

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PÓS-GRADUAÇÃO INTERUNIDADES**

**“ LIGAÇÃO CIÊNCIA - TECNOLOGIA  
E A FÍSICA NA ENGENHARIA ”**

SBI-IFUSP



305M810T3714

**Paula Maria Neves Rodrigues Fernandes**

Dissertação apresentada para obtenção  
do título de Mestre junto ao Programa  
de Pós-Graduação Interunidades em  
Ensino de Ciências – modalidade Física.

**Banca Examinadora:**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Amélia Império Hamburger (orientadora) – IFUSP

Prof<sup>o</sup> Dr. Milton Vargas – EPUSP

Prof<sup>o</sup> Dr. Nilson José Machado – FEUSP

**São Paulo**

**2002**

INSTITUTO DE FÍSICA

Serviço de Biblioteca e Informação

Tombo:

3714

ex. 1

M  
ex. 1

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação  
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Fernandes, Paula Maria Neves Rodrigues

Ligação Ciência-Tecnologia e a Física na Engenharia.  
São Paulo 2002.

Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo  
Instituto de Física – Departamento Física Geral

Orientador: Profa. Dra. Amélia Império Hamburger  
Área de Concentração: Ensino de Física

Unitermos: 1. Ensino de Física;  
2. Engenharia;  
3. Ciência e Tecnologia.

USP/IF/SBI-052/2002

... e para os meus pais, Heloisa e Paulo, por terem sido os primeiros a acreditar em mim e a apoiar-me sempre. Também agradeço aos meus amigos, especialmente aos meus irmãos, Guilherme e Rodrigo, por serem os meus pilares e por sempre estarem ao meu lado. Um agradecimento especial aos meus professores, especialmente ao Professor Doutor [nome], por me terem permitido aprender e crescer. E, finalmente, agradeço a todos os que me conhecem e me amam, por serem parte da minha vida e por me darem a força necessária para superar todos os desafios. Com muito amor e gratidão, escrevo esta dedicação. A minha mãe, Heloisa, e o meu pai, Paulo.

... e para os meus pais, Heloisa e Paulo, por terem sido os primeiros a acreditar em mim e a apoiar-me sempre. Também agradeço aos meus amigos, especialmente aos meus irmãos, Guilherme e Rodrigo, por serem os meus pilares e por sempre estarem ao meu lado. Um agradecimento especial aos meus professores, especialmente ao Professor Doutor [nome], por me terem permitido aprender e crescer. E, finalmente, agradeço a todos os que me conhecem e me amam, por serem parte da minha vida e por me darem a força necessária para superar todos os desafios. Com muito amor e gratidão, escrevo esta dedicação. A minha mãe, Heloisa, e o meu pai, Paulo.

... e para os meus pais, Heloisa e Paulo, por terem sido os primeiros a acreditar em mim e a apoiar-me sempre. Também agradeço aos meus amigos, especialmente aos meus irmãos, Guilherme e Rodrigo, por serem os meus pilares e por sempre estarem ao meu lado. Um agradecimento especial aos meus professores, especialmente ao Professor Doutor [nome], por me terem permitido aprender e crescer. E, finalmente, agradeço a todos os que me conhecem e me amam, por serem parte da minha vida e por me darