mostrado no diagrama da figura. Nesta tela também estão presentes as indicações dos valores eficazes de tensão, no início e final da linha, e correntes eficazes para as três fases, como também os valores obtidos de potência ativa, reativa e aparente e da freqüência.

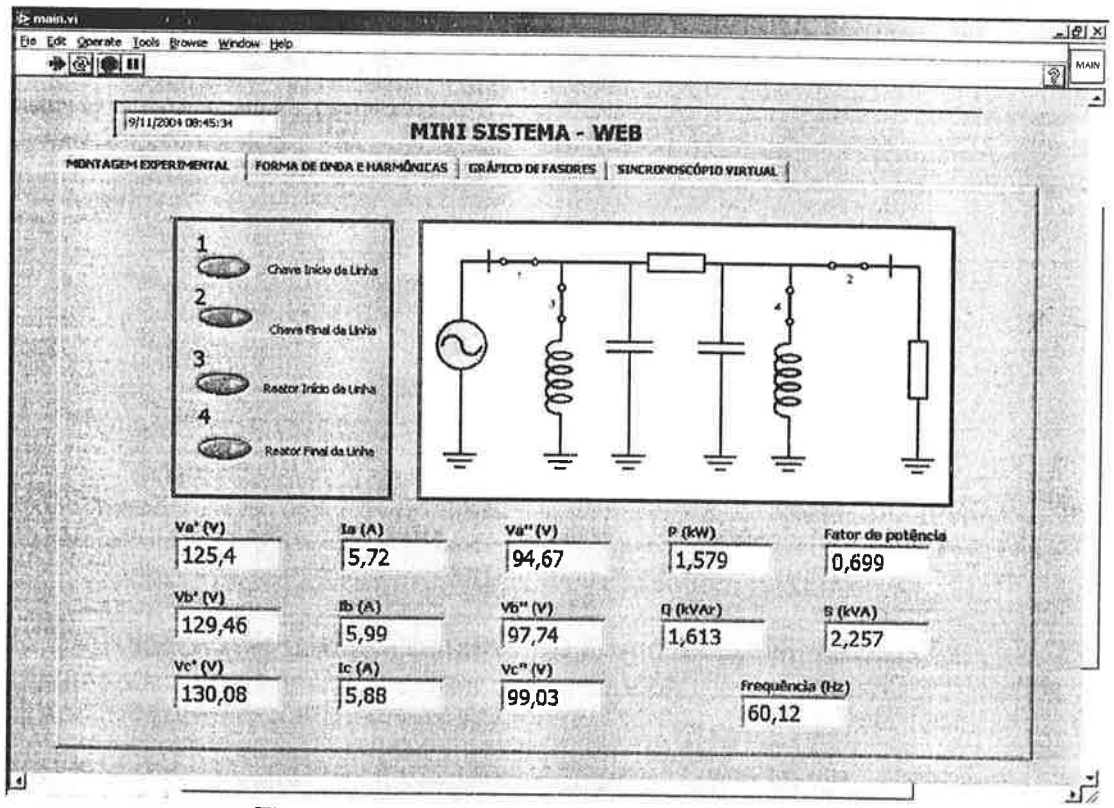


Figura 26 – Tela da montagem experimental.

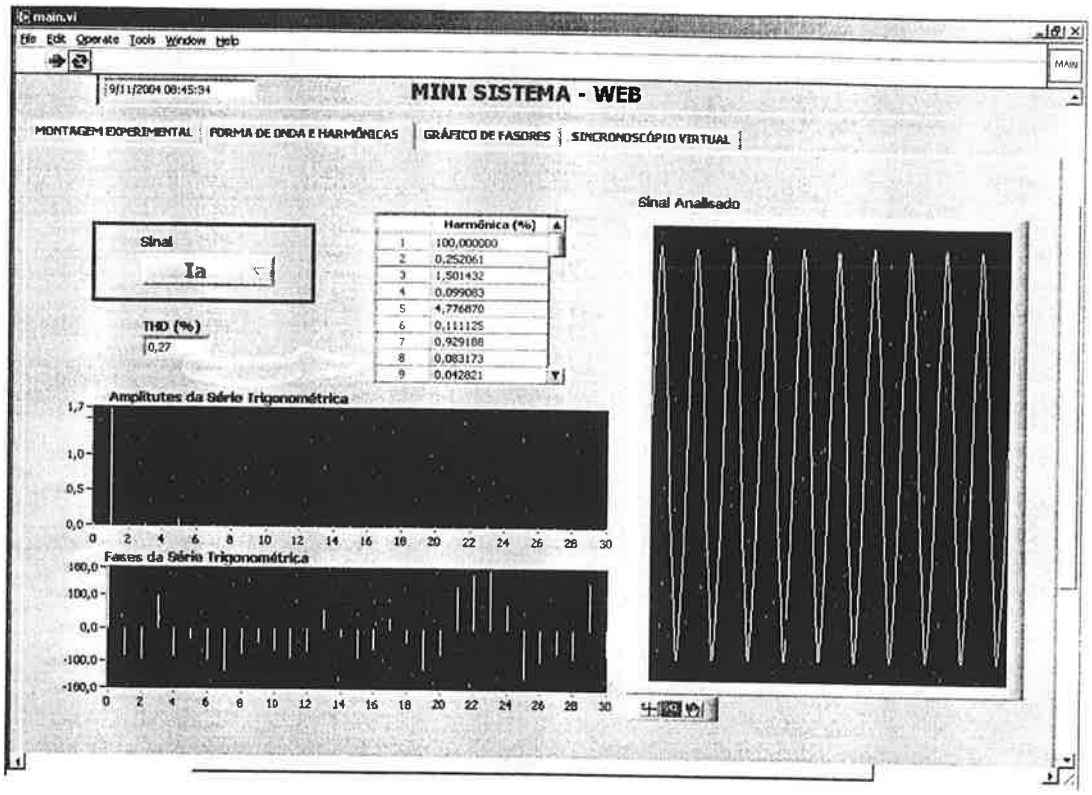


Figura 27 – Tela da forma de onda e harmônicas.

A Figura 28 mostra a tela do programa que traz a indicação dos sinais de tensão e corrente do minissistema na forma de fasores, onde todos são indicados simultaneamente num único gráfico. Esta tela possibilita ao aluno verificar as defasagens das correntes em relação às tensões em diferentes situações de carga e operação do minissistema.

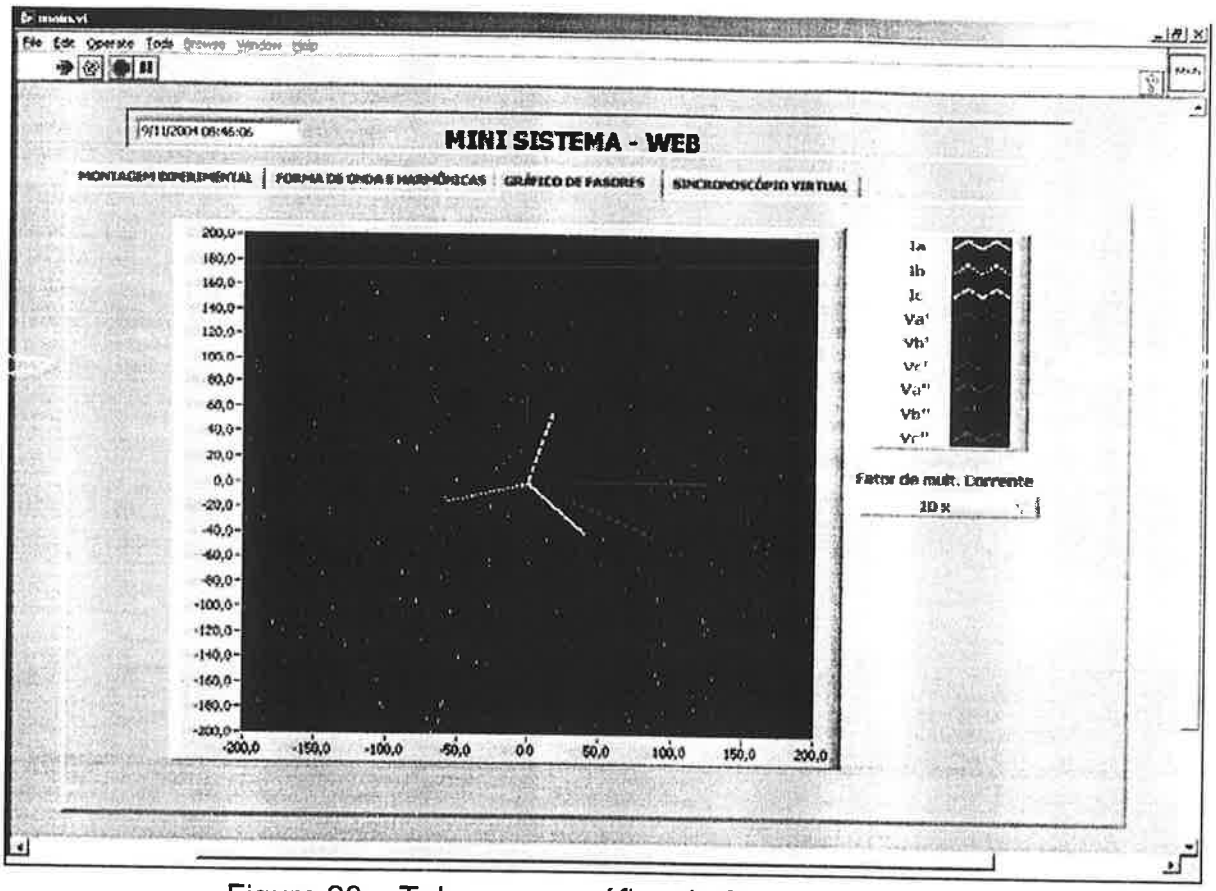


Figura 28 – Tela com o gráfico de fasores.

A última tela mostra um sincronoscópio virtual possibilitando analisar os ajustes de tensão e freqüência para a ligação em paralelo do minissistema com a concessionária de energia, desta maneira é possível verificar através dos três fasores de tensão, na saída da linha de transmissão e dos três fasores de tensão da concessionária, os critérios de mesmas amplitudes, seqüência de fases e freqüência. A Figura 29 mostra a tela referente ao sincronoscópio virtual.
O acesso remoto, para visualização e controle, do programa desenvolvido para monitoração do minissistema por computadores ligados á rede possibilita o compartilhamento da mesma montagem experimental por diversas bancadas situadas no mesmo laboratório, o que também permite aos alunos um acompanhamento da própria bancada das demonstrações feitas pelo professor que são feitas na montagem experimental ligada ao computador servidor que realmente possui o controle do minissistema.

A figura 30 mostra uma foto dos micros das bancadas acessando o experimento, que está rodando no micro servidor, via WEB.

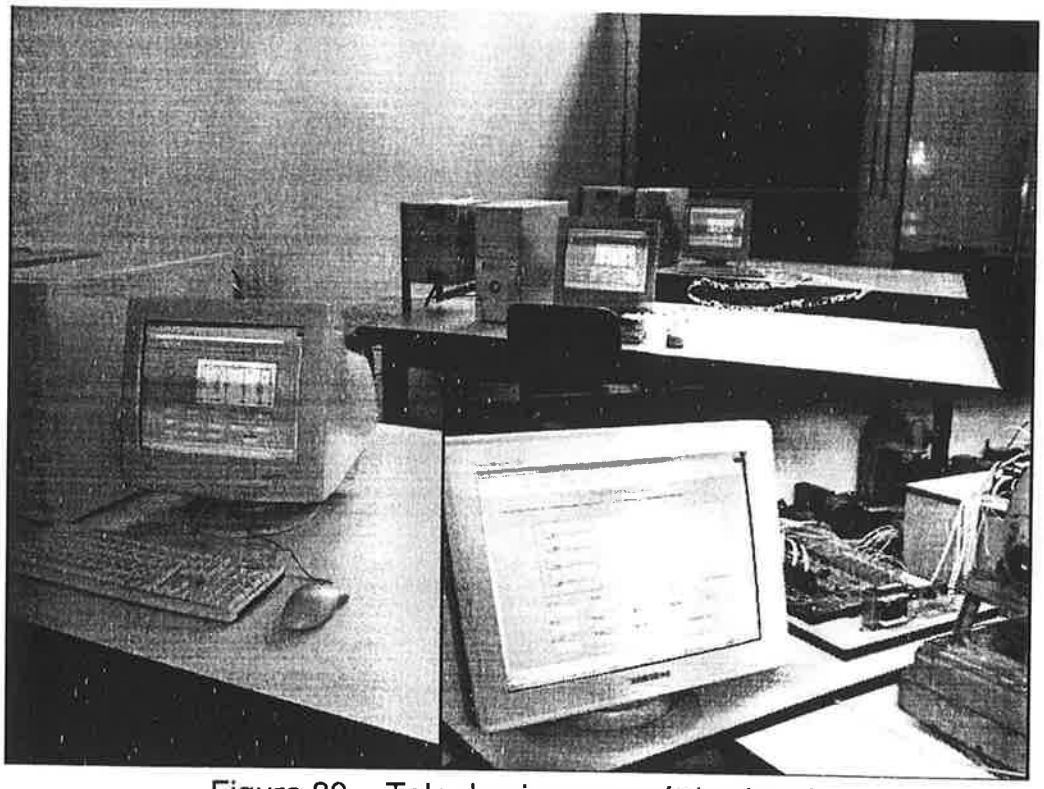


Figura 29 – Tela do sincronoscópio virtual.

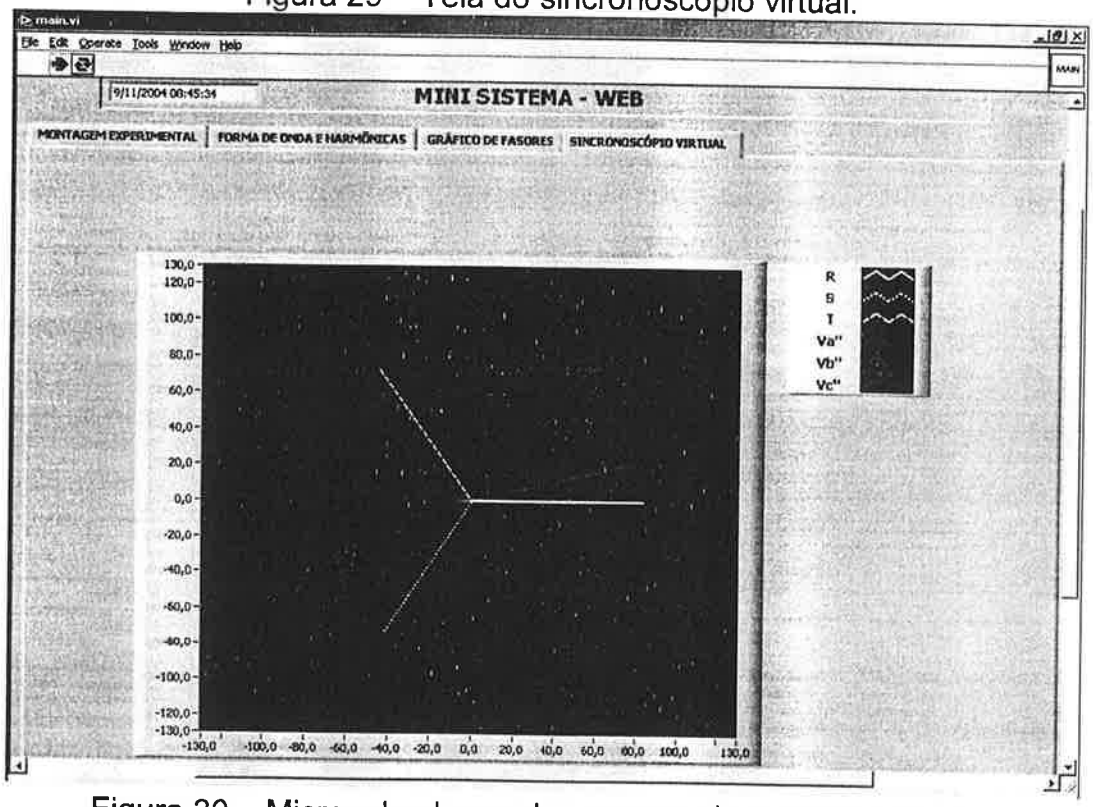


Figura 30 – Micros das bancadas acessando o microsservidor.

Além da base teórica necessária apresentada em geral na forma de aulas e materiais de leituras, a experiência de fazer (hands-on) proporcionada pelos laboratórios são elementos vitais na formação do profissional de engenharia. Contudo, configurar e manter um laboratório disponível por longos períodos tem custo alto. Com um laboratório remoto pode-se otimizar a utilização de recursos, podendo disponibilizá-lo para mais de uma instituição de ensino e atender um número maior de alunos.

Esta atividade permitiu aos alunos uma série de possibilidades e formas diferenciadas de aprendizado em razão da automação da aquisição de vários dados simultâneos, a facilidade de visualização e armazenamento destes dados em várias formas como curvas em função do tempo e a visualização em um formato de fasores que facilita o entendimento do problema do sincronismo. O comando pelo computador das diferentes topologias da experiência deu uma agilidade maior para o entendimento da experiência

4.3.3 – A Disciplina "Tecnologia de Ensino de Engenharia"

A criação de atividades e disciplinas que tenham como objetivo dar uma melhor formação aos atuais e aos futuros professores de nível superior é uma necessidade, pois a maioria destes profissionais é escolhida por seus currículos como pesquisadores, por suas boas notas nos cursos de graduação e pela sua experiência profissional e não pela sua formação como professor.

A Escola Politécnica da USP, no final do período de preparação de sua nova estrutura curricular (1995-98) e no início da sua implementação (1999-2001), ofereceu cursos de formação didática para seus professores, com a ajuda do professor Marcos Masetto da Faculdade de Educação da USP .

A Universidade de São Paulo por intermédio da Pró-Reitoria de Graduação também ofereceu cursos com o professor Cláudio Zaki Dib, especialista em ensino de Física e professor do Instituto de Física da USP, dentro do Programa de Apoio ao Docente (PAD). O interesse pelo tema, a participação em diversos desses cursos e a experiência profissional com os docentes motivaram a proposição de uma disciplina que abordasse estas questões com os alunos de pós-graduação da Escola Politécnica da USP.

A discussão sobre o que é a Engenharia, as suas origens e a sua relação com a sociedade, o que é um Método de Engenharia; o conhecimento e o debate sobre as estruturas curriculares de um curso de Engenharia; a discussão sobre o tipo de profissional que se quer formar; o levantamento das características e competências de um bom professor; a leitura e a discussão sobre as várias linhas da Psicologia da Educação; o estudo das diversas técnicas e estratégias para conduzir uma disciplina incluindo o uso da Internet e outras ferramentas computacionais; o debate sobre Avaliação e as técnicas mais apropriadas em uma disciplina; a discussão sobre o preparo de material didático de qualidade, utilizando por exemplo a ferramenta conhecida por mapa conceitual; o estudo de técnicas de avaliação de pré-requisitos e

de correção da trajetória do processo de ensino e aprendizagem; a taxionomia de objetivos cognitivos, afetivos e pscicomotores e o debate sobre quais as técnicas de preparação do planejamento de disciplinas, essas são algumas das atividades que foram desenvolvidas na disciplina PEA5900 Tecnologia de Ensino de Engenharia[46], oferecida no curso de pós-graduação da Escola Politécnica da USP para duas turmas em 2003, três turmas em 2004 e mais três turmas em 2005, com cerca de 35 alunos em cada turma. Estes alunos eram oriundos de diversas áreas dos programas de pós-graduação em Engenharia desta escola, como Civil, Elétrica e de Computação, Mecânica e Mecatrônica, Química, Materiais e Metalurgia, Produção, Naval e Minas, e com a graduação cursada em diversas regiões do país e do exterior.

Para os alunos bolsistas da Capes, a participação nessa disciplina tornou-se obrigatória, além da atividade de monitoria em uma disciplina de graduação ou pós, que é feita no semestre seguinte, conduzida por cada orientador desses alunos. Apesar dessa exigência apenas para bolsistas da Capes, a disciplina foi procurada por outros alunos. Do primeiro para o segundo oferecimento, o número de inscritos de não-bolsistas da Capes aumentou de 8 para 25.

A disciplina está programada para ser desenvolvida em 12 semanas dentro de um quadrimestre do programa de pós-graduação da Escola Politécnica da USP. Em cada uma das semanas, são realizadas até duas atividades diferentes envolvendo os tópicos abordados pois a aula[1] do dia é dividida em dois períodos de 100 minutos cada. A disciplina tem um *site* de apoio, onde são disponibilizados os materiais apresentados nas aulas e as leituras recomendadas, além de um fórum de discussão implementado na turma de 2005 no Moodle.

A partir da primeira turma de 2005 foi introduzido o uso do Moodle como ferramenta de apoio a disciplina; anteriormente o professor utilizava simplesmente páginas em HTML para disponibilizar material das aulas e links para sites de interesse. A Figura 31 mostra a tela de entrada da disciplina e a Figura 32 mostra a tela do fórum do Moodle da terceira turma de 2005.

Os alunos nesta disciplina tiveram que pensar em seus cursos de graduação e relembrar como eram as aulas, o planejamento com seus objetivos, atividades, avaliações, com era o relacionamento com seus professores. Em função da análise dos fatos determinou-se o perfil de um bom professor. O contato com os modelos psicopedagógicos e os estilos de aprendizagem permitiu aos alunos identificar a necessidade de variação de estratégias para atingir estes perfis diferenciados e a identificar a necessidade de mudança de paradigma de ensino-aprendizagem. O uso de diferentes estratégias em cada aula permitiu também uma visão melhor das diferentes possibilidades que podem ser exploradas. A atividade de produzir um artigo no qual é apresentada uma análise crítica do planejamento e desempenho de uma disciplina de um professor ou orientador permitiu a comparação do modelo proposto com os modelos implementados pelos professores.

---

[1] É mantida esta denominação por força do hábito, lembrando que não se refere apenas a aulas expositivas.

Na segunda turma de 2005 os alunos produziram um artigo sobre experiências diferenciadas com disciplinas de seus orientadores e três destes alunos conseguiram submeter ao Cobenge 2005 e tiveram seus artigos[47], [48] e [49] aceitos.

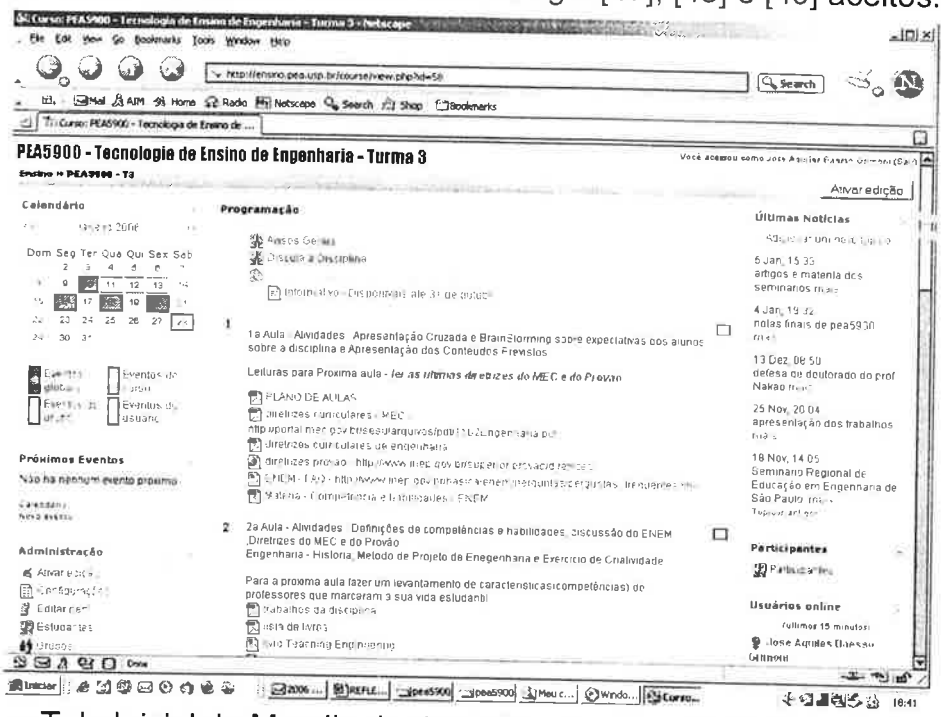


Figura 31 – Tela Inicial do Moodle da disciplina Tecnologia de Ensino de Engenharia da turma 3 de 2005.

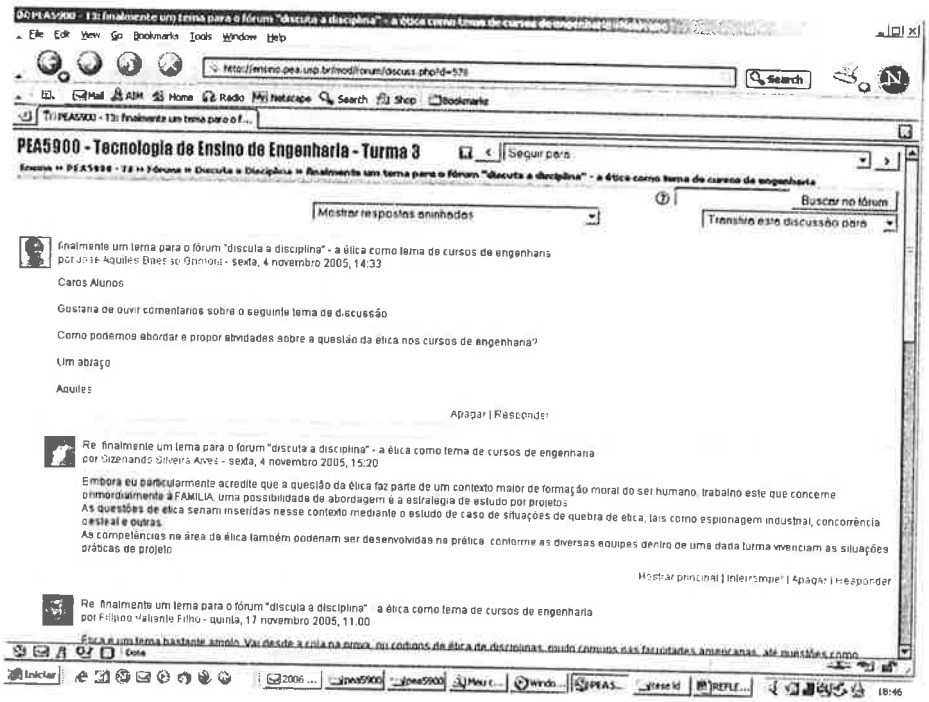


Figura 32– Tela do Fórum da disciplina Tecnologia de Ensino em Engenharia da turma 3 de 2005

4.3.4 – Orientação de Projetos de Formatura e Projetos de Pesquisa

Vários projetos de formatura foram orientados no intuito de desenvolver material didático para ser utilizado em disciplinas de graduação. A multimídia se tornou uma ferramenta poderosa no ensino [50], [51], [52] e vários trabalhos foram desenvolvidos.

Um dos materiais produzidos foi o programa de um "Curso de Instalações Elétricas de Baixa Tensão em Multimídia" [53], que visa permitir ao usuário aprender conhecimentos básicos de como projetar uma instalação elétrica de baixa tensão.

O objetivo principal desta ferramenta computacional é permitir ao aluno que passar por todos os capítulos ter condições mínimas para iniciar e/ou interpretar um projeto de instalações elétricas de baixa tensão.

O software é montado sobre a plataforma do Visual Basic e as páginas de conteúdos foram feitas utilizando a linguagem HTML, o que facilita a navegação, tornando-a semelhante à da Internet. A estrutura do software é tal que o usuário pode seguir a seqüência natural dos assuntos ou, caso queira, pode se dirigir diretamente ao item de interesse sem que tenha que passar por todos os itens anteriores.

Apresenta-se a seguir o conteúdo de cada capítulo do curso.

1. Demanda de energia – apresenta conceitos de potência instalada, demanda máxima, demanda média e fator de potência de uma instalação elétrica, ensinando também a calcular a demanda de instalações residenciais e prediais, de acordo com as normas NBR-5410 (ABNT) e a da Eletropaulo.
2. Simbologia e Materiais – apresenta toda a simbologia para representação de instalações elétricas segundo a norma NBR-5444. Mostra também, através de um exemplo passo a passo, a construção da planta e do diagrama elétrico de uma instalação residencial.
3. Condutores e Proteções – apresenta os métodos: capacidade de condução de corrente, queda de tensão, curto-circuito e econômico, para a determinação da bitola dos condutores de uma instalação elétrica. Ensina também a se determinar a proteção para cada circuito segundo a norma NBR-5410.
4. Aterramento – apresenta a teoria sobre aterramento de instalações de baixa tensão, componentes do sistema, malha de aterramento e indica os esquemas típicos de ligação do aterramento segundo a norma NBR-5410.
5. Descargas Atmosféricas – apresenta a teoria sobre descargas atmosféricas, estudos realizados e sobre os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDAs), ensinando a se projetar um SPDA através dos métodos: Franklin, Gaiola de Faraday e Eletrogeométrico.
6. Instalações Especiais – apresenta fotos e informações sobre instalações elétricas de baixa tensão, porém de grande porte, como shopping centers, grandes prédios comerciais, etc.

Ao percorrer o software, a utilização de recursos de multimídia se faz perceber pelos textos narrados, links a partir de imagens, explicações e links "surpresa". Um exemplo de links a partir de imagens é mostrado na Figura 33. Pela imagem de uma casa ou de um prédio o usuário acessa a teoria sobre demanda com um clique na respectiva figura.

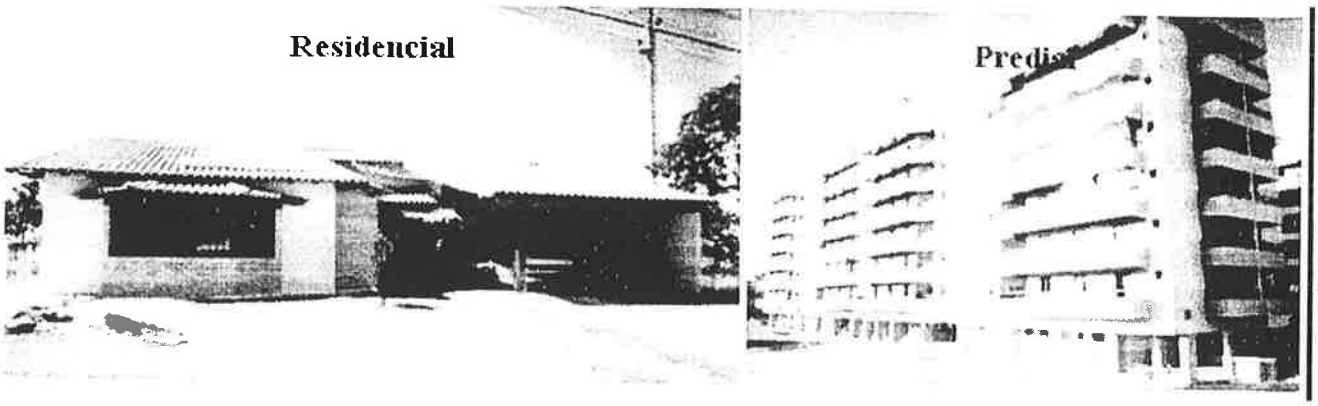


Figura 33 – Imagens "links" para os assuntos de demanda residencial e predial.

A utilização de textos narrados ocorre mais fortemente nos "Exemplos de Aplicação" de cada capítulo, onde se criou um personagem, o "Ajudante", que explica cada passo do andamento do exemplo, funcionando como um professor.

Outro recurso são os links "surpresa", que levam a uma explicação mais detalhada de algum item do curso. Como exemplo veja a Figura 34, onde ao achar a "mãozinha" do hyperlink movimentando o mouse sobre a planta da figura, o usuário tem acesso ao diagrama elétrico do quadro de distribuição da instalação.

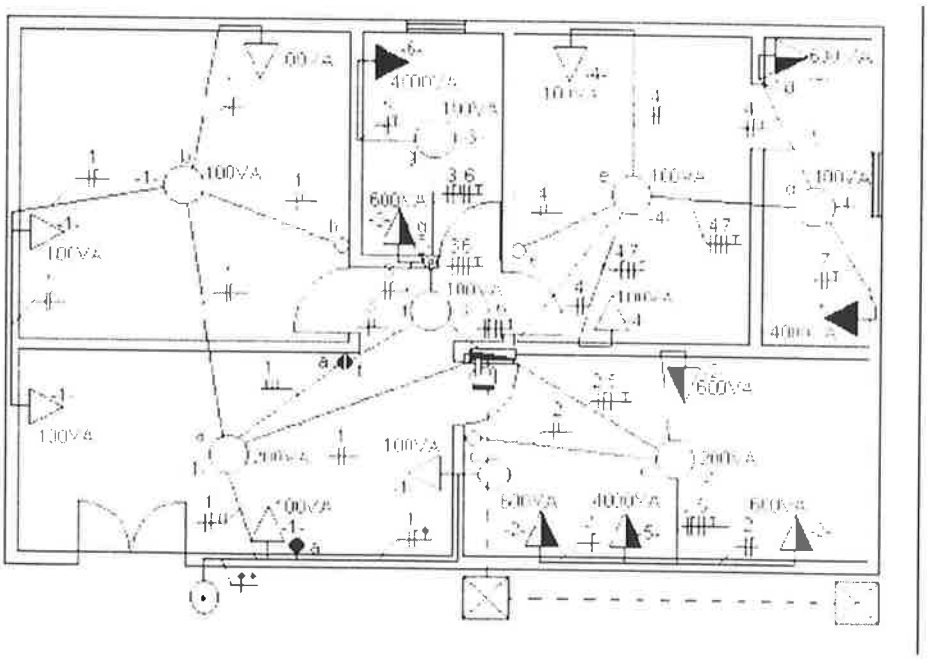


Figura 34 – Link "surpresa" ao achar a "mãozinha" sobre a figura.

Outro forte recurso de multimídia está nos "Exercícios Interativos". Neles, o usuário pode testar os conhecimentos adquiridos sobre cada um dos assuntos do curso. No fim de cada capítulo, há um link para o exercício interativo. O exercício propõe ao usuário alguns cálculos relativos ao projeto ensinado, ou faz alguma pergunta acerca do assunto. Este, por sua vez, deve resolver a questão dada e, ao errar, ele recebe uma mensagem do programa que acusa o erro. Caso acerte tudo, o programa também o notifica. Novos exercícios interativos são gerados de forma aleatória, simplesmente clicando nos botões "novo exercício".

Outro projeto de formatura[54] desenvolveu um "Curso de Instalações Elétricas na Internet" utilizando páginas em tecnologia HTML e exercícios interativos em Javascript, ASP e Java. A Figura 34 mostra a tela de entrada do curso.

Inicialmente dividimos o tema em oito tópicos, reservando uma seção do Web Site para cada tópico. São eles:

- Demanda de Energia: Esta seção contém os conceitos básicos sobre demanda de energia, fatores de carga, demanda e simultaneidade, potência instalada, etc. Por meio destes conceitos, o usuário aprende a calcular a demanda geral e as demandas parciais de energia de uma instalação elétrica, enfatizando instalações residenciais e prediais.

- Simbologia: Nesta seção é apresentada a simbologia de projeto de instalações elétricas, ensinando ao usuário como construir um diagrama elétrico da instalação em projeto e como representar componentes como tomadas e interruptores em uma planta de instalação elétrica.

- Condutores e Proteção: Nesta seção o usuário aprende a dimensionar a bitola de cada condutor presente na instalação elétrica. São apresentados quatro métodos de cálculo de condutores (Térmico; Queda de tensão; Curto-circuito; e o Econômico). A partir deles, com o auxílio da Norma NB-3, o usuário determina a bitola do condutor a ser utilizado em cada circuito da instalação, e posteriormente das respectivas proteções, através de suas curvas características. Após os estudos dos condutores, o usuário poderá estudar quais os sensores mais adequados para proteger um sistema elétrico industrial de sobrecorrentes e sobretensões através de curvas características de cada componente.

- Aterramento: Nesta seção são apresentadas as definições de aterramento, as topologias previstas em norma para a construção de um sistema da terra, e as regras básicas para o projeto do sistema de aterramento de uma instalação elétrica de baixa tensão. Aprende-se aqui a se determinar a bitola dos condutores de proteção e aterramento, interligações com o anel de aterramento, escolha dos eletrodos de terra, etc.

- Descargas Atmosféricas: Nesta seção de Descargas Atmosféricas, são inicialmente apresentados os conceitos básicos de proteção contra descargas atmosféricas. O usuário aprende então a dimensionar o sistema de proteção contra descargas atmosféricas de uma instalação elétrica de baixa tensão através do método Franklin, Gaiola de Faraday ou Eletrogeométrico (Esfera Rolante), sendo capaz de determinar a altura e quantidade de pára-raios e descidas para a terra de sua instalação.

- Redes: Nesta seção vemos que existe uma grande variedade de configurações de rede possíveis e alguns esquemas básicos que podem ajudar no momento de se projetar uma instalação de grande porte. É discutida a utilização de sistemas radial simples, radial expandido, comparando suas vantagens e desvantagens.

- Iluminação: Esta seção contém os conceitos básicos sobre iluminância, fluxo luminoso, intensidade luminosa, luminância, etc. Será feito um estudo dos tipos de lâmpadas elétricas e dos dispositivos de controle (reatores, starters, ignitores) e serão mostrados dois métodos de cálculos para a determinação do iluminamento dos diversos ambientes de trabalho (método dos lúmens e o método do ponto por ponto).

- Materiais: Nesta seção são apresentados os materiais utilizados em uma instalação elétrica, como eletrodutos, calhas e canaletas, bandejas, disjuntores, contatores, etc.

A Figura 35 mostra a tela de entrada do site do curso.

Figura 35 – Tela de entrada do curso de Instalações Elétricas na Internet.

A Figura 36 mostra a tela de um exercício para auxiliar no aprendizado da identificação de simbologia de instalações elétricas.

Figura 36 – Tela do exercício interativo sobre simbologia de instalações elétricas.

A Figura 37 apresenta a tela de uma ferramenta interativa em Java que mostra a resposta da temperatura de um cabo definido (seção escolhida, material condutor, cobertura isolante e modo de instalação) no tempo em função da corrente aplicada implementando o modelo térmico da norma de capacidade térmica de condutores.

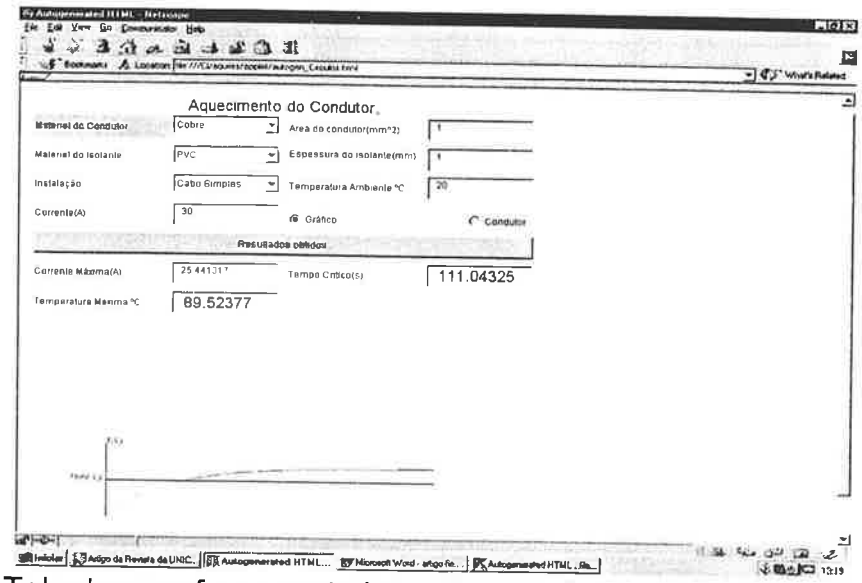


Figura 37 – Tela de uma ferramenta interativa em Java que mostra a resposta da temperatura no tempo em função da corrente aplicada implementando o modelo térmico da norma de capacidade térmica de condutores.

Outro projeto de formatura[55] desenvolveu um programa que permite visualizar as curvas tempo x corrente dos equipamentos e dos dispositivos de proteção de sobrecorrente, ajudando assim a aprender como escolher e calibrar dispositivos de proteção, como fusíveis de baixa tensão, relés térmicos, disjuntores de baixa tensão, relés de sobrecorrente instantâneos e temporizados e disjuntores

em função de dados e limites de operação dos equipamentos protegidos, como cabo de baixa tensão, motores de indução e transformadores.

A Figura 38 mostra uma tela deste programa desenvolvido em Visual Basic. O programa permite construir o diagrama unifilar do circuito de tela da direita e visualizar as curvas tempo x corrente na tela da esquerda em um diagrama log x log com radar e com as funções de zoom e para facilitar a visualização de algum ponto de interesse. É possível mudar os parâmetros da grade do log x log e desligar curvas se o gráfico ficar muito denso de informações.

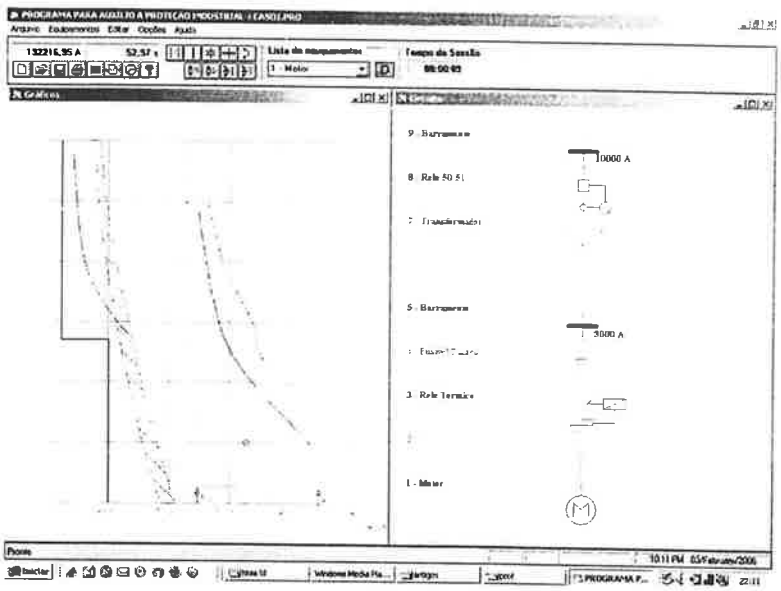


Figura 38 – Tela do programa de proteção de sobrecorrente.

Um projeto de pesquisa e desenvolvimento da Aneel[56], realizado por uma equipe composta por professores do PEA-Epusp e do LSI–PSI–Epusp para a CTEEP no ano de 2004, enfocou a aplicação da técnica de realidade virtual para treinamento de pessoal de manutenção de disjuntores de alta tensão. A Figura 39 mostra uma imagem do ambiente de imersão interativo na caverna virtual do LSI .

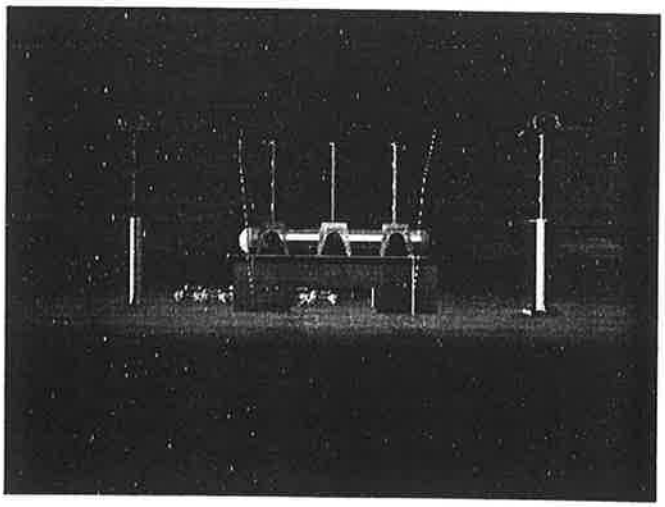


Figura 39 – Imagem do ambiente da Caverna Virtual com o disjuntor.

O desenvolvimento de projetos de formatura vinculados à produção de material didático para dar apoio a disciplinas de graduação leva os alunos envolvidos a pensar nas estratégias melhores para desenvolver determinados conceitos e conteúdos. O aluno deve dominar os conceitos para melhor entender como apresentá-los e criar um ambiente que permita uma visualização e interação com o conceito que facilite seu aprendizado. O encadeamento de atividades ligadas aos conceitos, seguindo a hierarquia dos objetivos cognitivos, e a possibilidade de em algumas atividades do material desenvolvido variar parâmetros que permitam identificar a correlação e a importância de certas variáveis são objetivos dos trabalhos realizados.

O pensar no planejamento de uma disciplina nas suas diversas fases permite balizar o desenvolvimento de materiais novos como ferramentas de apoio que permitam atingir os objetivos propostos utilizando diversas formas de apresentação. O professor deve ter em mente que há diversas formas de aprender e também há diversas formas de ensinar, portanto ele deve estar sempre buscando meios diferentes de apresentar e de desenvolver novas estratégias e ferramentas e materiais de apoio e deve também utilizar aqueles que se mostrarem eficientes.

5 – CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho procurou mostrar como nasceram e evoluíram os cursos de Engenharia no Brasil, sob influência dos modelos europeus. Mostrou também a organização do ensino superior baseada na LDB. Expôs ainda como a entrada em vigor em 2002 das diretrizes curriculares para os cursos de Engenharia em substituição à de 1976 e a criação dos sistemas de avaliação baseados em provas nacionais como o ENC, entre 1998 e 2003, e a partir de 2004 com o Enade, o que provocou uma mudança de visão dos cursos de Engenharia. Desde então foi colocada em pauta uma nova visão da formação dos engenheiros baseada na formação de competências e habilidades e não só nos conhecimentos associados aos conteúdos dos cursos. Os cursos de Engenharia estão revendo ainda suas estruturas curriculares para se adaptarem a esta nova visão.

Aliado a esta mudança, o comportamento dos nossos jovens, possíveis candidatos a ingressar nos cursos de Engenharia, mudou radicalmente devido à revolução da informação e à comunicação a que estamos assistindo nos últimos anos. Tudo isto leva à necessidade de rever o paradigma de ensino e aprendizagem. O ensino das escolas de engenharia segue uma linha psicopedagógica na sua maior parte do tipo comportamentalista, centrado no professor, não avalia pré-requisitos, usa na maioria das vezes uma única forma de avaliação do tipo somativa (provas distribuídas a cada mês ou dois meses nas disciplinas), usa uma estratégia de ensino, que quase sempre é a aula expositiva, e não utiliza a realimentação durante o processo para corrigir eventuais problemas. O professor não planeja de forma completa o processo, ou seja, não define os objetivos (conhecimento, competências e habilidades) de forma clara, não escolhe estratégias diferenciadas associadas aos objetivos definidos, não escolhe avaliações do tipo formativa que permitam um acompanhamento mais contínuo do processo para poder atuar rapidamente na correção das falhas do processo de ensino aprendizagem. Uma prova desta necessidade de mudança de paradigma de ensino e aprendizagem é o estudo apresentado neste trabalho que mostra que algumas disciplinas do curso de Engenharia Elétrica com ênfase em energia da Epusp têm altas taxas de reprovação e desistência e de forma recorrente semestre após semestre, sem que nada ocorra para detectar e sanar tal problema.

A necessidade de se criar ferramentas de acompanhamento dos cursos e mais especificamente das disciplinas é vital para mudar o desempenho na formação de engenheiros. Se olharmos os resultados gerais dos exames de avaliação nacional como o ENC, é fácil observar que os resultados nacionais dos nossos alunos e das escolas de engenharia na formação destes é preocupante, mesmo as boas escolas com nota A têm problemas. O exame não consegue também avaliar de forma clara as competências e habilidades exigidas e mesmo os conteúdos são avaliados de maneira bem parcial. A análise dos questionários respondidos pelos alunos mostra a preocupação deles com várias competências exigidas, que não foram estimuladas ou desenvolvidas nos cursos. Neste mesmo questionário muitos alunos apontam a falta

de planejamento dos professores e o uso excessivo de um único tipo de estratégia (aula expositiva) e de avaliação somativa (provas distribuídas pelo semestre ou ano).

A proposição de comissões de avaliação de cursos com a participação dos professores do semestre ideal e de representantes de classe, que realizem reuniões que discutam o planejamento das disciplinas no inicio do semestre, para mapear os pré-requisitos necessários, os objetivos colocados, as estratégias e avaliações que serão utilizadas, o nível de exigência em horas de cada disciplina e do total e a possível inter-relação entre elas, permitirá ter uma visão clara do semestre e criar uma base para poder melhorar o andamento das disciplinas. Na primeira aula o professor distribuiria um questionário de expectativas dos alunos quanto a sua disciplina ou faria uma atividade para discutir os objetivos da disciplina. Uma ferramenta que poderia ser usada seria um diário de bordo, onde o professor em conjunto com os representantes de classe anotaria/registraria os eventos do semestre que marcaram o andamento da disciplina e que permitiram uma rápida atuação diante de problemas detectados. Uma reunião intermediária do mesmo grupo que se reuniu no início do semestre permitirá avaliar este andamento e uma visão global de todas as disciplinas. No final do semestre seria feita uma reunião de fechamento para avaliar o processo como um todo, em que seriam avaliados os questionários de avaliação de final de curso de todas as disciplinas tabuladas pelos alunos e professores de cada semestre ideal de forma integrada. Com uma avaliação de todos os agentes do processo e de forma mais contínua o desempenho das disciplinas melhoraria com certeza.

O trabalho também apresentou uma evolução histórica do setor energético brasileiro parta mostrar as mudanças nos modelos deste setor que iniciou privado, passou a estatal na década de 1960 e voltou a ser privado a partir da década de 1990, mas com o Estado como forte agente regulador. Estas mudanças, aliadas às evoluções tecnológicas e a maior preocupação da sociedade com o uso da energia e seus efeitos sócioambientais, forçam as escolas de engenharia a se adaptarem constantemente e criar novas disciplinas e meios para interagir com as demandas da sociedade neste setor. A visão dos órgãos que regulam a profissão dos engenheiros no Brasil também foi apresentada e discutida neste trabalho e ela se mostrou mais alinhada com a visão do MEC e da Abenge segundo a resolução de 2005 do Crea que regulariza a profissão e cita as diretrizes curriculares do MEC e os projetos político-pedagógicos das escolas de engenharia como referências. O mercado deve ser consultado para se saber o que ele espera do engenheiro recém formado.

Foram mostradas as diferenças de visões de alguns cursos de Engenharia de algumas escolas, selecionadas pelas suas reconhecidas competências por seus parceiros, pelo MEC (através das notas do ENC) e pelo mercado, que absorve seus alunos. Escolas como a Unifei e a Epusp, tradicionais escolas de formação de engenheiros na área elétrica com ênfase em energia, mais especificamente em sistemas de potência, têm uma estrutura didática sem muitas aberturas para disciplinas optativas e uma carga de horas acima de 4 mil horas aula, enquanto outras escolas têm uma abertura bem maior quanto às disciplinas optativas e em número de horas. Existem cursos que dão atestados intermediários com certo

número de optativas feitas pelo aluno, como a Unicamp e a UFMG, mas o que chama a atenção é que apesar desta visão diferenciada, seus alunos tiveram desempenhos similares nos exames nacionais de avaliação.

Este trabalho apresenta ainda de forma sucinta conceitos e caminhos com base científica da pedagogia e psicologia da educação para realizar a mudança de paradigma com o intuito de melhorar o desempenho nos cursos de Engenharia e formar engenheiros mais completos e cidadãos atuantes na sociedade, que, além de resolver problemas desta sociedade, atuem de forma crítica e criativa para não criar novos problemas.

As experiências do autor em propor novas atividades, quase todas elas permitindo o desenvolvimento de coisas práticas, algumas delas ligadas a atividades cotidianas dos alunos, visa buscar este novo paradigma de ensino e aprendizagem em que o aluno não é mais um agente passivo do processo. O aluno passa a ser atuante e tomar decisões, bem como fazer conjecturas sobre seu aprendizado. Um provérbio chinês, provavelmente atribuído a Confúcio diz o seguinte: Eu ouço então eu esqueço, se eu vejo então eu lembro e se eu faço então eu aprendo. Alguns exemplos destas atividades desenvolvidas com os alunos são mostrados neste trabalho acompanhados de uma análise de como elas afetam o aprendizado do aluno.

Uma das experiências mostradas foi a criação de uma disciplina para tentar minimizar o problema de formação de professores de escolas de engenharia, que normalmente não têm nenhuma formação oficial em cursos de pedagogia. Por causa da falta de formação constata-se um grande empirismo, e em geral o novo professor acaba copiando modelos de comportamento de professores que foram considerados bons durante o curso de graduação. Existe uma necessidade de se discutir abertamente e sem preconceitos a questão do ensino de engenharia nas escolas entre os professores e alunos. A desistência de muitos alunos se dá em grande parte pela baixa qualidade dos cursos e pela falta de preparo dos professores.

Visando à preocupação da formação de professores, na elaboração da sua nova estrutura curricular a Epusp, implantada em 1999, convidou o professor Marcos Masetto da Feusp e da PUC-SP, para oferecer uma série de cursos sobre formação de professores de ensino superior, que acabou atingindo cerca de 150 professores da Epusp.

A Epusp, no seu projeto estratégico POLI – 2015, que foi desenvolvido na gestão da diretoria de 2002-2005, contava com um grupo de ensino que realizou uma série de reuniões e discussões sobre o ensino de engenharia de forma geral e especificamente na Escola. O grupo de pessoas envolvidas era bem pequeno, cerca de cinco pessoas que se alternavam, num universo de 450 professores da Poli. O grupo acabou elaborando várias propostas de projetos nesta área e realizou algumas atividades. Uma atividade proposta e desenvolvida foi a criação de um banco de dados de disciplinas através do preenchimento de um questionário via Web, com dados sobre as características das disciplinas de graduação, pós e de extensão, como estratégias e atividades desenvolvidas, métodos de avaliação, material de

apoio, uso de ferramentas de apoio, como softwares de simulação e animação, modelos reduzidos. Um evento foi realizado em 14 de outubro de 2005 (I Encontro de Ensino de Engenharia da Epusp "Experiências Didáticas na Escola Politécnica"), para mostrar algumas destas experiências, mapeadas no banco de dados, para toda a comunidade que participou, também foram convidados professores de outras escolas de engenharia (Unicamp, Eescusp, Unesp-Guaratinguetá) e o professor Marcos Masetto da Feusp e da PUC-SP para discutirem alguns temas escolhidos, como ensino por problemas e por projetos, a avaliação de competências do alunos. Uma das idéias que surgiram deste evento foi a de elaborar uma publicação sobre as experiências didáticas da Epusp. Outra idéia foi a de retomar os cursos de formação de professores de ensino superior e realizar workshops internos à escola para apresentar e discutir as experiências bem-sucedidas de ensino nesta. Neste evento foi oficialmente criado um Grupo de Ensino dentro da Epusp. Também foram apresentadas as idéias dos projetos que o grupo de ensino priorizou nas discussões do Poli 2015:

- Programa de melhoria contínua da qualidade dos cursos da Epusp;
- Flexibilização curricular e novos perfis profissionais;
- Educação a Distância;
- Excelência Internacional da Pós-Graduação;
- Empreendedorismo e ação social como meios de integração dos alunos com a sociedade.

A Epusp já tem hoje em andamento o projeto Poli Cidadã que procura coletar temas de projetos de ONGs e Instituições, que apresentam problemas de engenharia cuja soluções tenham um impacto social mais amplo e direto. Um exemplo deste tipo de projeto foi o desenvolvimento de uma solução de baixo custo de um elevador para deficientes físicos.

A Epusp conta também com o Centro Minerva de Empreendedorismo que criou um espaço de discussão quanto a essa questão e realiza jornadas em que tenta desenvolver uma visão empreendedora nos alunos que participam. Ele vem atuando com alunos de toda a USP.

Um outro projeto em andamento na Epusp é o Mapeamento de Competências - Mapcom , que visa mapear competências dos alunos ingressantes e dos egressos para determinar com quais competências os alunos ingressam no curso e se no final do curso ocorreram mudanças nestas no grau destas competências ou surgiram novas.

Na área de energia o Departamento de Energia e Automação Elétricas da Epusp implantou, com recursos obtidos de projetos de pesquisa e extensão, um programa de bolsa de iniciação científica, mestrado e doutorado, auxílio a congressos e mais recentemente um programa de auxílio a projetos ligados ao ensino, que visem melhorar a sua qualidade. A criação de material didático, a criação e o desenvolvimento de novas experiências de laboratório são exemplos de projetos financiáveis. O projeto de aquisição e tratamento de dados do mini-sistema elétrico de

energia, apresentado no Capítulo 4 , foi financiado por um projeto deste tipo. Além dos programas desenvolvidos , foram montados cinco kits de aquisição de dados com placas A/D e sensores Hall de corrente e de tensão, que possibilitarão termos cinco bancadas para atender cerca de 15 alunos. Novas experiências estão sendo elaboradas utilizando estes kits, como por exemplo, uma experiência que simule a lógica de um sistema de proteção no mini-sistema em situações de curto-circuito controlado. Outro projeto implementado pelo Departamento de Energia e Automação Elétricas da Epusp foi o de reforma das salas de aula, com a compra de cadeiras mais ergonômicas , reforma das lousas, instalação de tela de projeção e de local para instalar um canhão de projeção com conexão para um microcomputador, reforma do sistema de iluminação e elétrico e instalação de ar-condicionado.

A parceria, dentro de certos limites razoáveis, com empresas que fabricam equipamentos e sistemas ligados à área de energia elétrica, é salutar para reequipar e modernizar os laboratórios das escolas. Uma parceria com a Rockwell Automation que permitiu construir um laboratório de automação com o fornecimento de PLCs e software de programação e a ajuda para montar uma série de experiências. A Rockwell é responsável pela manutenção de uma sala de aula e de defesa de teses. Neste convênio os alunos de graduação e pós podem realizar cursos de treinamento na Rockwell e se envolver em pesquisas e projetos com as indústrias. A Philips do Brasil está instalando (em fevereiro de 2006) também no departamento, um laboratório demonstrativo de equipamentos de iluminação (vários tipos de lâmpadas e seus componentes), que irá atender alunos da Epusp, da Fauusp e do Ieeusp.

O Brasil tem uma competência construída na área de energia elétrica desde o início da estruturação e expansão no final do século XIX e no século XX. Grandes obras de usinas hidroelétricas, como Itaipu e Tucuruí, e um sistema de transmissão, como a conexão de Itaipu com o sistema de transmissão da Regiões Sul e Sudeste através de linhas de corrente alternada e de corrente contínua, o qual teve que se desenvolver em função das grandes distâncias entre os sistemas de produção e de consumo de energia e ainda sistemas de distribuição densos como nas grandes cidades, a exemplo de São Paulo e Rio de Janeiro, criaram toda esta competência, que deve ser levada às escolas de engenharia, para motivar os alunos e realimentar e construir novas competências diante de novos desafios. Um dos grandes desafios recentes que a engenharia brasileira tem que enfrentar é o de diversificar a nossa matriz energética, com o desenvolvimento dos potenciais de energias mais limpas. O desenvolvimento de tecnologia nacional nas áreas de energia oriunda da biomassa, eólica é um destes desafios. O desafio da inserção do gás natural na nossa matriz energética para gerar calor, energia elétrica, para transporte e na indústria química é um desafio fantástico para nossa engenharia. O uso racional de energia, o desenvolvimento de equipamentos com consumo de energia menor é outro desafio colocado. Monitorar e avaliar equipamentos e sistemas de energia para otimizar a sua utilização é outra possibilidade de atuação. A preocupação com as relações da energia com a sociedade e o meio ambiente é outra linha de campos de atuação do engenheiro desta área.

O ensino, se tratado como um processo de transformação, deve ser avaliado visando ao aumento do seu desempenho na formação de cidadãos conscientes do impacto da energia elétrica na sociedade e no planeta, em toda a sua cadeia de atuação, ou seja, na produção, transmissão, e na sua utilização. O Brasil tem grandes desafios em atender à evolução do consumo que garanta o crescimento do país em suas exportações e o aumento da demanda interna de consumo, incluindo aí os que ainda não têm acesso à energia. Para atender a estes desafios as escolas de engenharia, que tem enfoque na área de energia, têm de implementar atividades que permitam ao aluno ter acesso e participar intensamente da discussão destes problemas, de forma ativa e propositiva. Para isso é necessário mudar o paradigma de ensino atual, que segue uma linha psicopedagógica mais ligada ao comportamentalismo, para um na linha do cognitivismo e do humanismo. As escolas também devem participar ativamente dos debates nacionais, com a presença de professores, pesquisadores, alunos e ex-alunos. Para tanto, é necessário abrir um espaço para discutir este novo paradigma de ensino e aprendizado nas escolas de engenharia. Esta discussão deve envolver todos os agentes do processo.

A NSF dos Estados Unidos, instituição equivalente ao nosso CNPq, tem uma divisão de ensino de engenharia, que promove discussões sobre o assunto, produzindo diversos textos de referência na área, além disto tem uma linha de financiamentos de projeto. Existem muitas revistas e congressos, simpósios e seminários sobre ensino de engenharia, o que mostra a importância desta área de conhecimento e de pesquisa. No Anexo IX é apresentada uma lista de sites com endereços de entidades e de revistas da área. No Brasil recentemente tivemos o projeto Prodenge/Reenge da Finep, que financiou várias ações na área de ensino de engenharia em várias escolas. O projeto Engenheiro 2001 de 1996, feito pela Epusp e Fundação Vanzolini, foi um dos financiados. Ele promoveu uma série de teleconferências para discutir a engenharia sobre vários aspectos, Outro projeto financiado foi o de estruturação e montagem de laboratórios didáticos de eletricidade e de eletrônica básica na Epusp, utilizando o software Labview e placas de aquisição GPIB e instrumentação associada. A Abenge desenvolveu mais recentemente o projeto Promove, que pretende atuar novamente de forma similar ao Prodenge/Reenge.

ANEXO I

RESOLUÇÃO Nº 48/76, de 27 de abril de 1976

Fixa os mínimos de conteúdo e de duração do curso de graduação em Engenharia e define suas áreas de habilitações:

O Presidente do Conselho Federal de Educação, no uso de suas atribuições e com observância do que dispõe o art. 26 da Lei nº 5.540/68, considerando, ainda, as conclusões do Parecer nº 4.807/75, e seu anexo, homologado pelo Exmº Senhor Ministro da Educação e Cultura, que a esta se incorpora,

RESOLVE:

Art. 1º - O currículo mínimo do curso de Engenharia terá uma parte comum a todas as áreas em que se desdobra, e uma parte diversificada, em função de cada área de habilitação.

Parágrafo único - A parte comum do currículo compreenderá matérias de formação básica e de formação geral. A parte diversificada compreenderá matérias de formação profissional geral e de formação profissional específica.

Art. 2º - A ordenação das matérias consideradas no artigo primeiro não representa seqüência imposta na estruturação do currículo pleno, o qual poderá admitir interpenetração de matérias de ambas as partes.

Parágrafo único - Nas instituições unicurriculares onde inexista primeiro ciclo, o currículo pleno poderá comportar, desde o início estudos que contribuam para desenvolver no aluno a atitude profissional do engenheiro.

Art. 3º - As matérias de formação básica, comuns a todas as áreas, compreenderão os fundamentos científicos e tecnológicos da Engenharia, cobrindo os seguintes campos:

Matemática
Física
Química
Mecânica
Processamento de Dados
Desenho
Eletricidade
Resistência dos Materiais
Fenômenos de Transporte.

Art. 4º - As matérias de formação geral conterão assuntos que contribuam para complementar a formação básica do engenheiro, capacitando-o à utilização de elementos de natureza sócio-econômica no processo de elaboração criativa.

Parágrafo único - As matérias de formação geral, igualmente comuns a todas as áreas da Engenharia, cobrirão os seguintes campos: Humanidade e Ciências Sociais, destacando-se Administração e Economia e Ciências do Ambiente.

Art. 5° - As matérias de formação profissional geral conterão assuntos que possibilitem o adequado conhecimento dos fundamentos, materiais, sistemas e processos, nas diferentes áreas da Engenharia.

Art. 6° - Consideram-se, para os efeitos desta Resolução, como áreas de habilitação da Engenharia as seis seguintes:

- Civil
- Eletricidade
- Mecânica
- Metalurgia
- Minas
- Química.

§ 1° - Outras áreas de habilitação poderão ser definidas pelo Conselho Federal de Educação, se assim o exigirem as necessidades do desenvolvimento nacional, ou ser criadas pelas instituições, na forma do que dispõe o art. 18 da Lei n° 5.540/68.

§ 2° - As matérias de formação profissional geral, em cada área de habilitação, serão as seguintes:

a) Área: Civil

Topografia
Mecânica dos Solos
Hidrologia Aplicada
Hidráulica.
Teoria das Estruturas
Materiais de Construção Civil
Sistemas Estruturais

Transportes
Saneamento Básico
Construção Civil

b) Área: Eletricidade

Circuitos Elétricos
Eletromagnetismo
Eletrônica
Materiais Elétricos
Conversão de Energia

Controle e Servomecanismos

c) Área: Mecânica

Mecânica Aplicada
Termodinâmica Aplicada
Materiais de Construção Mecânica
Sistemas Mecânicos
Sistemas Térmicos
Sistemas Fluidomecânicos
Processos de Fabricação

d) Área: Metalurgia

Físico-Química
Ciência dos Materiais
Mineralogia e Tratamento de Minérios
Metalurgia Física
Metalúrgia Extrativa
Processos de Fabricação

d) Área: Minas

Topografia
Geologia Geral
Geologia Econômica
Mineralogia e Petrologia
Sistemas Mecânicos
Pesquisa Mineral
Lavra de Minas
Tratamento de Minérios

f) Área: Química

Química Analítica

Química Descritiva
Físico-Química
Materiais
Química Industrial
Operações Unitárias
Processos Químicos.

Art. 7º - As áreas referidas no art. 6º compreenderão as atuais habilitações correspondentes: Engenharia Civil, Elétrica, Mecânica, Metalúrgica Minas e Química.

Parágrafo único - Habilitações específicas do curso de Engenharia, correspondentes a especializações profissionais, tais como as de Engenharia Aeronáutica, de Alimentos, Eletrônica, Eletrotécnica, de Materiais, Naval, de Produção, de Telecomunicações e outras, já existentes ou que venham a ser criadas, deverão ter origem em uma ou mais áreas da Engenharia, referidas no art. 6º (*)

Art. 8º - As matérias de formação profissional específica conterão assuntos que cubram outros aspectos da profissão ligados às habilitações específicas da Engenharia.

§ 1º - As matérias de formação profissional específica resultarão de aprofundamento ou desdobramento de matérias pertinentes às respectivas áreas de habilitação ou, ainda, de assuntos específicos, profissionais, característicos de cada habilitação.

§ 2º - As matérias referidas no artigo serão estabelecidas pelas próprias instituições e submetidas à aprovação do CFE, devendo incluir tópicos relativos à segurança na concepção dos projetos de Engenharia, bem como à normalização.

Art. 9º - As habilitações específicas do curso de Engenharia, referidas no parágrafo único do art. 7º, poderão conter matérias de formação profissional geral, constantes do currículo mínimo de uma ou mais áreas, a critério do Conselho Federal de Educação, de conformidade com a natureza das respectivas matérias de formação profissional específica.

Art. 10 - A metodologia de ensino das matérias de formação profissional específica deverá comportar, obrigatoriamente, além de trabalhos práticos, atividades de planejamento e de projeto.

Art. 11 - As matérias de formação básica, de formação geral, de formação profissional geral e de formação profissional específica deverão ser ministradas através de disciplinas constituídas de:

a) todos os assuntos de uma ou mais matérias;
b) parte dos assuntos de uma ou mais matérias.

§ 1º - O programa de cada disciplina decorrente das matérias do currículo mínimo deve ser estruturado a partir das ementas apresentadas no anexo I, as quais devem ser entendidas como descritivas dos conteúdos mínimos a abranger não cabendo interpretá-las como programas de disciplina.

§ 2º - Às disciplinas mencionadas neste artigo as instituições de ensino acrescentarão outras, obrigatórias e optativas, de modo a compor o currículo pleno do curso, visando a atender às peculiaridades locais e regionais, ou às características dos seus próprios projetos.

Art. 12 - As ementas das matérias fixadas nos arts. 3º, 4º e 6º constam do anexo I, que fica incorporado a esta Resolução.

Art. 13 - Os currículos plenos do curso de Engenharia serão desenvolvidos no tempo útil de 3.600 horas de atividades didáticas, que deverão ser integralizadas em tempo total variável de 4 a 9 anos letivos, com termo médio de 5 anos.

Parágrafo único - As matérias do currículo pleno poderão ser ministradas em disciplinas semestrais ou anuais, ou, também, em períodos letivos especiais, de, pelo menos, 45 dias, respeitadas as respectivas cargas horárias totais, previstas para as mesmas, pelas instituições de ensino.

Art. 14 - O tempo útil mínimo de 3.600 horas, exigido para o currículo pleno do curso de Engenharia, será integralizado pela soma das seguintes parcelas:

a) cargas horárias estabelecidas para as matérias de formação básica, de formação geral, de formação profissional geral e de formação profissional específica;

b) cargas horárias correspondentes a outras disciplinas exigidas por legislação específica, inclusive as ministradas no primeiro ciclo das universidades, não abrangidas no item "a" deste artigo;

c) carga horária que permita à instituição complementar o currículo com disciplinas que representam extensão ou desdobramento das matérias mencionadas no item "a" deste artigo, ou com outras disciplinas de caráter profissional específico, não engloba das naquelas matérias.

Parágrafo único - Não serão incluídas no cômputo das 3.600 horas referidas neste artigo as cargas horárias destinadas a Estudo de Problemas Brasileiros e Educação Física, nem as cargas horárias de disciplinas que visem à recuperação de deficiências observadas no concurso vestibular, não obstante sua importância e conveniência.

Art. 15 - A carga horária disponível, referida na alínea "c" do art. 14, deverá incluir, no mínimo, 30 horas destinadas à realização de estágios supervisionados, de curta duração, em períodos letivos, ou dos que combinam período de estudos nas escolas, com períodos de práticas em empresas e instituições públicas e privadas, nas áreas correspondentes da Engenharia.

Parágrafo único - No estabelecimento do currículo pleno do curso, o número de horas dedicadas aos estágios mencionados no artigo poderá ser aumentado, a critério das instituições, não podendo, porém, ser computadas para integralização do tempo útil mínimo as que excedam a um décimo do número de horas fixadas para o curso.

Art. 16 - As instituições de ensino poderão, uma vez atendidas as exigências do currículo mínimo, acrescentar ou desdobrar as matérias, aumentar a duração do curso, além das 3.600 horas, na medida em que os acréscimos sejam necessários à complementação da formação básica ou profissional, em cada área, em função das peculiaridades locais e regionais ou características de seus próprios projetos.

Art. 17 - Os órgãos colegiados competentes das instituições que ministram o curso de Engenharia deverão indicar em termos genéricos ao Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA), em função do currículo pleno que for desenvolvido em suas habilitações, as características dos engenheiros por elas diplomados.

Art. 18 - O novo currículo mínimo do curso de Engenharia terá vigência a partir do ano letivo de 1977.

§ 1º - As instituições de ensino de Engenharia poderão fazer adaptações curriculares, a seu critério, mantidas as exigências dos currículos mínimos anteriores, para os alunos admitidos à matrícula inicial antes de 1977.

§ 2º - No decorrer do ano de 1976 as instituições de ensino encaminharão à apreciação do CFE os anexos de seus Regimentos devidamente adaptados a esta Resolução.

Art. 19 - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação no D.O., revogadas as disposições em contrário.

P. José Vieira de Vasconcellos

ANEXO II

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO
CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR

RESOLUÇÃO CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002.(*)

Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do
Curso de Graduação em Engenharia.

O Presidente da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, tendo em vista o disposto no Art. 9º, do § 2º, alínea "c", da Lei 9.131, de 25 de novembro de 1995, e com fundamento no Parecer CES 1.362/2001, de 12 de dezembro de 2001, peça indispensável do conjunto das presentes Diretrizes Curriculares Nacionais, homologado pelo Senhor Ministro da Educação, em 22 de fevereiro de 2002, resolve:

Art. 1º A presente Resolução institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, a serem observadas na organização curricular das Instituições do Sistema de Educação Superior do País.

Art. 2º As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia definem os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior.

Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Art. 4º A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:

I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;

II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;

III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;

IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;

V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;

VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;

VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;

VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;

VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;

IX - atuar em equipes multidisciplinares;

X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;

XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Art. 5º Cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas. Ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes.
§ 1º Deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, sendo que, pelo menos, um deles deverá se constituir em atividade obrigatória como requisito para a graduação.
(*) CNE. Resolução CNE/CES 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.
§ 2º Deverão também ser estimuladas atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.
Art. 6º Todo o curso de Engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade.
§ 1º O núcleo de conteúdos básicos, cerca de 30% da carga horária mínima, versará sobre os tópicos que seguem:
I - Metodologia Científica e Tecnológica;
II - Comunicação e Expressão;
III - Informática;
IV - Expressão Gráfica;
V - Matemática;
VI - Física;
VII - Fenômenos de Transporte;
VIII - Mecânica dos Sólidos;
IX - Eletricidade Aplicada;
X - Química;
XI - Ciência e Tecnologia dos Materiais;
XII - Administração;
XIII - Economia;
XIV - Ciências do Ambiente;
XV - Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.
§ 2ºNos conteúdos de Física, Química e Informática, é obrigatória a existência de atividades de laboratório. Nos demais conteúdos básicos, deverão ser previstas atividades práticas e de laboratórios, com enfoques e intensividade compatíveis com a modalidade pleiteada.
§ 3º O núcleo de conteúdos profissionalizantes, cerca de 15% de carga horária mínima, versará sobre um subconjunto coerente dos tópicos abaixo discriminados, a ser definido pela IES:
I - Algoritmos e Estruturas de Dados;

II - Bioquímica;
III - Ciência dos Materiais;
IV - Circuitos Elétricos;
V - Circuitos Lógicos;
VI - Compiladores;
VII - Construção Civil;
VIII - Controle de Sistemas Dinâmicos;
IX - Conversão de Energia;
X - Eletromagnetismo;
XI - Eletrônica Analógica e Digital;
XII - Engenharia do Produto;
XIII - Ergonomia e Segurança do Trabalho;
XIV - Estratégia e Organização;
XV - Físico-química;
XVI - Geoprocessamento;
XVII – Geotecnia;
XVIII - Gerência de Produção;
XIX - Gestão Ambiental;
XX - Gestão Econômica;
XXI - Gestão de Tecnologia;
XXII - Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico;
XXIII - Instrumentação;
XXIV - Máquinas de fluxo;
XXV - Matemática discreta;
XXVI - Materiais de Construção Civil;
XXVII - Materiais de Construção Mecânica;
XXVIII - Materiais Elétricos;
XXIX - Mecânica Aplicada;
XXX - Métodos Numéricos;
XXXI - Microbiologia;
XXXII - Mineralogia e Tratamento de Minérios;
XXXIII - Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas;
XXXIV - Operações Unitárias;
XXXV - Organização de computadores;
XXXVI - Paradigmas de Programação;
XXXVII -Pesquisa Operacional;
XXXVIII - Processos de Fabricação;
XXXIX - Processos Químicos e Bioquímicos;
XL - Qualidade;
XLI - Química Analítica;
XLII - Química Orgânica;
XLIII - Reatores Químicos e Bioquímicos;
XLIV - Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas;
XLV - Sistemas de Informação;
XLVI - Sistemas Mecânicos;
XLVII - Sistemas operacionais;
XLVIII - Sistemas Térmicos;

XLIX - Tecnologia Mecânica;
L - Telecomunicações;
LI - Termodinâmica Aplicada;
LII - Topografia e Geodésia;
LIII - Transporte e Logística.

§ 4º O núcleo de conteúdos específicos se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. Estes conteúdos, consubstanciando o restante da carga horária total, serão propostos exclusivamente pela IES. Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes.

Art. 7º A formação do engenheiro incluirá, como etapa integrante da graduação, estágios curriculares obrigatórios sob supervisão direta da instituição de ensino, através de relatórios técnicos e acompanhamento individualizado durante o período de realização da atividade. A carga horária mínima do estágio curricular deverá atingir 160 (cento e sessenta) horas.

Parágrafo único. É obrigatório o trabalho final de curso como atividade de síntese e integração deconhecimento.

Art. 8º A implantação e desenvolvimento das diretrizes curriculares devem orientar e propiciar concepções curriculares ao Curso de Graduação em Engenharia que deverão ser acompanhadas e permanentemente avaliadas, a fim de permitir os ajustes que se fizerem necessários ao seu aperfeiçoamento.

§ 1º As avaliações dos alunos deverão basear-se nas competências, habilidades e conteúdos curriculares desenvolvidos tendo como referência as Diretrizes Curriculares.

§ 2º O Curso de Graduação em Engenharia deverá utilizar metodologias e critérios para acompanhamento e avaliação do processo ensino-aprendizagem e do próprio curso, em consonância com o sistema de avaliação e a dinâmica curricular definidos pela IES à qual pertence.

Art. 9º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições emcontrário.

ARTHUR ROQUETE DE MACEDO
Presidente da Câmara de Educação Superior

ANEXO III

RESOLUÇÃO Nº 1.010, DE 22 DE AGOSTO DE 2005.

Dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional.

O **CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA - Confea**, no uso das atribuições que lhe confere a alínea "f" do art. 27 da Lei nº 5.194, de 24 de dezembro 1966, e

Considerando a Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, que regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de engenheiro agrônomo;

Considerando a Lei nº 4.076, de 23 de junho de 1962, que regula o exercício da profissão de geólogo;

Considerando a Lei nº 6.664, de 26 de junho de 1979, que disciplina a profissão de geógrafo;

Considerando a Lei nº 6.835, de 14 de outubro de 1980, que dispõe sobre o exercício da profissão de meteorologista;

Considerando o Decreto nº 23.196, de 12 de outubro de 1933, que regula o exercício da profissão agronômica;

Considerando o Decreto nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933, que regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor;

Considerando o Decreto-Lei nº 8.620, de 10 de janeiro de 1946, que dispõe sobre a regulamentação do exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor, regida pelo Decreto nº 23.569, de 1933;

Considerando a Lei nº 4.643, de 31 de maio de 1965, que determina a inclusão da especialização de engenheiro florestal na enumeração do art. 16 do Decreto-Lei nº 8.620, de 1946;

Considerando a Lei nº 5.524, de 5 de novembro de 1968, que dispõe sobre a profissão de técnico industrial e agrícola de nível médio;

Considerando o Decreto nº 90.922, de 6 de fevereiro de 1985, que regulamenta a Lei nº 5.524, de 1968, modificado pelo Decreto nº 4.560, de 30 de dezembro de 2002;

Considerando a Lei nº 7.410, de 27 de novembro de 1985, que dispõe sobre a especialização de engenheiros e arquitetos em Engenharia de Segurança do Trabalho;

Considerando o Decreto nº 92.530, de 9 de abril de 1986, que regulamenta a Lei nº 7.410, de 1985;

Considerando a Lei nº 7.270, de 10 de dezembro de 1984, que apresenta disposições referentes ao exercício da atividade de perícia técnica;

Considerando a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional;

Considerando o Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004, que regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 1996;

Considerando a Lei nº 9.131, de 24 de novembro de 1985, que altera dispositivos da Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961,

RESOLVE:

Art. 1º Estabelecer normas, estruturadas dentro de uma concepção matricial, para a atribuição de títulos profissionais, atividades e competências no âmbito da atuação profissional, para efeito de fiscalização do exercício das profissões inseridas no Sistema Confea/Crea.

Parágrafo único. As profissões inseridas no Sistema Confea/Crea são as de engenheiro, de arquiteto e urbanista, de engenheiro agrônomo, de geólogo, de geógrafo, de meteorologista, de tecnólogo e de técnico.

CAPÍTULO I
DAS ATRIBUIÇÕES DE TÍTULOS PROFISSIONAIS

Art. 2º Para efeito da fiscalização do exercício das profissões objeto desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I – atribuição: ato geral de consignar direitos e responsabilidades dentro do ordenamento jurídico que rege a comunidade;

II - atribuição profissional: ato específico de consignar direitos e responsabilidades para o exercício da profissão, em reconhecimento de competências e habilidades derivadas de formação profissional obtida em cursos regulares;

III - título profissional: título atribuído pelo Sistema Confea/Crea a portador de diploma expedido por instituições de ensino para egressos de cursos regulares, correlacionado com o(s) respectivo(s) campo(s) de atuação profissional, em função do perfil de formação do egresso, e do projeto pedagógico do curso;

IV - atividade profissional: ação característica da profissão, exercida regularmente;

V - campo de atuação profissional: área em que o profissional exerce sua profissão, em função de competências adquiridas na sua formação;

VI – formação profissional: processo de aquisição de competências e habilidades para o exercício responsável da profissão;

VII - competência profissional: capacidade de utilização de conhecimentos, habilidades e atitudes necessários ao desempenho de atividades em campos profissionais específicos, obedecendo a padrões de qualidade e produtividade;

VIII - modalidade profissional: conjunto de campos de atuação profissional da Engenharia correspondentes a formações básicas afins, estabelecido em termos genéricos pelo Confea;

IX – categoria (ou grupo) profissional: cada uma das três profissões regulamentadas na Lei nº 5.194 de 1966; e

X – curso regular: curso técnico ou de graduação reconhecido, de pós-graduação credenciado, ou de pós-graduação senso lato considerado válido, em consonância com as disposições legais que disciplinam o sistema educacional, e devidamente registrado no Sistema Confea/Crea.

Art. 3º Para efeito da regulamentação da atribuição de títulos, atividades e competências para os diplomados no âmbito das profissões inseridas no Sistema Confea/Crea, consideram-se nesta Resolução os seguintes níveis de formação profissional, quando couber:

I - técnico;

II – graduação superior tecnológica;

III – graduação superior plena;

IV - pós-graduação no senso lato (especialização); e

V - pós-graduação no senso estrito (mestrado ou doutorado).

Art. 4º Será obedecida a seguinte sistematização para a atribuição de títulos profissionais e designações de especialistas, em correlação com os respectivos perfis e níveis de formação, e projetos pedagógicos dos cursos, no âmbito do respectivo campo de atuação profissional, de formação ou especialização:

I - para o diplomado em curso de formação profissional técnica, será atribuído o título de técnico;

II - para o diplomado em curso de graduação superior tecnológica, será atribuído o título de tecnólogo;

III - para o diplomado em curso de graduação superior plena, será atribuído o título de engenheiro, de arquiteto e urbanista, de engenheiro

agrônomo, de geólogo, de geógrafo ou de meteorologista, conforme a sua formação;

IV - para o técnico ou tecnólogo portador de certificado de curso de especialização será acrescida ao título profissional atribuído inicialmente a designação de especializado no âmbito do curso;

V - para os profissionais mencionados nos incisos II e III do art. 3º desta Resolução, portadores de certificado de curso de formação profissional pós-graduada no senso lato, será acrescida ao título profissional atribuído inicialmente a designação de especialista;

VI - para o portador de certificado de curso de formação profissional pós-graduada no senso lato em Engenharia de Segurança do Trabalho, será acrescida ao título profissional atribuído inicialmente a designação de engenheiro de segurança do trabalho; e

VII - para os profissionais mencionados nos incisos II e III do art. 3º desta Resolução, diplomados em curso de formação profissional pós-graduada no senso estrito, será acrescida ao título profissional atribuído inicialmente a designação de mestre ou doutor na respectiva área de concentração de seu mestrado ou doutorado.

§ 1° Os títulos profissionais serão atribuídos em conformidade com a Tabela de Títulos Profissionais do Sistema Confea/Crea, estabelecida em resolução específica do Confea, atualizada periodicamente, e com observância do disposto nos arts. 7º, 8°, 9°, 10 e 11 e seus parágrafos, desta Resolução.

§ 2º O título de engenheiro será obrigatoriamente acrescido de denominação que caracterize a sua formação profissional básica no âmbito do(s) respectivo(s) campo(s) de atuação profissional da categoria, podendo abranger simultaneamente diferentes âmbitos de campos.

§ 3º As designações de especialista, mestre ou doutor só poderão ser acrescidas ao título profissional de graduados em nível superior previamente registrados no Sistema Confea/Crea.

CAPÍTULO II
DAS ATRIBUIÇÕES PARA O DESEMPENHO DE ATIVIDADES NO ÂMBITO DAS COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS

Art. 5º Para efeito de fiscalização do exercício profissional dos diplomados no âmbito das profissões inseridas no Sistema Confea/Crea, em todos os seus respectivos níveis de formação, ficam designadas as seguintes atividades, que poderão ser atribuídas de forma integral ou parcial, em seu conjunto ou separadamente, observadas as disposições gerais e limitações estabelecidas nos arts. 7º, 8°, 9°, 10 e 11 e seus parágrafos, desta Resolução:

Atividade 01 - Gestão, supervisão, coordenação, orientação técnica;

Atividade 02 - Coleta de dados, estudo, planejamento, projeto, especificação;

Atividade 03 - Estudo de viabilidade técnico-econômica e ambiental;

Atividade 04 - Assistência, assessoria, consultoria;

Atividade 05 - Direção de obra ou serviço técnico;

Atividade 06 - Vistoria, perícia, avaliação, monitoramento, laudo, parecer técnico, auditoria, arbitragem;

Atividade 07 - Desempenho de cargo ou função técnica;

Atividade 08 - Treinamento, ensino, pesquisa, desenvolvimento, análise, experimentação, ensaio, divulgação técnica, extensão;

Atividade 09 - Elaboração de orçamento;

Atividade 10 - Padronização, mensuração, controle de qualidade;

Atividade 11 - Execução de obra ou serviço técnico;

Atividade 12 - Fiscalização de obra ou serviço técnico;

Atividade 13 - Produção técnica e especializada;

Atividade 14 - Condução de serviço técnico;

Atividade 15 - Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 16 - Execução de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 17 – Operação, manutenção de equipamento ou instalação; e

Atividade 18 - Execução de desenho técnico.

Parágrafo único. As definições das atividades referidas no *caput* deste artigo encontram-se no glossário constante do Anexo I desta Resolução.

Art. 6º Aos profissionais dos vários níveis de formação das profissões inseridas no Sistema Confea/Crea é dada atribuição para o desempenho integral ou parcial das atividades estabelecidas no artigo anterior, circunscritas ao âmbito do(s) respectivo(s) campo(s) profissional(ais), observadas as disposições gerais estabelecidas nos arts. 7º, 8°, 9°, 10 e 11 e seus parágrafos, desta Resolução, a sistematização dos campos de atuação profissional estabelecida no Anexo II, e as seguintes disposições:

I - ao técnico, ao tecnólogo, ao engenheiro, ao arquiteto e urbanista, ao engenheiro agrônomo, ao geólogo, ao geógrafo, e ao meteorologista compete o desempenho de atividades no(s) seu(s) respectivo(s) campo(s) profissional(ais), circunscritos ao âmbito da sua respectiva formação e especialização profissional; e

II - ao engenheiro, ao arquiteto e urbanista, ao engenheiro agrônomo, ao geólogo, ao geógrafo, ao meteorologista e ao tecnólogo, com diploma de mestre ou doutor compete o desempenho de atividades estendidas ao âmbito das respectivas áreas de concentração do seu mestrado ou doutorado.

CAPÍTULO III
DO REGISTRO DOS PROFISSIONAIS

Seção I
Da Atribuição Inicial

Art. 7° A atribuição inicial de títulos profissionais, atividades e competências para os diplomados nos respectivos níveis de formação, nos campos de atuação profissional abrangidos pelas diferentes profissões inseridas no Sistema Confea/Crea, será efetuada mediante registro e expedição de carteira de identidade profissional no Crea, e a respectiva anotação no Sistema de Informações Confea/Crea - SIC.

Art. 8° O Crea, atendendo ao que estabelecem os arts. 10 e 11 da Lei n° 5.194, de 1966, deverá anotar as características da formação do profissional, com a correspondente atribuição inicial de título, atividades e competências para o exercício profissional, levando em consideração as disposições dos artigos anteriores e do Anexo II desta Resolução.

§ 1° O registro dos profissionais no Crea e a respectiva atribuição inicial de título profissional, atividades e competências serão procedidos de acordo com critérios a serem estabelecidos pelo Confea para a padronização dos procedimentos, e dependerão de análise e decisão favorável da(s) câmara(s) especializada(s) do Crea, correlacionada(s) com o respectivo âmbito do(s) campos(s) de atuação profissional.

§ 2° A atribuição inicial de título profissional, atividades e competências decorrerá, rigorosamente, da análise do perfil profissional do diplomado, de seu currículo integralizado e do projeto pedagógico do curso regular, em consonância com as respectivas diretrizes curriculares nacionais.

Seção II
Da Extensão da Atribuição Inicial

Art. 9° A extensão da atribuição inicial fica restrita ao âmbito da mesma categoria profissional.

Art. 10. A extensão da atribuição inicial de título profissional, atividades e competências na categoria profissional Engenharia, em qualquer dos respectivos níveis de formação profissional será concedida pelo Crea em que o profissional requereu a extensão, observadas as seguintes disposições:

I - no caso em que a extensão da atribuição inicial se mantiver na mesma modalidade profissional, o procedimento dar-se-á como estabelecido no *caput* deste artigo, e dependerá de decisão favorável da respectiva câmara especializada; e

II – no caso em que a extensão da atribuição inicial não se mantiver na mesma modalidade, o procedimento dar-se-á como estabelecido no *caput* deste artigo, e dependerá de decisão favorável das câmaras especializadas das modalidades envolvidas.

§ 1º A extensão da atribuição inicial decorrerá da análise dos perfis da formação profissional adicional obtida formalmente, mediante cursos comprovadamente regulares, cursados após a diplomação, devendo haver decisão favorável da(s) câmara(s) especializada(s) envolvida(s).

§ 2º No caso de não haver câmara especializada no âmbito do campo de atuação profissional do interessado, ou câmara inerente à extensão de atribuição pretendida, a decisão caberá ao Plenário do Crea.

§ 3º A extensão da atribuição inicial aos técnicos portadores de certificados de curso de especialização será considerada dentro dos mesmos critérios do *caput* deste artigo e seus incisos.

§ 4º A extensão da atribuição inicial aos portadores de certificados de formação profissional adicional obtida no nível de formação pós-graduada no senso lato, expedidos por curso regular registrado no Sistema Confea/Crea, será considerada dentro dos mesmos critérios do *caput* deste artigo e seus incisos.

§ 5º Nos casos previstos nos §§ 3º e 4º, será exigida a prévia comprovação do cumprimento das exigências estabelecidas pelo sistema educacional para a validade dos respectivos cursos.

Seção III
Da Sistematização dos Campos de Atuação Profissional

Art. 11. Para a atribuição de títulos profissionais, atividades e competências será observada a sistematização dos campos de atuação profissional e dos níveis de formação profissional mencionados no art. 3º desta Resolução, e consideradas as especificidades de cada campo de atuação profissional e nível de formação das várias profissões integrantes do Sistema Confea/Crea, apresentadas no Anexo II.

§ 1º A sistematização mencionada no *caput* deste artigo, constante do Anexo II, tem características que deverão ser consideradas, no que couber, em conexão com os perfis profissionais, estruturas curriculares e projetos pedagógicos, em consonância com as diretrizes curriculares nacionais dos cursos que levem à diplomação ou concessão de certificados nos vários níveis profissionais, e deverá ser revista periodicamente, com a decisão favorável das câmaras especializadas, do Plenário dos Creas e aprovação pelo Plenário do Confea com voto favorável de no mínimo dois terços do total de seus membros.

§ 2º Para a atribuição inicial de títulos profissionais, atividades e competências para os profissionais diplomados no nível técnico e para os diplomados no nível superior em Geologia, em Geografia e em Meteorologia prevalecerão as disposições estabelecidas nas respectivas legislações específicas.

CAPÍTULO IV
DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 12. Ao profissional já diplomado aplicar-se-á um dos seguintes critérios:

I – ao que estiver registrado será permitida a extensão da atribuição inicial de título profissional, atividades e competências, em conformidade com o estabelecido nos arts. 9º e 10 e seus parágrafos, desta Resolução; ou

II – ao que ainda não estiver registrado, será concedida a atribuição inicial de título profissional, atividades e competências, em conformidade com os critérios em vigor antes da vigência desta Resolução, sendo-lhe permitida a extensão da mesma em conformidade com o estabelecido nos arts. 9º e 10 e seus parágrafos, desta Resolução.

Art. 13. Ao aluno matriculado em curso comprovadamente regular, anteriormente à entrada em vigor desta Resolução, é permitida a opção pelo registro em conformidade com as disposições então vigentes.

Art. 14. Questões levantadas no âmbito dos Creas relativas a atribuições de títulos profissionais, atividades e competências serão decididas pelo Confea em conformidade com o disposto no parágrafo único do art. 27 da Lei nº 5.194, de 1966.

Art. 15. O Confea, no prazo de até cento e vinte dias a contar da data de publicação desta Resolução, deverá apreciar e aprovar os Anexos I e II nela referidos.

Art. 16. Esta resolução entra em vigor em, no máximo, cento e oitenta dias após a data do estabelecimento pelo Confea dos critérios para a padronização dos procedimentos mencionados no § 1º do art. 8º, necessários à sua devida operacionalização.

Parágrafo único. O estabelecimento dos critérios objeto deste artigo deverá, obrigatoriamente, ser expedido pelo Confea em, no máximo, trezentos e sessenta e cinco dias a partir da data da publicação desta Resolução.

Brasília, 22 de agosto de 2005.

Eng. Wilson Lang
Presidente

Publicado no D.O.U de 30 de agosto de 2005 – Seção 1, pág. 191 e 192
Publicada no D.O.U de 21 de setembro de 2005 – Seção 3, pág. 99 as Retificações do inciso X do art. 2º e do § 4º do art. 10.

ANEXO IV

DIRETRIZES DO PROVÃO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - 2003

Portaria no. 3811 de 24 de dezembro de 2002

Publicada no Diário da União de 26 de dezembro de 2002

O MINISTRO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, no uso de suas atribuições e tendo em vista o disposto no artigo 3o da Lei no 9.131, de 24 de novembro de 1995, e nos artigos 4o e 6o da Portaria Ministerial no 1.843, de 31 de outubro de 2000, e considerando as definições estabelecidas pela Comissão de Avaliação do Curso de Engenharia Elétrica, nomeada pela Portaria Ministerial no 3.159 de 13 de novembro de 2002, resolve:

Art. 1o O Exame Nacional de Cursos, como parte integrante do sistema de avaliação da educação superior, no que se refere aos cursos de Engenharia Elétrica, terá por objetivos: I. Contribuir para a: a) avaliação dos cursos de graduação em Engenharia Elétrica, com o intuito de promover a melhoria da qualidade e o contínuo aperfeiçoamento do ensino oferecido, por meio da verificação de competências, habilidades e domínio de conhecimentos necessários para o exercício da profissão e da cidadania; b) análise do processo de ensino-aprendizagem e suas relações com fatores socioeconômicos e culturais com base em uma série histórica de informações e dados, quantitativos e qualitativos, por meio da análise dos resultados de prova escrita e questionários, visando a um diagnóstico do ensino de Engenharia Elétrica; c) identificação de necessidades, demandas e problemas na formação do Engenheiro Eletricista, considerando-se as exigências sociais, econômicas, políticas, culturais, éticas e educacionais. II. Oferecer subsídios para: a) a formulação de políticas públicas para a melhoria do ensino de graduação no País; b) o acompanhamento, por parte da sociedade, da qualificação oferecida aos graduandos pelos cursos de Engenharia Elétrica; c) o processo de auto-avaliação dos cursos de Engenharia Elétrica; d) a auto-avaliação dos graduandos em Engenharia Elétrica. III. Estimular as instituições de educação superior a aprimorarem seus projetos pedagógicos na área de Engenharia Elétrica, sua infra-estrutura e os recursos humanos envolvidos.

Art. 2o O Exame Nacional dos Cursos de Engenharia Elétrica de 2003 tomará como referência que o graduando deve apresentar o seguinte perfil: sólida formação básica e profissional em Engenharia Elétrica; postura ética e humanística; visão crítica, global e atualizada do mundo; responsabilidade social e ambiental; consciência da importância da formação continuada e da promoção da qualidade; iniciativa; criatividade e liderança; espírito empreendedor; autonomia intelectual; e com capacidade para: a) atuar em equipes interdisciplinares e multiprofissionais; b) transmitir e registrar seu conhecimento e produção; c) enfrentar novos desafios tecnológicos e sociais; d) promover inovações, conceber, coordenar, supervisionar e implementar aplicações.

Art. 3o O Exame Nacional dos Cursos de Engenharia Elétrica de 2003 avaliará se o conjunto de graduandos desenvolveu, ao longo do curso: I. Competências e habilidades gerais de: a) domínio do padrão culto da língua portuguesa e utilização da linguagem com clareza, precisão e propriedade na comunicação; b) leitura crítica de artigos técnico-científicos; c) raciocínio lógico, análise e síntese; d) identificação e solução de problemas; e) organização, expressão e

comunicação do pensamento, argumentação, persuasão e reflexão crítica; f) administração de situações inéditas, não habituais e/ou inesperadas; g) observação, interpretação e análise de dados e informações; h) utilização de procedimentos de metodologia científica; i) compreensão e expressão em pelo menos uma língua estrangeira. II. Habilidades específicas para: a) identificar, equacionar e solucionar problemas na área de Engenharia Elétrica, utilizando conhecimentos técnico-científicos, com propostas adequadas e eficientes; b) demonstrar noção de ordem de grandeza na estimativa de dados e na avaliação de resultados; c) criar e utilizar modelos aplicados a dispositivos e sistemas; d) resolver problemas concretos, promovendo abstrações, modelando casos reais e adequando-se a novas situações; e) planejar, projetar, implementar e manter sistemas na área de Engenharia Elétrica, com soluções viáveis, técnica e economicamente competitivas; f) ler e interpretar tabelas e gráficos; g) expressar-se por meio de tabelas e gráficos.

Art. 4o Os conteúdos de referência para o Exame Nacional dos Cursos de Engenharia Elétrica de 2003 serão: I. Básicos: Matemática; Física; Química; Mecânica; Informática; Eletricidade; Fenômenos de Transporte; Administração; Humanidades e Ciências Sociais; Economia e Ciências do Ambiente. II. Profissionalizantes: Circuitos Elétricos; Circuitos Lógicos; Eletromagnetismo; Eletrônica; Materiais Elétricos; Conversão de Energia; Modelagem; Análise e Simulação de Sistemas. III. Específicos conforme a ênfase ou modalidade do curso: a) Eletrotécnica – Geração; Transmissão e Distribuição de Energia; Análise de Sistemas de Potência; Instalações Elétricas; Máquinas Elétricas; Acionamentos Elétricos e Eletrônica Industrial, e Qualidade de Energia. b) Eletrônica – Eletrônica Analógica; Eletrônica Digital; Dispositivos Semicondutores; Microeletrônica, Instrumentação Eletrônica e Processamento de Sinais. c) Telecomunicações – Princípios de Comunicações; Propagação; Antenas; Microondas; Sistemas de Comunicações; Redes de Comunicações; Telefonia e Comunicação de Dados. d) Computação – Algoritmos e Estruturas de Dados; Fundamentos de Telemática; Arquitetura de Computadores; Organização de Sistemas Digitais; Microcomputadores; Sistemas Operacionais; Compiladores; Software Básico; Bancos de Dados; Linguagens e Técnicas de Programação; Paradigmas de Programação; Engenharia de Software; Sistemas de Informação; Redes de Computadores e Protocolos de Comunicação; e) Automação e Controle – Controle de Processos; Automação de Sistemas; Instrumentação; Informática Industrial; Sistemas de Produção; Desenvolvimento; Estruturação; Integração e Avaliação de Sistemas.

Art. 5o A prova do Exame Nacional dos Cursos de Engenharia Elétrica de 2003, com 4 (quatro) horas de duração total, será constituída por questões discursivas e constará de duas partes: a primeira, com 5 (cinco) questões comuns a todos os graduandos, abrangerá conteúdos básicos e profissionalizantes; a segunda, apresentará 15 (quinze) questões relativas aos conteúdos específicos, das quais o graduando escolherá 3 (três) quaisquer para responder.

Art. 6o Fará parte, também, do Exame Nacional dos Cursos de Engenharia Elétrica um questionário, que será enviado previamente aos graduandos, e cujo cartão-resposta deverá ser entregue, já preenchido, no dia da prova.

Art. 7o Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

ANEXO V
DIRETRIZES DO ENADE

Portaria INEP nº 161 de 24 de agosto de 2005
Publicada no Diário Oficial de 26 de agosto de 2005, Seção 1, pág. 54

O Presidente do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, no uso de suas atribuições, tendo em vista a Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004; a Portaria Ministerial 2.051, de 9 de julho de 2004; a Portaria Ministerial nº 2.205, de 22 de junho de 2005, retificada no DOU de 8 de julho de 2005; e considerando as definições estabelecidas pela Comissão Assessora de Avaliação da Área de Engenharia (**Grupo II – Engenharia da Computação, Engenharia de Comunicações, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Redes de Comunicação, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica, Engenharia Eletrotécnica, Engenharia Industrial Elétrica e Engenharia Mecatrônica**), nomeada pela Portaria INEP Nº 23, de 14 de julho de 2005, pela Comissão Assessora de Avaliação da parte comum dos cursos de graduação dos grupos de Engenharia, nomeada pela portaria INEP nº 147, de 9 de agosto de 2005 e pela Comissão Assessora de Avaliação da Formação Geral do ENADE, nomeada pela Portaria INEP nº 79, de 19 de maio de 2005, resolve:

Art. 1º O Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), parte integrante do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), tem como objetivo geral avaliar o desempenho dos estudantes em relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares, às habilidades e competências para a atualização permanente e aos conhecimentos sobre a realidade brasileira, mundial e sobre outras áreas do conhecimento.

Art. 2º A prova do ENADE 2005, com duração total de 4 (quatro) horas, terá um componente de avaliação da formação geral comum aos cursos de todas as áreas, um componente comum a área de Engenharia (grupos I a VII) e um componente específico para o grupo II.

Art. 3º No componente de avaliação da formação geral, será investigada a formação de um profissional ético, competente e comprometido com a sociedade em que vive.

§ 1º No componente de avaliação da formação geral, serão consideradas, entre outras, as habilidades do estudante para analisar, sintetizar, criticar, deduzir, construir hipóteses, estabelecer relações, fazer comparações, detectar contradições, decidir, organizar, trabalhar em equipe e administrar conflitos.

§ 2º O componente de avaliação da formação geral do ENADE 2005 terá 10 (dez) questões, discursivas e de múltipla escolha, que abordarão situações-problema, estudos de caso, simulações e interpretação de textos, imagens, gráficos e tabelas.

§ 3º As questões discursivas investigarão, além do conteúdo específico, aspectos como a clareza, a coerência, a coesão, as estratégias argumentativas, a utilização de vocabulário adequado, e a correção gramatical do texto.

§ 4º A avaliação da formação geral contemplará temas como: sociodiversidade: multiculturalismo e inclusão; exclusão e minorias; biodiversidade; ecologia; novos mapas sócio e geopolíticos; globalização; arte e

filosofia; políticas públicas: educação, habitação, saúde e segurança; redes sociais e responsabilidade: setor público, privado, terceiro setor; relações interpessoais (respeitar, cuidar, considerar e conviver); vida urbana e rural; inclusão/exclusão digital; cidadania; violência; terrorismo, avanços tecnológicos, relações de trabalho.

Art. 4º O Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE 2005), no componente específico da área de Engenharia (Grupo II), terá por **objetivos**, contribuir para:

a) avaliar a capacidade do aluno em utilizar conhecimentos científicos e tecnológicos por meio da síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso para a solução de problemas relacionados com a área da engenharia;
b) verificar as competências, habilidades e domínio de conhecimentos para o exercício da profissão e da cidadania;
c) construir uma série histórica de avaliações, objetivando um diagnóstico da educação em engenharia para o aperfeiçoamento do processo de ensino aprendizagem;
d) estabelecer políticas públicas para melhoria da qualidade da educação em engenharia;
e) identificar as necessidades, demandas e problemas do processo de formação de profissionais no âmbito da engenharia.

Art. 5º A prova do ENADE 2005, no componente específico da área de Engenharia (Grupo II), tomará como referência o seguinte **perfil** do profissional: engenheiro com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, com atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Art. 6º A prova do ENADE 2005, no componente específico da área de Engenharia (Grupo II), avaliará se o estudante desenvolveu, no processo de formação, **habilidades e competências** dentre as descritas a seguir:

a) aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
b) projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
c) conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
d) planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
e) identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
f) desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
g) supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
h) avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
i) comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
j) atuar em equipes multidisciplinares;
k) compreender e aplicar a ética e a responsabilidade profissionais;
l) avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;

m) avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;

n) assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Art. 7º A prova do ENADE 2005, no componente específico da área de Engenharia (Grupo II), tomará como referencial os **conteúdos** descritos a seguir:

I) Núcleo de Conteúdos Básicos (comum aos grupos I a VII de Engenharia): Metodologia Científica e Tecnológica; Comunicação e Expressão; Informática; Expressão Gráfica; Matemática; Física; Fenômenos de Transporte; Mecânica dos Sólidos; Eletricidade Aplicada; Química; Administração; Economia; Ciência e Tecnologia dos Materiais; Ciências do Ambiente; Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

II) Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos do grupo II: Circuitos elétricos; Circuitos lógicos; Conversão de energia; Eletromagnetismo; Eletrônica analógica; Eletrônica digital; Sinais e sistemas; Materiais elétricos; Métodos numéricos.

III) Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos de cada curso do grupo II:

1 - Computação: Algoritmos e estrutura de dados; Organização de computadores; Redes de computadores; Sistemas de informação; Sistemas operacionais.

2 - Controle e automação: Controle de sistemas dinâmicos; Modelagem, análise e simulação de sistemas; Robótica; Sistemas lineares e não lineares; Automação industrial.

3 – Eletrônica: Instrumentação; Sistemas digitais; Processamento de sinais de áudio e vídeo; Circuitos eletrônicos; Dispositivos semicondutores.

4 – Eletrotécnica: Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica; Máquinas elétricas; Modelagem e análise de sistemas de potência; Instalações elétricas; Acionamentos elétricos.

5 – Telecomunicações: Transmissão digital da informação; Antenas e propagação; Sistemas de comunicação; Redes de comunicação de dados; Telefonia.

Art. 8º A prova do ENADE 2005, no componente específico da área de Engenharia (Grupo II), terá 30 (trinta) questões, discursivas e de múltipla escolha, envolvendo situações-problema e estudos de caso, de acordo com os conteúdos definidos no Art. 7º desta Portaria:

a) 10 (dez) questões do Núcleo de Conteúdos Básicos (comum aos grupos I a VII);

b) 15 (quinze) questões do Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos do grupo II;

c) 5 (cinco) questões diferenciadas, do Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes Específicos de cada curso do grupo II, a serem respondidas exclusivamente pelos estudantes dos seus respectivos cursos.

Art. 9º A Comissão Assessora de Avaliação da área de Engenharia (Grupo II) e a Comissão de Avaliação da Formação Geral do ENADE subsidiarão a banca de elaboração com informações adicionais sobre a prova.

Art. 10 Esta portaria entra em vigor na data de sua publicação.

ELIEZER MOREIRA PACHECO
PRESIDENTE

ANEXO VI

Estruturas Curriculares

Estrutura Curricular da EPUSP – 2006

1º Semestre		Créditos	
		A	T
FEP2195	Física Geral e Experimental para Engenharia I	4	0
MAC2166	Introdução à Computação para Engenharia	4	0
MAT2453	Cálculo Diferencial e Integral para Engenharia I	6	0
MAT2457	Álgebra Linear para Engenharia I	4	0
PCC2121	Geometria Gráfica para Engenharia	2	1
PNV2100	Introdução à Engenharia	3	1
PQI2110	Química Tecnológica Geral	4	0
		27	2

2º Semestre		Créditos	
		A	T
FEP2196	Física para Engenharia II	4	0
FEP2198	Laboratório de Física para Engenharia II	2	0
MAP2121	Cálculo Numérico	4	0
MAT2454	Cálculo Diferencial e Integral para Engenharia II	4	0
MAT2458	Álgebra Linear para Engenharia II	4	0
PCC2122	Representação Gráfica para Engenharia	2	1
PME2100	Mecânica A	4	0
PMT2100	Introdução à Ciência dos Materiais para Engenharia	4	0
		28	1

3º Semestre		Créditos	
		A	T
DFD0451	Instituições de Direito	2	0
FAP2292	Física para Engenharia Elétrica I I I	6	0
MAT2455	Cálculo Diferencial e Integral para Engenharia III	4	0
PCS2214	Fundamentos de Engenharia de Computação I	4	0
PEA2200	Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade	4	0
PSI2211	Circuitos Elétricos I	4	0
PSI2221	Práticas de Eletricidade e Eletrônica I	4	0
		28	0

4º Semestre	Créditos

		A	T
FAP2293	Física para Engenharia Elétrica I V	6	0
MAT2456	Cálculo Diferencial e Integral para Engenharia IV	4	0
PCS2215	Fundamentos de Engenharia de Computação II	4	0
PEA2211	Introdução à Eletromecânica e à Automação	4	0
PSI2212	Circuitos Elétricos II	4	0
PSI2222	Práticas de Eletricidade e Eletrônica II	2	2
PSI2223	Introdução à Eletrônica	4	0
.	.	28	2

5º Semestre		**Créditos**	
		A	**T**
PEA2303	Teoria Eletromagnética	4	0
PME2378	Introdução às Ciências Térmicas	4	0
PRO2201	Estatística I	4	0
PSI2306	Eletrônica	4	0
PSI2307	Laboratório de Eletrônica	4	0
PSI2315	Laboratório de Eletricidade I	4	0
PTC2307	Sistemas e Sinais I	4	0
.	.	28	0

6º Semestre		**Créditos**	
		A	**T**
PCS2304	Projeto Lógico Digital	4	0
PCS2355	Laboratório Digital	4	0
PEA2301	Introdução a Sistemas Elétricos de Potência	4	0
PEA2306	Conversão Eletromecânica de Energia	4	0
PEF2308	Fundamentos de Mecânica das Estruturas	2	0
PME2332	Laboratório e Aplicações de Mecânica dos Fluídos	2	0
PSI2316	Laboratório de Eletricidade II	4	0
PTC2359	Engenharia de Comunicações	4	0
.	.	28	0

7º Semestre		**Créditos**	
		A	**T**
PEA2400	Máquinas Elétricas I	4	0
PEA2401	Laboratório de Instalações Elétricas I	2	0
PEA2402	Instalações Elétricas I	4	0
PEA2410	Sistemas de Potência I	4	0
PEA2411	Introdução à Automação de Sistemas Elétricos	2	0
PEA2455	Controle	4	0
PEA2487	Eletrônica de Potência I	4	0

PRO2208	Introdução à Economia	4	0
.	.	28	0
8º Semestre		**Créditos**	
		A	**T**
PEA2403	Instalações Elétricas II	4	0
PEA2404	Máquinas Elétricas e Seus Acionamentos	4	0
PEA2406	Laboratório de Sistemas de Potência	2	0
PEA2412	Automação de Sistemas Elétricos de Potência	4	0
PEA2417	Sistemas de Potência II	4	0
PEA2420	Produção de Energia	4	0
PEA2488	Eletrônica de Potência II	4	0
.	.	26	0
9º Semestre		**Créditos**	
		A	**T**
PEA2500	Projeto de Formatura I	4	0
PEA2502	Laboratório de Eletrônica de Potência	2	0
PEA2504	Laboratório de Máquinas Elétricas	2	0
PEA2505	Introdução à Automação de Sistemas Industriais	2	0
PEA2511	Transporte de Energia Elétrica	4	0
PEA2520	Uso da Energia Elétrica	4	0
PEA2522	Técnicas de Otimização em Engenharia de Potência	2	0
PRO2305	Princípios de Gestão de Projeto	2	0
.	.	22	0
10º Semestre		**Créditos**	
		A	**T**
PEA2503	Laboratório de Qualidade de Energia	2	0
PEA2507	Projeto de Formatura II	4	0
PEA2509	Laboratório de Automação de Sistemas Elétricos	4	0
PEA2521	Qualidade e Regulação de Energia Elétrica	4	0
PEA2600	Estágio Supervisionado	1	6
.	.	15	6

Escola de Engenharia de São Carlos

Curso: Engenharia Elétrica
Ênfase em Sistemas de Energia e Automação

Informações Básicas do Curriculo

Data de Início:	01/01/2006	Duração Ideal	10 semestres
		Mínima	8 semestres
		Máxima	18 semestres

Carga Horária	Aula	Trabalho	Estágio	Subtotal
Obrigatória	2850	450	180	3480
Optativa Livre	90	0	-	90
Optativa Eletiva	540	0	-	540
Total	3480	450	180	4110

Informações Específicas

1) Todos os conjuntos de disciplinas (C) exigem matrícula simultânea e avaliação em separado consoante decisão da Comissão de Graduação, em reunião de 14/5/1992.
2) Estudo de Problemas Brasileiros: a Egrégia Congregação da EESC, consoante o disposto no artigo 2o. da Resolução CoG 3902, de 21/12/1991, decidiu que Estudo de Problemas Brasileiros será ministrado como atividade integrada em disciplinas dos respectivos cursos de graduação, de acordo com o item 3 do Artigo 2o. da Resolução atrás apontada. Disciplinas: SEP0527-Gestão e Organização e SEP0587-Princípios de Economia.
3) O aluno deverá cursar, no mínimo, 36 créditos em disciplinas optativas eletivas, e, no mínimo, 6 créditos em disciplinass optativas livres, para a conclusão do curso.

Grade Curricular

Disciplinas Obrigatórias

1º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
FCM0101	Física I	6	0	90
FFI0180	Laboratório de Física Geral I	2	0	30

SAP0126	Humanidades e Ciências Sociais	2	0	30
SAP0144	Desenho Técnico - Ea	2	0	30
SCE0103	Introdução à Ciência da Computação	2	2	90
SEL0300	Informação Profissional em Engenharia Elétrica	1	0	15
SMA0300	Geometria Analítica	4	0	60
SMA0301	Cálculo I	6	0	90
	Subtotal:	25	2	435

2º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
FCM0102	Física II	6	0	90
FFI0181	Laboratório de Física Geral II	2	0	30
SCE0283	Linguagens de Programação e Aplicações	2	0	30
SEL0416	Introdução aos Sistemas de Energia	3	0	45
SET0188	Introdução à Isostática	2	0	30
SMA0304	Álgebra Linear	4	0	60
SMA0332	Cálculo II	6	0	90
SQM0405	Química Geral e Experimental	4	1	90
	Subtotal:	29	1	465

3º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SCE0105	Estatística I	4	0	60
SCE0178	Cálculo Numérico	4	0	60
SEL0301	Circuitos Elétricos I	4	0	60
SEL0304	Medidas Elétricas e Eletrônicas I	4	0	60
SEL0414	Sistemas Digitais	4	0	60
SMA0127	Equações Diferenciais Ordinárias	4	0	60
SMA0333	Cálculo III	4	0	60
	Subtotal:	28	0	420

4º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
FFI0338	Física IV	4	0	60
SEL0302	Circuitos Elétricos II	4	0	60
SEL0309	Eletromagnetismo	4	0	60
SEL0383	Sinais e Sistemas em Engenharia Elétrica	4	0	60
SEL0384	Laboratório de Sistemas Digitais I	2	0	30
SEL0415	Introdução à Organização de Computadores	2	0	30
SMA0111	Funções de Variável Complexa	4	0	60
	Subtotal:	24	0	360

5º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0305	Medidas Elétricas e Eletrônicas II	2	0	30

SEL0310	Ondas Eletromagnéticas	4	0	60
SEL0311	Instalações Elétricas I	2	0	30
SEL0313	Circuitos Eletrônicos I	4	0	60
SEL0327	Laboratório de Fundamentos de Controle I	2	0	30
SEL0336	Aplicação de Microprocessadores I	2	0	30
SEL0417	Fundamentos de Controle	4	0	60
SEL0426	Materiais Elétricos e Ferromagnéticos	3	0	45
SHS0183	Fenômenos de Transporte	2	0	30
	Subtotal:	25	0	375

6º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0312	Instalações Elétricas II	3	0	45
SEL0314	Circuitos Eletrônicos II	4	0	60
SEL0329	Conversão Eletromecânica de Energia	4	0	60
SEL0331	Análise Estática de Sistemas de Energia Elétrica	3	0	45
SEL0363	Geração de Energia Elétrica	3	0	45
SEL0418	Laboratório de Circuitos Eletrônicos (ea)	2	0	30
	Subtotal:	19	0	285

7º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0330	Laboratório de Conversão Eletromecânica de Energia	2	0	30
SEL0343	Processamento Digital de Sinais	2	0	30
SEL0365	Linhas de Transmissão de Energia Elétrica	3	0	45
SEL0401	Eletrônica de Potência	4	0	60
SEL0406	Automação	3	0	45
SHS0182	Ciências do Ambiente para Engenharia Elétrica	2	0	30
	Subtotal:	16	0	240

8º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0402	Laboratório de Eletrônica de Potência	4	0	60
SEL0409	Qualidade de Energia	3	0	45
SEM0360	Fundamentos Termodinâmicos	4	0	60
	Subtotal:	11	0	165

9º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0422	Máquinas Elétricas	4	0	60
SEP0527	Gestão e Organização	2	0	30
SEP0587	Princípios de Economia	2	0	30
	Subtotal:	8	0	120

10º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0394	Projeto de Formatura	0	6	180

SEL0423	Laboratório de Máquinas Elétricas	2	0	30
SEL0425	Estágio Supervisionado	0	6	180
SEP0171	Gerenciamento de Projetos	3	0	45
	Subtotal:	5	12	435

Disciplinas Optativas

2º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
1800040	A Ética e a Responsabilidade Social em Engenharia	2	0	30

4º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
1800043	O Engenheiro Como Agente Ético	2	0	30

5º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0399	Fundamentos de Semicondutores	2	0	30

6º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0337	Aplicação de Microprocessadores II	2	0	30
SHS0115	Aproveitamentos Hidroelétricos	3	0	45
SEL0326	Controle de Sistemas Lineares	2	0	30
SET0189	Elementos de Mecânica dos Sólidos	2	0	30
SEL0424	Métodos de Otimização em Sistemas	3	0	45

7º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0348	Cálculo de Curto Circuito	3	0	45
SEL0420	Distribuição de Energia Elétrica	2	0	30
SEL0419	Operação Energética e Expansão dos Sistemas Elétricos	2	0	30
SEL0360	Princípios de Comunicação	3	0	45

8º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0356	Aplicação de Processamento Digital de Sinais	3	0	45
SEL0359	Controle Digital	4	0	60
SEL0375	Engenharia de Software	2	0	30
SEL0354	Proteção em Sistemas de Energia Elétrica	3	0	45
SEL0378	Redes de Computadores	2	0	30
SEL0421	Sistemas Inteligentes	4	0	60

SEL0358	Transdutores	4	0	60

9º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0342	Acionamento e Controle de Máquinas Elétricas	2	0	30
SEL0357	Operação de Sistemas Elétricos de Potência	3	0	45
SEL0353	Princípios de Alta Tensão e Coodernação de Isolação	3	0	45

10º Período Ideal		Créd. Aula	Créd. Trab.	Carga Horária
SEL0355	Estabilidade de Sistemas Elétricos de Potência	3	0	45

01° Semestre: 28 Créditos

EA772 (04)	EM312 (04)	EM330 (04)	F 128 (04)
F 129 (02)	MA111 (06)	MA141 (04)	

02° Semestre: 32 Créditos

EA513 (04)	EA773 (02)	EM430 (04)	F 228 (04)
F 229 (02)	MA211 (06)	MA327 (04)	MC102 (06)

03° Semestre: 28 Créditos

EA611 (04)	EA869 (04)	EE103 (02)	EM524 (04)
F 313 (04)	MA311 (06)	ME323 (04)	

04° Semestre: 30 Créditos

EA870 (04)	EE300 (04)	EE301 (02)	EE400 (04)
EE521 (04)	LA122 (04)	MS211 (04)	QG100 (04)

05° Semestre: 27 Créditos

EA078 (04)	EA614 (04)	EE410 (04)	EE522 (02)
EE540 (04)	EM423 (03)	ET520 (04)	ET521 (02)

06° Semestre: 26 Créditos

EA079 (02)	EA616 (04)	EA619 (02)	EE530 (04)
EE754 (04)	EE881 (04)	ET620 (04)	ET621 (02)

07° Semestre: 28 Créditos

ELET.(04)	EA721 (04)	EA722 (02)	EA876 (04)
EE531 (02)	EE640 (04)	EE755 (02)	EE882 (02)
ET720 (04)			

08° Semestre: 28 Créditos

ELET.(08)	CE738 (04)	CE838 (02)	EA044 (04)

EE610 (04) EE641 (02) EE833 (04)

09º Semestre: 20 Créditos

ELET.(16) BE310 (02) CE304 (02)

10º Semestre: 14 Créditos

ELET.(14)

curso 11 - Engenharia Elétrica - Currículo Pleno

Catálogo 2005

Núcleo Comum ao Curso:

BE310 Ciências do Ambiente

CE304 Direito

CE738 Economia para Engenharia

CE838 Contabilidade para Engenharia

EA044 Planejamento e Análise de Sistemas de Produção

EA078 Micro e Minicomputadores: Hardware

EA079 Laboratório de Micro e Minicomputadores

EA513 Circuitos Elétricos

EA611 Circuitos II

EA614 Análise de Sinais

EA616 Análise Linear de Sistemas

EA619 Laboratório de Análise Linear

EA721 Princípios de Controle e Servomecanismo

EA722 Laboratório de Controle e Servomecanismo

EA772 Circuitos Lógicos

EA773 Laboratório de Circuitos Lógicos

EA869 Introdução a Sistemas de Computação Digital

EA870 Laboratório de Computação

EA876 Introdução a Software de Sistema

EE103 Laboratório de Engenharia Elétrica I

EE300 Fundamentos da Física Moderna

EE301 Laboratório de Fundamentos Físicos para a Engenharia Elétrica

EE400 Métodos da Engenharia Elétrica

EE410 Introdução à Ciência dos Materiais para Engenharia Elétrica

EE521 Introdução à Teoria Eletromagnética

EE522 Laboratório de Eletromagnetismo

EE530 Eletrônica Básica I

EE531 Laboratório de Eletrônica Básica I

EE540 Teoria Eletromagnética

EE610 Eletrônica Digital I

EE640 Eletrônica Básica II

EE641 Laboratório de Eletrônica Básica II

EE754 Ondas Guiadas

EE755 Laboratório de Ondas Guiadas

EE833 Eletrônica de Potência

EE881 Princípios de Comunicações I

EE882 Laboratório de Comunicações I

EM312 Desenho Técnico

ET520 Princípios de Conversão de Energia
ET521 Laboratório de Princípios de Conversão de Energia
ET620 Máquinas Elétricas
ET621 Laboratório de Máquinas Elétricas
ET720 Sistemas de Energia Elétrica I
F 128 Física Geral I
F 129 Física Experimental I
F 228 Física Geral II
F 229 Física Experimental II
F 313 Mecânica Geral
LA122 Inglês Instrumental I
MA111 Cálculo I
MA141 Geometria Analítica e Vetores
MA211 Cálculo II
MA311 Cálculo III
MA327 Álgebra Linear
MC102 Algoritmos e Programação de Computadores
ME323 Introdução aos Modelos Probabilísticos
MS211 Cálculo Numérico
QG100 Química

Disciplinas Eletivas
06 créditos dentre:

EA001 Estágio em Engenharia Elétrica
EA002 Estágio de Iniciação Científica I
EA003 Estágio de Iniciação Científica II
EA004 Estágio de Iniciação Científica III
EA005 Estágio de Iniciação Científica IV
EA006 Trabalho de Fim de Curso
EA007 Trabalho de Graduação I
EA008 Trabalho de Graduação II
EA009 Estágio em Engenharia Biomédica I
EA010 Estágio em Engenharia Biomédica II
EA011 Estágio em Engenharia de Telecomunicações
EE010 Estágio em Empresa Júnior

02 créditos dentre:
EA900 Ciência, Tecnologia e Engenharia
GT001 Ciência, Tecnologia e Sociedade
HG023 Introdução à Filosofia da Ciência
HZ291 Tópicos Especiais de Humanidades I
HZ292 Tópicos Especiais de Humanidades II
HZ293 Tópicos Especiais de Humanidades III

34 créditos dentre:
----- Qualquer disciplina oferecida pela UNICAMP

70 vagas diurno – 10 semestres

30 vagas noturn0 – 14 semestres

UFMG

Período	Número de Ordem	Nomeclatura	Código	Classificação	Carga Horária Total	Créd.	Pré-Requisitos
		Diciplinas					
	1	Algorítmos e Estrutura de Dados I	DCC003	OB	60	4	
	2	Introdução à Engenharia Elétrica	EEE001	OB	15	1	
	3	Indtrodução à Física Experimental	FIS054	OB	45 P	3	
Primeiro	4	Fundamentos de Mecânica	FIS065	OB	60	4	
	5	Inglês Instrumental I	LEG601	OB	30T + 30P	4	
	6	Cálculo Diferencial e Integral I	MAT001	OB	90	6	
	7	Geometria Analítica e Álgebra Linear	MAT038	OB	60	4	
		Soma			**390**	**26**	
	8	Algorítmos e Estrutura de Dados II	DCC004	OB	60	4	DCC003
	9	Análise Numérica	DCC033	OB	60	4	
	10	Formação em Ciências Humanas I	FCH001	OB	60	4	
	11	Física Experimental EO	FIS060	OB	45 P	3	FIS054
	12	Fundamentos de Termodinâmica	FIS066	OB	30	2	MAT001
Segundo	13	Fundamentos de Mecânica Sólidos e Flúidos	FIS067	OB	15	1	FIS065
	14	Fundamentos de Mecânica Ondulatória	FIS068	OB	15	1	FIS065
	15	Inglês Instrumental II	LEG602	OB	30T + 30P	4	LEG601
	16	Cálculo Diferencial e Integral II	MAT039	OB	60	4	MAT001,MAT038

		Soma			**405**	**27**	
	17	Análise de Circuitos Elétricos I	ELE064	OB	30	2	
	18	Sistemas Digitais em Engenharia Elétrica	ELT028	OB	60	4	
	19	Fenômenos de Transporte	EQM044	OB	30T + 15P	3	FIS066,FIS067,FIS068
Terceiro	20	Fundamentos de Eletromagnetismo	FIS069	OB	60	4	FIS065
	21	Cálculo Diferencial e Integral III	MAT002	OB	60	4	MAT039
	22	Equações Diferenciais A	MAT015	OB	60	4	MAT039
	23	Optativa do GRUPO I	--	OB	60	4	
		Soma			**375**	**25**	
	24	Laboratório de Circuitos Elétricos I	ELE028	OB	30 P	2	ELE064
	25	Análise de Circuitos Elétricos II	ELE065	OB	30	2	ELE064,MAT015
	26	Laboratório de Sistemas Digitais	ELT029	OB	30 P	2	ELT028
	27	Análise de Sistemas Lineares	ELT032	OB	60	4	MAT015
Quarto	28	Eletrônica I	ELT055	OB	60	4	ELE064
	29	Fundamentos de Óptica	FIS070	OB	30	2	FIS069
	30	Fundamentos de Física Moderna	FIS071	OB	30	2	FIS069
	31	Equações Diferenciais B	MAT016	OB	60	4	MAT039
		Soma			**330**	**22**	
	32	Eletromagnetismo	ELE001	OB	60	4	FIS069,MAT016
	33	Sistemas de Medição	ELE029	OB	30T + 30P	4	ELE065
	34	Laboratório de Circuitos Elétricos II	ELE031	OB	30 P	2	ELE028,ELT032
Quinto	35	Análise de Circuitos Elétricos III	ELE066	OB	30	2	ELE065,ELT032
	36	Laboratório de Eletrônica I	ELT031	OB	30 P	2	ELT055
	37	Eletrônica II	ELT033	OB	45	3	ELT032,ELT055
		Controle de					

		Sistemas Lineares					
	39	Optativa do GRUPO II	--	OB	60	4	
		Soma			**375**	**25**	
	40	Teoria dos Materiais	ELE032	OB	60	4	ELE001
	41	Circuitos Polifásicos e Magnéticos	ELE033	OB	45T + 15P	4	ELE001,ELE065
	42	Conversão da Energia	ELE034	OB	60	4	ELE001,ELE065
Sexto	43	Laboratório de Eletrônica II	ELT034	OB	30 P	2	ELT033
	44	Probabilidade e Processos Estocásticos	EST045	OB	60	4	MAT001
	45	Optativas do GRUPO III	--	OB	120	8	
		Soma			**390**	**26**	
Sétimo	46	Laboratório de Conversão de Energia	ELE035	OB	30 P	2	ELE034
	47	Optativas do GRUPO IV	--	-	300	20	
		Soma			**330**	**22**	
Oitavo	48	Formação em Ciências Humanas II	FCH002	OB	60	4	
	49	Optativas do GRUPO V e VI	--	-	300	20	
		Soma			**360**	**24**	
Nono	50	Optativas do GRUPO V e VI	--	-	300	20	
		Soma			**300**	**20**	
Décimo	51	Optativas do GRUPO V e VI	--	-	60	4	
		Soma			**60**	**4**	
8o. ao 10o.		Estágio Curricular	--	-	180	12	
		Carga Horária Total			**3495**	**233**	

Outras Atividades Geradoras de Créditos

Quarto ao Décimo Período

Iniciação Científica I	ENG017	OP	2
Iniciação Científica II	ENG018	OP	1
Projeto Orientado I	ENG019	OP	1
Projeto Orientado II	ENG020	OP	1
Projeto de Extensão I	ENG021	OP	1
Projeto de Extensão II	ENG022	OP	1
Programa de Iniciação à Docência	ENG023	OP	1
Produção Científica I	ENG024	OP	1
Produção Científica II	ENG025	OP	1
Atividade à Distância I	ENG026	OP	2
Atividade à Distância II	ENG027	OP	1
Formação Livre I	ENG028	OP	4
Formação Livre II	ENG029	OP	4
Estudos Avançados I (pós)	ENG030	OP	4

Grupos de Disciplinas

Grupo I (Terceiro Período)

Nomeclatura	Código	Carga Horária	Créditos	Pré-Requisitos
Desenho Técnico	**ELE061**	**60**	**4**	
Programação Orientada à Objeto	**DCC038**	**60**	**4**	**DCC004**

Grupo II (Quinto Período)

Nomeclatura	Código	Carga Horária	Créditos	Pré-Requisitos
Fundamentos de Engenharia	ELE059	60	4	

Comunicação			
Geração de Energia Elétrica	ELE045	60	4
Instalações Elétricas Residenciais e Prediais	ELE054	30T + 30 P	4
Introdução à Arquitetura de Computadores	DCC017	30T + 30P	4
Laboratório de Controle e Automação I	ELT014	60 P	4
Tecnologia de Dispositivos Semicondutores	EEE006	60	4

Outras Atividades Geradoras de Crédito

Grupo IV (Sétimo Período)

Nomeclatura	Código	Carga Horária	Créditos	Pré-Requisitos
Acionamentos Elétricos	ELE039	60	4	
Análise de Sistemas Elétricos de Potência	ELE049	60	4	
Controle Digital	ELT013	60	4	
Eletrônica de Potência	ELT040	60	4	
Fundamentos de Redes de Comunicação	ELT036	60	4	
Laboratório de Controle e Automação I	ELT014	60P	4	
Engenharia de Software	DCC603	60	4	
Teoria da Irradiação e Ondas Guiadas	ELT044	60	4	
Teoria das Comunicações	ELT045	45T + 30P	5	
Transitório em Sistemas de Energia Elétrica	ELE050	60	4	

Grupo V

Nomeclatura	Código	Carga	Créditos	Pré-Requisitos
Comunicações Ópticas	ELT049	60	4	
Conservação da Energia	ELE044	45	3	
Controle Estocástico de Processos	ELT017	30	2	
Controle Multivariável	ELT019	45	3	
Coordenação de Isolamento	ELE052	45	3	
Desenho Técnico	ELE061	60	4	
Distribuição de Energia Elétrica	ELE062	45	3	
Estabilidade de Sistemas de Energia Elétrica	ELE053	45	3	
Fontes de Alimentação CC e CA	ELT043	45	3	
Fundamentos da Teoria da Computação	DCC129	60	4	

Comunicações Móveis	ELT048	60	4	
Comunicações Ópticas	ELT049	60	4	
Conservação da Energia	ELE044	45	3	
Controle Estocástico de Processos	ELT017	30	2	
Controle Multivariável	ELT019	45	3	
Coordenação de Isolamento	ELE052	45	3	
Desenho Técnico	ELE061	60	4	
Distribuição de Energia Elétrica	ELE062	45	3	
Estabilidade de Sistemas de Energia Elétrica	ELE053	45	3	
Fontes de Alimentação CC e CA	ELT043	45	3	
Fundamentos da Teoria da Computação	DCC129	60	4	
Fundamentos de Engenharia Biomédica	ELE059	60	4	
Informática Industrial	ELT008	30T + 30P	4	
Instrumentação Industrial	ELT010	45	3	
Inteligência Computacional	EEE003	60	4	
Interface para Microcomputadores	EEE004	45	3	
Introdução a Banco de Dados	DCC011	60	4	
Introdução ao Controle Adaptativo	ELT018	30	2	
Laboratório de Acionamentos Elétricos	ELE040	45 P	3	
Laboratório de Controle e Automação II	ELT015	60 P	4	
Laboratório de Eletrônica de Potência	ELT042	45 P	3	
Linguagens de Programação	DCC024	60	4	
Manipuladores Robóticos	ELE041	60	4	
Microondas	ELT050	60	4	
Multimídia	ELT037	45	3	
Otimização	ELE037	60	4	
Planejamento de Sistemas de Energia	ELE055	45	3	
Processamento de Sinais	ELE042	60	4	
Programação Orientada à Objeto	DCC038	60	4	DCC004
Projeto Assistido por Computador	ELE038	60	4	
Propagação de Ondas de Rádio	ELT051	60	4	
Proteção Digital de Sistemas Elétricos	ELE056	60	4	
Qualidade da Energia Elétrica	ELE046	45	3	
Redes de Longa Distância	ELT038	60	4	
Redes de Telecomunicações	ELT052	45T + 30P	5	
Sistemas de Controle Não-Lineares	ELT115	45	3	
Sistemas Distribuídos para Automação	ELT011	30	2	

Sistemas Elétricos Industriais	ELE618	45T + 14P	4
Sistemas Especialistas	EEE005	45	3
Sistemas Operacionais	DCC605	60	4
Sistemas Processadores e Periféricos	ELT005	45T + 30P	5
Software Básico	DCC008	60	4
Supervisão e Controle de Sistemas Elétricos de Potência	ELE060	45	3
Técnicas de Alta Tensão	ELE614	30T + 15P	4
Técnica de Controle de Processos Industriais	ELT039	45	3
Técnicas de Modelagem de Sistemas Dinâmicos	ELT016	30	2
Tecnologia de Máquinas Elétricas	ELE047	45	3
Transmissão de Dados	ELT053	45	3
Variável Complexa	MAT118	60	4
Veículos Elétricos e Híbridos	ELE048	45	3

Disciplinas pertencentes ao GRUPO III
Disciplinas pertencentes ao GRUPO IV

Grupo VI (a partir do Oitavo Período)

Nomeclatura	Código	Carga Horária	Créditos	Pré-Requisitos
Máquinas Hidráulicas	EHD002	60	4	
Metodologia e Modelos de Planejamento Energético	ENU005	60	4	
Organização Industrial para Engenharia	EPD001	60	4	
Planejamento da Produção	EPD035	60	4	
Sistema de Desenvolvimento de Produto	EPD034	60	4	
Tópicos Especiais em Engenharia Elétrica A	EEE007	30	2	
Tópicos Especiais em Engenharia Elétrica B	EEE008	45	3	
Tópicos Especiais em Engenharia Elétrica C	EEE009	60	4	
Usinas Hidroelétricas	EHD003	60	4	
Janela de Formação Livre	--	120	8	

Grupo VII

Nomeclatura	Código	Carga Horária	Créditos	Pré-Requisitos
Disciplinas da Pós-Graduação	ENG			

UNIFEI

CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

1º ANO

Primeiro Semestre:

Código	Disciplinas	Teórica	Prática	Pré-requisito	CH
CCO101	Processamento de Dados I	4	0		[illegible]
EEL101	Introdução à Engenharia	2	0		[illegible]
FIS101	Metodologia Científica	2	1		45
MAT101	Cálculo I	6	0		90
MAT102	Geometria Analítica	4	0		60
QUI101	Química Geral	4	2		90
	TOTAL	22	3		375

Segundo Semestre:

Código	Disciplinas	Teórica	Prática	Pré-requisito	CH
CCO201	Processamento de Dados II	4	0	CCO101 - P	60
DES201	Desenho Técnico Básico	4	0		60
MAT201	Equações Diferenciais Ordinárias I	4	0	MAT101-P/MAT102 - P	60
FIS201	Física Geral A	4	1	FIS101 - P	75
MAT202	Cálculo II	5	0	MAT101 - P	75
	TOTAL	21	1		330

2º ANO

Primeiro Semestre:

Código	Disciplinas	Teórica	Prática	Pré-requisito	CH
EEL301	Eletrotécnica Geral I	4	0		60
ELT301	Eletrônica Digital I	3	1		60
EME301	Mecânica dos Sólidos III	3	0		45
FIS301	Física Geral B	4	1		75
MAT301	Equações Diferenciais Ordinárias II	4	0	MAT201-P/MAT202 - P	60
MAT302	Cálculo Vetorial	3	0	MAT201-P/ MAT202 - P	45
MAT303	Cálculo Numérico	4	0	MAT201-P/ MAT202 - P	60
	TOTAL	25	2		405

Segundo Semestre:

Código	Disciplinas	Teórica	Prática	Pré-requisito	CH
EEL401	Eletrotécnica Geral II	4	1	EEL301 - P	[illegible]
ELT401	Eletrônica Básica I	4	1		75
ELT402	Eletrônica Digital II	3	1	ELT301 - P	60
EME401	Resistência dos Materiais	2	0		30
EME402	Dinâmica dos Sólidos I	3	0		45
FIS401	Física Geral C	4	1	MAT302 - P	75
MAT401	Equações Diferenciais Parciais	4	0	MAT301 - P	60
	TOTAL	24	4		420

3º ANO

Primeiro Semestre

Código	Disciplinas	Teórica	Prática	Pré-requisito	CH
EEL501	Conversão Eletromecânica de Energia I	4	1		[illegible]

EEL502	Medidas	3	1	EEL401 - P	60
EEL503	Modelagem e Análise de Sistemas Dinâmicos	3	0		45
ELT501	Eletrônica Básica II	4	1	ELT401 - P	75
FIS501	Física Geral D	4	1	FIS401 - P	75
FIS502	Eletromagnetismo II	4	0	FIS401 - P	60
	TOTAL	22	4		39

Segundo Semestre

Código	Disciplinas	Teórica	Prática	Pré-requisito	CH
EEL601	Conversão Eletromecânica de Energia II	3	1	EEL501 - P	60
EEL602	Instrumentação	2	1		45
EEL603	Materiais Elétricos e Instalações Elétricas	4	1		75
ECA601	Sistemas de Controle Clássico	4	1	EEL503 – P	75
EEL604	Transitórios Elétricos	3	0		45
EME601	Fenômenos de Transporte	2	1		45
PRE601	Probabilidade e Estatística	4	0		60
	TOTAL	22	5		405

SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

4º ANO

Primeiro Semestre

Código	Disciplinas	Teórica	Prática	Pré-requisito	CH
EEL701	Análise de Sistemas de Energia Elétrica I	4	0		60
ECA701	Automação de Sistemas Elétricos	1	3		60
PRE701	Probabilidade e Estatística II	3	0		45
EEL702	Tópicos em Eletrônica de Potência	4	1		75
EEL703	Transmissão de Energia Elétrica	3	0		45
	TOTAL	15	4		285

Segundo Semestre:

Código	Disciplinas	Teórica	Prática	Pré-requisito	CH
EEL801	Análise de Sistemas de Energia Elétrica II	4	0	EEL701 - P	60
TES801	Tópicos Especiais em Sistemas Elétricos de Potência I	3	0		45
EME801	Geração de Energia Elétrica	3	1		60
EEL803	Transitórios em Máquinas de CA	2	1		45
EEL804	Proteção de Sistemas Elétricos	4	0	EEL701 - P	60
	TOTAL	16	2		270

5º ANO

Código	Disciplinas	Teórica	Prática	Pré-requisito	CH
EEL901	Distribuição de Energia Elétrica	4	0		60
EEL902	Subestações	3	0		45
EEL903	Estabilidade de Sistemas de Potência	3	1	EEL601 - P	60
TES902	Tópicos Especiais em Sistemas Elétricos de Potência II	3	0		45
TES903	Tópicos Especiais em Sistemas Elétricos de Potência III	3	0		45
	TOTAL	16	1		255

TODAS AS LINHAS

DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS – CURSAR EM QUALQUER SEMESTRE CONFORME A SEG[illegible] ORIENTAÇÃO.

Código	Disciplina	Teoria	Prática	Cursar a Partir de	Sugestã[illegible]

SOCX01	Ciências Humanas e Sociais	60	0	do 2º sem. do 1º Ano	2º Sem. do 1º Ano
EAMX01	Ciências do Ambiente	60	0	2º sem. do 1º Ano	1º Sem. do 5º Ano
ECNX01	Economia	45	0	2º Ano	1º Sem. do 4º Ano
EPRX01	Engenharia Econômica	45	0	2º Ano	2º Sem. do 4º Ano
EPRX02	Organização Industrial e Administração	60	0	2º Ano	1º Sem. do 5º Ano
EDFX01	Educação Física I	0	30	Qualquer Semestre	
EDFX02	Educação Física II	0	30	Qualquer Semestre	
	TOTAL	255	60		

5º ANO

EI- 480	Estágio Supervisionado Integral (MÍNIMO)	480
EEL-41	Projeto Final de Graduação	75
	TOTAL	560

CURRÍCULO		CARGA HORÁRIA		COEFICIENTE
Disciplinas obrigatórias do 1º ao 3º ano		2325		SIM
Estágio Supervisionado Integral		480		NÃO
Disciplinas Obrigatórias cursadas sem restrição de período		330		
Projeto Final de Graduação		75		SIM - SEM LIMITES
Pesquisas, Projetos, Cursos de língua estrangeira, disciplinas de extensão e de outros cursos (mínimo)		60		NÃO – SEM LIMITES
	SUBTOTAL	3270	TOTAL	
LINHAS - Disciplinas obrigatórias do 4º e 5º ano				
1ª	Sistemas Elétricos Industriais	915	4185	SIM
2ª	Sistemas Elétricos de Potência	810	4080	SIM
3ª	Engenharia Clínica	735	4005	SIM

ENGENHARIA ELETRICA UFRGS

Numero de vagas – 100 vagas

Etapa 1

Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga Horária	Crédito	Caráter
MAT01353	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	90	6	Obrigatória
ARQ03318	DESENHO TÉCNICO I-A	60	4	Obrigatória
FIS01181	FÍSICA I-C	90	6	Obrigatória
ARQ03317	GEOMETRIA DESCRITIVA II-A	30	2	Obrigatória
ENG04013	INTRODUÇÃO À ENGENHARIA ELÉTRICA -A	60	4	Obrigatória
INF01040	INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO	60	4	Obrigatória

Etapa 2

Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga Horária	Crédito	Caráter
MAT01355	ÁLGEBRA LINEAR I - A CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	60	4	Obrigatória
MAT01354	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	90	6	Obrigatória
ARQ03319	DESENHO TÉCNICO II-A DESENHO TÉCNICO I-A e GEOMETRIA DESCRITIVA II-A	60	4	Obrigatória
FIS01182	FÍSICA II-C FÍSICA I-C e CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	90	6	Obrigatória
QUI01121	QUÍMICA FUNDAMENTAL	90	6	Obrigatória

Etapa 3

Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga Horária	Crédito	Caráter
INF01211	ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO	60	4	Adicional
ENG04030	ANÁLISE DE CIRCUITOS I FÍSICA II-C e CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A	90	6	Obrigatória
MAT01167	EQUAÇÕES DIFERENCIAIS II ÁLGEBRA LINEAR I - A e CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A	90	6	Obrigatória

FIS01183	FÍSICA III-C FÍSICA II-C	90	6	Obrigatória
ENG01156	MECÂNICA FÍSICA I-C e CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A	60	4	Obrigatória
ENG04427	TÉCNICAS DIGITAIS INTRODUÇÃO À ENGENHARIA ELÉTRICA -A	90	6	Obrigatória

Etapa 4

Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga Horária	Crédito	Caráter
ENG04031	ANÁLISE DE CIRCUITOS II ANÁLISE DE CIRCUITOS I e EQUAÇÕES DIFERENCIAIS II	90	6	Obrigatória
MAT01169	CÁLCULO NUMÉRICO EQUAÇÕES DIFERENCIAIS II e INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO	90	6	Obrigatória
ENG04447	ELETRÔNICA FUNDAMENTAL I-A ANÁLISE DE CIRCUITOS I	90	6	Obrigatória
FIS01184	FÍSICA IV-C FÍSICA III-C	90	6	Obrigatória
MAT01168	MATEMÁTICA APLICADA II EQUAÇÕES DIFERENCIAIS II	90	6	Obrigatória
INF01212	METODOLOGIA DE PROGRAMAÇÃO ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO	60	4	Adicional
ENG01140	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS A MECÂNICA	60	4	Obrigatória

Etapa 5

Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga Horária	Crédito	Caráter
ENG04032	ANÁLISE DE CIRCUITOS III MATEMÁTICA APLICADA II e ANÁLISE DE CIRCUITOS II	90	6	Obrigatória
ENG04033	ELETRÔNICA FUNDAMENTAL II - B ANÁLISE DE CIRCUITOS II e ELETRÔNICA FUNDAMENTAL I-A	60	4	Obrigatória
IPH01111	HIDRÁULICA E HIDROLOGIA APLICADA II MECÂNICA	60	4	Obrigatória
ENG02213	MATERIAIS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS FÍSICA IV-C	75	5	Obrigatória
ENG04006	SISTEMAS E SINAIS MATEMÁTICA APLICADA II	90	6	Obrigatória
ENG04454	TEORIA ELETROMAGNÉTICA APLICADA A FÍSICA III-C e MATEMÁTICA APLICADA II	90	6	Obrigatória

Etapa 6

Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga	Crédito	Caráter

		Horária		
ENG04407	CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA I ANÁLISE DE CIRCUITOS III	90	6	Obrigatória
ENG04038	ELETRÔNICA III SISTEMAS E SINAIS e ELETRÔNICA FUNDAMENTAL II - B	90	6	Eletiva
ENG04475	MICROPROCESSADORES I TÉCNICAS DIGITAIS	75	5	Obrigatória
ENG04404	ONDAS ELETROMAGNÉTICAS TEORIA ELETROMAGNÉTICA APLICADA A	90	6	Obrigatória
ENG04035	SISTEMAS DE CONTROLE I SISTEMAS E SINAIS	90	6	Obrigatória

GRUPO [1] DE ALTERNATIVAS") - [2] CRÉDITOS EXIGIDOS

ENG08007	FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO - ELE Créditos Obrigatórios: 120	30	2	Alternativa
MED05011	HIGIENE E SEGURANÇA DO TRABALHO - A Créditos Obrigatórios: 120	30	2	Alternativa

Etapa 7

Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga Horária	Crédito	Caráter
ENG04436	ANTENAS E PROPAGAÇÃO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	60	4	Eletiva
ENG04460	APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DA ELETRÔNICA ELETRÔNICA FUNDAMENTAL I-A e CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA I	60	4	Obrigatória
ENG03304	APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DO CALOR I Créditos Obrigatórios: 100 e FÍSICA III-C e CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A	60	4	Eletiva
ENG04408	CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA I	90	6	Obrigatória
ADM01135	ENGENHARIA ECONÔMICA E AVALIAÇÕES Créditos Obrigatórios: 123	30	2	Obrigatória
BIO11010	FUNDAMENTO DE ECOLOGIA APLICADA - A Créditos Obrigatórios: 70	30	2	Obrigatória
ENG04434	PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÃO SISTEMAS E SINAIS e ELETRÔNICA FUNDAMENTAL I-A	60	4	Obrigatória
MAT02219	PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	60	4	Obrigatória
ENG04036	SISTEMAS DE CONTROLE II SISTEMAS DE CONTROLE I	60	4	Eletiva
ENG04461	SISTEMAS DIGITAIS TÉCNICAS DIGITAIS	75	5	Eletiva

Etapa 8

Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga Horária	Crédito	Caráter
ENG04444	ANÁLISE DE SISTEMAS DE POTÊNCIA CÁLCULO NUMERICO e CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II	60	4	Obrigatória
INF01205	CAD PARA SISTEMAS DIGITAIS SISTEMAS DIGITAIS	60	4	Eletiva
ENG04422	CENTRAIS TERMOELÉTRICAS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DO CALOR I e CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II	60	4	Eletiva
ENG04001	COMUNICAÇÕES ÓTICAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS e PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÃO	60	4	Eletiva
ENG04040	DINÂMICA DE DISPOSITIVOS ELETROMAGNÉTICOS CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II	60	4	Eletiva
ECO02254	ECONOMIA A Créditos Obrigatórios: 135	60	4	Obrigatória
ENG04003	ELETRÔNICA DAS COMUNICAÇÕES - A ELETRÔNICA III e PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÃO e PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	60	4	Eletiva
ENG04466	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II	60	4	Obrigatória
ENG04457	INSTRUMENTAÇÃO A PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA e ELETRÔNICA FUNDAMENTAL II - B e CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA I	60	4	Obrigatória
ENG04476	MICROPROCESSADORES II MICROPROCESSADORES I	75	5	Eletiva
ENG04477	PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS SISTEMAS E SINAIS e MICROPROCESSADORES I	60	4	Eletiva
ENG04037	SISTEMAS DE CONTROLE DIGITAIS SISTEMAS DE CONTROLE I	60	4	Eletiva
ENG04458	TELEFONIA A ANÁLISE DE CIRCUITOS III e PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	60	4	Eletiva
ENG04014	TEORIA DA INFORMAÇÃO - A PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	60	4	Eletiva
DIR04423	TÓPICOS JURÍDICOS E SOCIAIS Créditos Obrigatórios: 120	30	2	Obrigatória

Etapa 9

Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga Horária	Crédito	Caráter
ADM01134	ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	60	4	Obrigatória
ENG04465	APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DA ELETRICIDADE CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA I	60	4	Eletiva

ENG04421	CENTRAIS HIDROELÉTRICAS HIDRÁULICA E HIDROLOGIA APLICADA II e CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II	60	4	Eletiva
INF01185	CONCEPÇÃO DE CIRCUITOS INTEGRADOS I TÉCNICAS DIGITAIS	60	4	Eletiva
ENG04469	DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS A e CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA I	60	4	Eletiva
ENG04497	ESTÁGIO SUPERVISIONADO III - ELE Créditos Obrigatórios: 190	450	0	Obrigatória
ENG04438	MICROONDAS I ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	60	4	Eletiva
ENG04039	PROJETO DE DISPOSITIVOS ELETROMAGNÉTICOS CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II	60	4	Eletiva
ENG04428	PROJETOS ELETRÔNICOS I ELETRÔNICA III	60	4	Eletiva
ENG04479	ROBÓTICA A SISTEMAS E SINAIS e MICROPROCESSADORES I	60	4	Eletiva
ENG04478	SISTEMAS DE TELEVISÃO ELETRÔNICA III	60	4	Eletiva
ENG04471	TÓPICOS ESPECIAIS DE ENGENHARIA ELÉTRICA I Créditos Obrigatórios: 200	45	3	Eletiva
ENG04470	TRANSMISSÃO EM ENERGIA ELÉTRICA RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS A e TEORIA ELETROMAGNÉTICA APLICADA A e CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II	60	4	Eletiva

Etapa 10

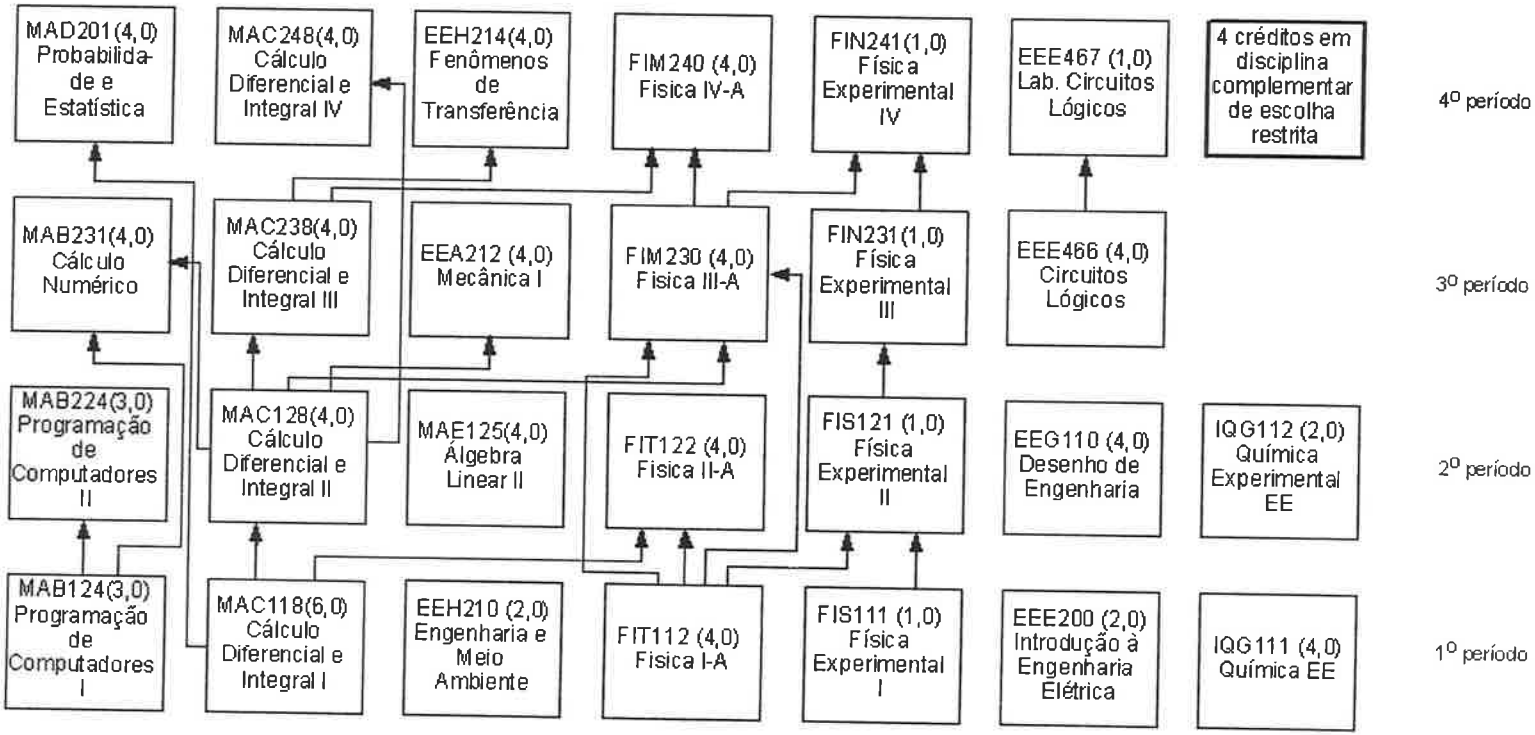
Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga Horária	Crédito	Caráter
ENG04462	ACIONAMENTO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DA ELETRÔNICA e CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II	60	4	Eletiva
INF01194	CONCEPÇÃO DE CIRCUITOS INTEGRADOS II SISTEMAS DIGITAIS e CONCEPÇÃO DE CIRCUITOS INTEGRADOS I	60	4	Eletiva
ENG04439	MICROONDAS II MICROONDAS I	60	4	Eletiva
ENG04029	PROJETO DE DIPLOMAÇÃO Créditos Obrigatórios: 214 e Créditos Eletivos: 16	90	6	Obrigatória
ENG04425	PROTEÇÃO E ESTABILIDADE DOS SISTEMAS ELÉTRICOS ANÁLISE DE SISTEMAS DE POTÊNCIA	60	4	Eletiva
ENG04463	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA ELÉTRICA Créditos Obrigatórios: 200	45	3	Eletiva

Eletiva/Facultativa

Código	Disciplina/Pré-Requisito	Carga Horária	Crédito	Caráter
ENG08004	ANÁLISE DE RISCOS INDUSTRIAIS Créditos Obrigatórios: 135 e FÍSICA II-C e CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A	60	4	Adicional
ENG08896	ENGENHARIA DE REATORES NUCLEARES INTRODUÇÃO À ENGENHARIA NUCLEAR I	60	4	Adicional
FIS02207	FUNDAMENTOS DE ASTRONOMIA FÍSICA III-C	30	2	Adicional
ENG08002	FUNDAMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA Créditos Obrigatórios: 60	60	4	Adicional
ENG08801	INTRODUÇÃO À ENGENHARIA NUCLEAR I FÍSICA II-C e CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A	60	4	Adicional
ENG08802	INTRODUÇÃO À ENGENHARIA NUCLEAR II INTRODUÇÃO À ENGENHARIA NUCLEAR I	60	4	Adicional
ENG08001	LINGUAGEM C PARA ENGENHARIA ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO e INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO	45	3	Adicional
ENG08897	TÉCNICAS E MEDIDAS NUCLEARES INTRODUÇÃO À ENGENHARIA NUCLEAR I	60	4	Adicional
ENG08895	TEORIA DOS REATORES NUCLEARES INTRODUÇÃO À ENGENHARIA NUCLEAR I	60	4	Adicional
ENG04020	TÓPICOS ESPECIAIS EM AUTOMAÇÃO E CONTROLE I SISTEMAS DE CONTROLE I	60	4	Eletiva
ENG04027	TÓPICOS ESPECIAIS EM AUTOMAÇÃO E CONTROLE II SISTEMAS DE CONTROLE I	30	2	Eletiva
ENG04021	TÓPICOS ESPECIAIS EM ELETRÔNICA DE POTÊNCIA I APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DA ELETRÔNICA	60	4	Eletiva
ENG04028	TÓPICOS ESPECIAIS EM ELETRÔNICA DE POTÊNCIA II APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DA ELETRÔNICA	30	2	Eletiva
ENG04019	TÓPICOS ESPECIAIS EM INSTRUMENTAÇÃO I INSTRUMENTAÇÃO A	60	4	Eletiva
ENG04026	TÓPICOS ESPECIAIS EM INSTRUMENTAÇÃO II INSTRUMENTAÇÃO A	30	2	Eletiva
ENG04016	TÓPICOS ESPECIAIS EM MÁQUINAS ELÉTRICAS I CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II	60	4	Eletiva
ENG04023	TÓPICOS ESPECIAIS EM MÁQUINAS ELÉTRICAS II CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA II	30	2	Eletiva
ENG04015	TÓPICOS ESPECIAIS EM SISTEMAS DE POTÊNCIA I ANÁLISE DE SISTEMAS DE POTÊNCIA	60	4	Eletiva
ENG04022	TÓPICOS ESPECIAIS EM SISTEMAS DE POTÊNCIA II ANÁLISE DE SISTEMAS DE POTÊNCIA	30	2	Eletiva
ENG04025	TÓPICOS ESPECIAIS EM SISTEMAS DIGITAIS SISTEMAS DIGITAIS ou MICROPROCESSADORES II	30	2	Eletiva
ENG04018	TÓPICOS ESPECIAIS EM SISTEMAS DIGITAIS I SISTEMAS DIGITAIS	60	4	Eletiva

	SISTEMAS DIGITAIS ou MICROPROCESSADORES II			
ENG04017	TÓPICOS ESPECIAIS EM TELECOMUNICAÇÕES I PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÃO	60	4	Eletiva
ENG04024	TÓPICOS ESPECIAIS EM TELECOMUNICAÇÕES II PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÃO	30	2	Eletiva

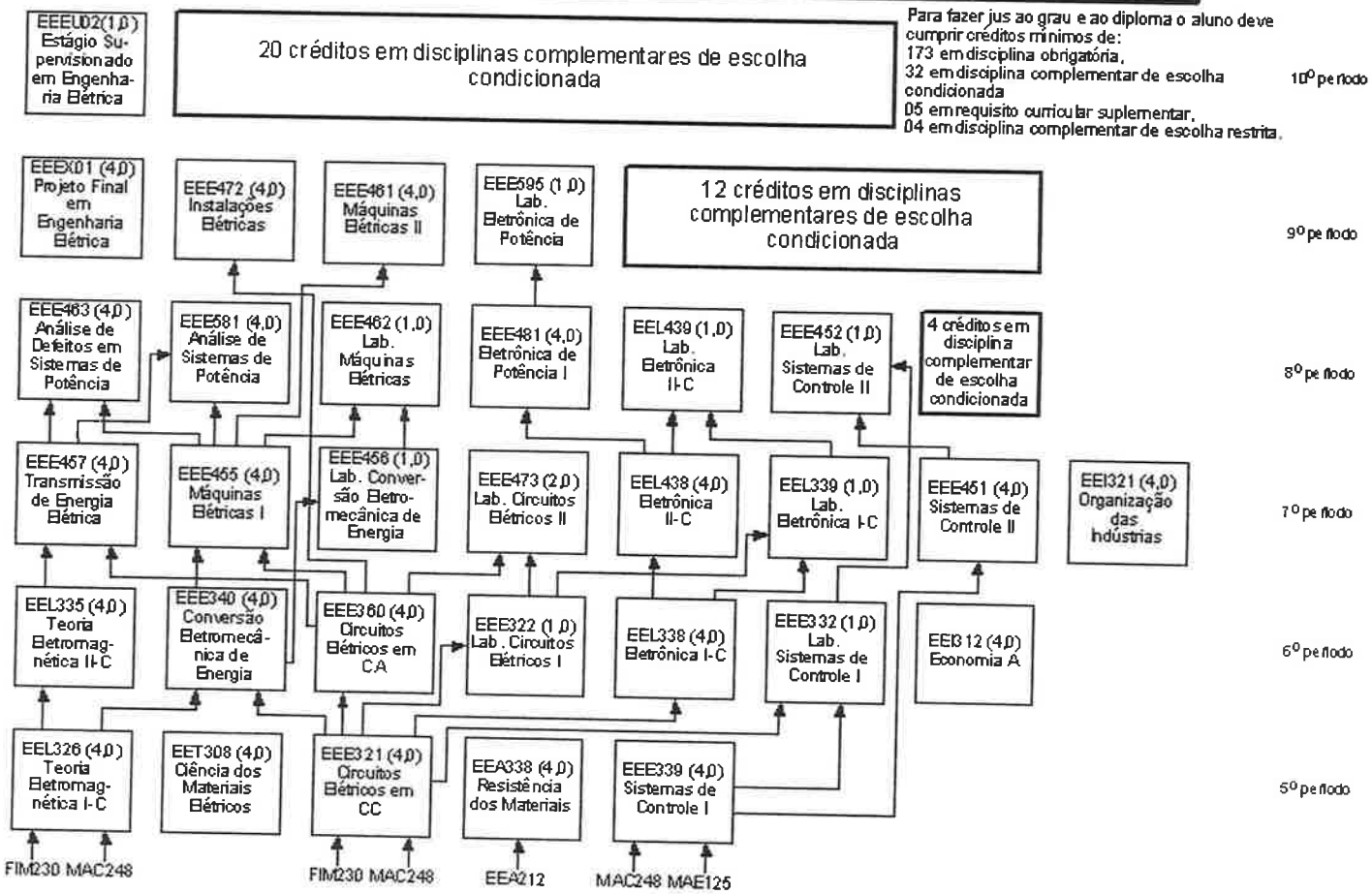
CICLO BÁSICO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA ESCOLA POLITÉCNICA/UFRJ



Disciplinas complementares de escolha restrita da área de humanas e ciências sociais

EEB642 História da Eletricidade(4,0)
EEI202 Humanidades e Ciências Sociais(2,0)
EEI206 História da Tecnologia(2,0)
EEL191 Engenharia e Sociedade(4,0)
EEL192 Evolução da Ciência(4,0)
FCF242 Filosofia da Ciência I(4,0)
FCF243 Filosofia da Ciência I EE(2,0)
FCF245 Filosofia da Natureza I EE(2,0)
FCF354 Epistemologia e História das Ciências I EE(2,0)
FCF642 Filosofia da Natureza I(4,0)
FCF648 Epistemologia e História das Ciências I(4,0)

DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA ESCOLA POLITÉCNICA/UFRJ



ANEXO VII

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO
DISCIPLINA PEA5900 – TÉCNICA DE ENSINO DE ENGENHARIA

Para realizar um diagnóstico dos nossos encontros e dos resultados obtidos na disciplina PEA5900, estou solicitando a todos os alunos que respondam este questionário, com total liberdade para colocar sua visão, suas criticas e sugestões. Use os seguintes códigos:
NA – não se aplica; N – não; S – sim e P - parcialmente.

1 - AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA

1	Os objetivos da disciplina foram colocados claramente no inicio da disciplina?	
2	Os objetivos da disciplina foram alcançados?	
3	O conteúdo apresentado está relacionado com os objetivos colocados?	
4	Foi apresentado um planejamento do curso?	
5	O conteúdo proposto foi cumprido?	
6	Foi colocada alguma necessidade de pré-requisitos?	
7	As técnicas utilizadas durante as aulas ajudaram no entendimento dos conteúdos?	
8	As atividades de aula e fora de aula foram consistentes?	
9	Os métodos de avaliação conseguiram detectar se houve aprendizado?	
10	Os métodos de avaliação são consistentes com os objetivos propostos?	
11	Os métodos de avaliação são consistentes com os conteúdos apresentados?	
12	Houve realimentação após as avaliações para corrigir erros?	
13	O material de apoio era de fácil acesso?	
14	O material de apoio era de boa qualidade?	

2 – AVALIAÇÃO DO PROFESSOR

1	A relação professor aluno era boa e favorecia o processo de ensino-aprendizagem?	
2	O professor era acessível fora da aula?	
3	O professor demonstra domínio do conteúdo da disciplina?	
4	O professor era claro e objetivo em suas explicações?	
5	O professor criou um ambiente de discussão, participação durante as aulas?	
6	O professor utilizava bem o tempo em sala de aula?	

3 – AUTO-AVALIAÇÃO DO ALUNO

1	Você participou de mais de 70% das aulas?	
2	Você se dedicou a disciplina mais de 3 horas por semana fora da sala de aula?	
3	Você participou intensamente dos trabalhos em classe e fora de classe?	
4	Você detectou a falta de algum pré-requisito nesta disciplina?	
5	Você detectou alguma dificuldade durante o andamento da disciplina?	
6	Suas expectativas da disciplina foram atendidas?	

4 – AVALIAÇÃO DO CURSO DE PÓS E DA INSTITUIÇÃO

4	O atendimento nas secretarias é bom?	

5 – OBSERVAÇÕES, CRÍTICAS, COMENTÁRIOS E SUGESTÕES.

Anexo VIII

Unesp – Guaratinguetá

Engenharia Elétrica	A	2003	31	100,0	→	**0,6**	3,2	12,9	35,5	48,4
Engenharia Elétrica	A	2002	16	100,0	→	**-4,3**	0,0	12,5	37,5	50,0
Engenharia Elétrica	A	2001	16	100,0	→	**-1,0**	0,0	6,3	37,5	56,3
Engenharia Elétrica	A	2000	21	95,2	→	**-1,4**	4,8	9,5	33,3	52,4
Engenharia Elétrica	A	1999	19	100,0	↗	**12,5**	0,0	15,8	26,3	57,9
Engenharia Elétrica	B	1998	46	100,0	·					

Unesp – Bauru

Engenharia Elétrica	B	2003	51	100,0	→	**5,2**	11,8	17,6	41,2	29,4
Engenharia Elétrica	C	2002	53	96,2	→	**-2,9**	11,3	17,0	37,7	34,0
Engenharia Elétrica	B	2001	58	98,3	→	**7,5**	17,2	20,7	25,9	36,2
Engenharia Elétrica	C	2000	43	100,0	↘	**-10,1**	25,6	20,9	27,9	25,6
Engenharia Elétrica	B	1999	72	100,0	→	**0,0**	5,6	19,4	45,8	29,2
Engenharia Elétrica	B	1998	57	100,0						

Unesp – Ilha Solteira

Engenharia Elétrica	A	2003	45	97,8	→	**3,6**	2,2	8,9	42,2	46,7
Engenharia Elétrica	A	2002	27	100,0	→	**3,4**	3,7	7,4	33,3	55,6
Engenharia Elétrica	A	2001	38	97,4	↗	**17,3**	2,6	18,4	28,9	50,0
Engenharia Elétrica	C	2000	39	97,4	↘	**-10,2**	17,9	28,2	30,8	23,1
Engenharia Elétrica	B	1999	38	100,0	↗	**12,9**	7,9	21,1	31,6	39,5
Engenharia Elétrica	C	1998	31	100,0						

IME

Engenharia Elétrica	A	2003	50	100,0	→	**8,5**	0,0	2,0	4,0	94,0
Engenharia Elétrica	A	2002	37	100,0	→	**-4,7**	0,0	2,7	21,6	75,7
Engenharia Elétrica	A	2001	20	100,0	↗	**10,8**	0,0	0,0	15,0	85,0
Engenharia Elétrica	A	2000	13	100,0	→	**0,4**	7,7	0,0	15,4	76,9
Engenharia Elétrica	A	1999	25	100,0	↘	**-13,8**	0,0	4,0	36,0	60,0
Engenharia Elétrica	A	1998	12	100,0						

ITA

Engenharia Elétrica	A	2003	53	100,0	→	**1,7**	0,0	0,0	5,7	94,3
Engenharia Elétrica	A	2002	46	100,0	→	**7,2**	0,0	0,0	6,5	93,5
Engenharia Elétrica	A	2001	41	100,0	→	**-6,5**	0,0	0,0	7,3	92,7
Engenharia Elétrica	A	2000	34	100,0	→	**1,6**	0,0	2,9	2,9	94,1
Engenharia Elétrica	A	1999	33	100,0	→	**-2,0**	0,0	3,0	15,2	81,8
Engenharia Elétrica	A	1998	30	100,0	·					

Anexo IX

Endereços na Internet de Sociedades e de Revistas de Ensino de Engenharia acessados em 2 de fevereiro de 2006.

http://www.abenge.org.br/ - ABENGE –Associação Brasileira de Ensino de Engenharia
http://www.asee.org/ - American Society of Engineering Education
http://www.ijee.dit.ie/ - The International Journal of Enginnering Education
http://www.ntb.ch/SEFI/ - European Society for Enginnering Education
http://www.ncsu.edu/felder-public/RMF.html - Resources in Science and Engineering Education
http://www.ece.mtu.edu/faculty/ljbohman/peec/peec.htm - IEEE - Power Engineering Education Committee -
http://powerlearn.ee.iastate.edu/asp/ - Iowa State University of Science & Technology and Virginia Polytechnic Institute and State University - power engineering courseware
http://scitation.aip.org/epo/ - Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice
http://www.needs.org/needs/ - The National Engineering Education Delivery System
http://cee.che.ufl.edu/ - Chemical Engineering Education
http://www.eng.monash.edu.au/uicee/ - UNESCO International Centre for Engineering Education
http://www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee/globalj.htm - Global Journal of Engineering Education
http://www.me.umist.ac.uk/ijmee/ijmee.htm - International Journal of Mechanical Engineering Education
http://mup.mcc.ac.uk/cgi-bin/MUP?COMval=journal&key=IJEEE - - International Journal of Electrical Engineering Education
http://www.eng.nsf.gov/eec/ - The Division of Engineering Education and Centers – NSF
http://www.ineer.org/Welcome.htm - iNEER International Network for Engineering Education and Research
http://www.ewh.ieee.org/soc/es/ - IEEE Education Society
http://www.ewh.ieee.org/soc/es/ - IEEE Transaction on Education
http://library.queensu.ca/webeng/guides/education.htm - Engineering Education Journals

BIIBLIOGRAFIA

[1] portal do MEC – **IES Organização e Formação** - http://portal.mec.gov.br/sesu/index.php?option=content&task=category&sectionid=1&id=88&Itemid=496

[2] **LDB** - http://www.presidencia.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm

[3] Pinto, Danilo Pereira; Portela, Júlio César da Silva; Oliveira, Vanderlí Fava de – **Diretrizes Curriculares e Mudança de Foco no Curso de Engenharia** – Revista da ABENGE – Volume 22, número 2, dezembro 2003, p 31-7.

[4] site do ENEM - http://www.inep.gov.br/basica/enem/default.asp

[5] Perrenoud, Philippe - **Novas Competências para Ensinar** – ArtMed – 2000

[6] Silveira, Marcos Azevedo da - **A Formação do Engenheiro Inovador – Uma Visão Internacional** - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio de janeiro – 2005 – publicado em CD.

[7] Telles, Pedro Carlos da Silva – **História da Engenharia no Brasil – Séculos XVI a XIX** – 2ª edição – LTC – 1994

[8] Terman, Frederick E. A - **Brief History of Electrical Engineering Education** , Proceedings of the IEEE, Vol. 86, No. 8, August 1998

[9] IEEE – http://www.ieee.org

[10] Telles, Pedro Carlos da Silva – **História da Engenharia no Brasil – Século XX** – LTC – 1984

[11] Santos, Maria Cecília Loschiavo dos - **Escola Politécnica 1894-1984** – São Paulo - 1985

[12] Universia – http://www.universiabrasil.net/

[13] Oliveira, Vanderlí Fava de - **Crescimento do Número de Cursos e de Modalidades de Engenharia: Principais Causas e Conseqüências** - COBENGE – Campina Grande – Paraíba – Brasil – setembro - 2005

[14] Memória da Eletricidade - http://www.memoria.eletrobras.com/historia.asp

[15] Alger , Philip L.; Arnold Robert E. - **The History of Induction Motors in America** Proceedings of the IEEE – September 1976 – p 1380-3.

[16] Escola Politécnica da USP - EPUSP – http://www.poli.usp.br

[17] Escola de Engenharia de São Carlos da USP – EESCUSP - http://www.eesc.sc.usp.br/

[18] Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp - http://www.fee.unicamp.br/FEEC-nova/index2.htm

[19] UNIFEI - http://www.efei.br/

[20] Escola de Engenharia da UFMG - http://www.eng.ufmg.br/

[21] Escola Politécnica da UFRJ - http://www.poli.ufrj.br/

[22] Escola de Engenharia da UFRGS - http://www.engenharia.ufrgs.br/

[23] INEP – Provão - http://www.inep.gov.br/superior/provao/

[24] INEP – **Relatório Síntese do Provão de 2001 da Engenharia Elétrica - Escola Politécnica da USP**

[25] INEP – **Relatório Síntese do Provão de 2003 da Engenharia Elétrica**

[26] – INEP – ENADE - http://www.inep.gov.br/superior/enade/default.asp

[27] Moreira, Marco Antonio - **Teorias de Aprendizagem** — Editora Pedagógica Universitária – EPU – 1995.

[28] Wankat, Phillip C ; Oreovicz–, Frank S - **Teaching Engineering** – https://engineering.purdue.edu/ChE/News_and_Events/Publications/teaching_engineering/index.html – Purdue University

[29] site de questionário MTBI - http://www.discoveryourpersonality.com/testlist.html

[30] Marcos Masetto - **Competência Pedagógica do Professor Universitário** — Summus Editorial - 2003.

[31] Marcos Masetto - **Aulas Vivas** – MG Editores – 2ª edição - 1992.

[32] Ana Paula C Marcheti - **Seminarios : Um Estudo Exploratório Utilizando a Teoria das Inteligências Múltiplas para Cursos de Graduação na Área de Engenharia** – COBENGE 2003

[33] Gary R Morrison, Steven M Ross, Jerrold Kemp - **Designing Effective Instruction** – John Wiley and Sons – 2001

[34] Cláudio Zaki Dib - **Tecnologia da Educação e sua Aplicação à Aprendizagem de Física** – Livraria Pioneira Editora - 1974.

[35] Wilson de Faria - **Mapas Conceituais – Aplicações ao Ensino, Currículo e Avaliação** — Editora Pedagógica Universitária – EPU – 2003

[36] http://www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2005/nfa/tetxt5.htm

[37] Juan Díaz Bordenave e Adair Martins Pereira - **Estratégias de Ensino-Aprendizagem** — Editora Vozes – 22ª edição - 2001.

[38] Camargo Jr, João Batista; Almeida Jr, Jorge Rady de; Cugnasca, Paulo Sérgio – **A Experiência do Paradigma da Aprendizagem em um Curso de Engenharia** – Revista da ABENGE – volume 23 – número 2 – dezembro 2004.

[39] André H Ferreira; Cláudia Brighenti; Jose Aquiles Baesso Grimoni; Eliane A Faria Amaral Fadigas; Luis Cláudio Ribeiro Galvão; Lineu Belico dos Reis; Marco Antônio Saidel **Uma Pesquisa de Mudanças de Hábitos e Comportamento de Consumidores Residenciais durante o Racionamento de Energia** XVII Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica Uberlândia – MG – 2003.

[40] Jose Aquiles Baesso Grimoni André Luiz Veiga Gimenes Miguel Edgard Morales Udaeta Eliane A Faria Amaal Fadigas Luis Cláudio Ribeiro Galvão Lineu Belico dos Reis Marco Antônio Saidel - **Uma Nova Disciplina de Energia , Meio Ambiente e Sustentabilidade na Formaçãode Alunos de Engenharia Elétrica** - XV SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica Campinas – 2001 -

[41] José Aquiles Baesso Grimoni **Experiências Com Novas Ferramentas De Ensino-Aprendizado Em Uma Disciplina De Instalações Elétricas.** Cobenge – 2002

[42] - José Aquiles Baesso Grimoni * e Vinícius José Santos Lopes **Utilizando O Labview Em Experiências De Sistemas De Energia Elétrica** – Cobenge

[43] José Aquiles Baesso Grimoni e Vinícius José Santos Lopes **O LabView como Ferramenta de Ensino-Aprendizagem em Laboratórios de Energia** – Cobenge 2003

[44] Vinícius José Santos Lopes José Aquiles Baesso Grimoni **Utilizando O Labview Em Uma Experiência de Mini Sistema de Energia Possibilitando Acesso Remoto.** Cobenge 2005

[45] José Aquiles Baesso Grimoni * e Vinícius José Santos Lopes **A Utilização do Software LABVIEW no Ensino Experimental de Sistemas de Energia Elétrica.** - - 2003 UNIVAP – São José dos Campos – São Paulo - Brasil "IBERO-AMERICAN SUMMIT ON ENGINEERING EDUCATION - IASEE" – 2003

[46] José Aquiles Baesso Grimoni e Osvaldo Shigueru Nakao **CAPACITAÇÃO DE PROFESSORES PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA** - XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE Campina Grande 2005

[47] Clayton Morales Marco Antônio Saidel Eliane Aparecida Faria do Amaral Fadigas Jose Aquiles Baesso Grimoni **Tecnica de Avaliação Diferenciada em Disciplina de Graduação de Engenharia Elétrica - Um Experiência com a Disciplina Energia , Meio Ambiente e Sustentabilidade** - XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE Campina Grande 2005

[48] Fernanada F Marchiori Osvaldo Shigeru Nakao Ubiraci E L de Souza Jose Aquiles Baesso Grimoni **Nova Abordagem de Ensino da Disciplina de Gestão da Produção na Construção Civil** XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia Campina Grande – 2005

[49] Leila K C Jansen Fernando J B Laurindo Jose Aquiles Baesso Grimoni **Uma Experiência Diferenciada em Ensino-Aprendizagem na Gestão da Tecnologia da Informação** XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia Campina Grande – 2005

[50] José Aquiles Baesso Grimoni, Lineu Belico dos Reis, Romero Tori **The Development of Multimedia Systems for Power Systems Education** IX International Symposium on Theoretical Electrical Engineering – ISTET - Palermo – Itália - 1997 -

[51] José Aquiles Baesso Grimoni, Lineu Belico dos Reis, Romero Tori **The Use of Multimedia in Engineering Education - An Experience** - International Conference on Engineering Education - ICEE 1998 – Rio de Janeiro – Brasil -

[52] José Aquiles Baesso Grimoni, Lineu Belico dos Reis e José Sidnei Colombo Martini **Educação do Profissional da Área Energética no Novo Cenário Mundial - Convite à Discussão** XV SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica – Foz de Iguaçu – Brasil – 1999 .

[53] José Aquiles Baesso Grimoni, André de C. Paro, Caio Vinícius B. Milani - **Um Curso Multimídia de Instalações Elétricas de Baixa Tensão** – Cobenge - 1999

[54] José Aquiles Baesso Grimoni Eduardo M. N. da Silva Márcio A. Siotani ; Celso Okuyama **UM CURSO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO NA INTERNET** – Cobenge

[55] Jose Aquiles Baesso Grimoni Claudio Yudi Soetani Denis Yoshio - **Programa de Auxílio ao Projeto da Proteção de um Sistema Elétrico de Potência**VII Encontro Regional Latino Americano do CIGRÉ – ERLAC

[56] Jose Aquiles Baesso Grimoni Lineu Belico dos Reis Marcelo Knorich Zuffo José Flavio Silva - **Ambiente de Simulação Virtual para Capacitação e Treinamento na Manutenção de Disjuntores de Subestações de Energia Elétrica** XVIII Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica Curitiba - 2005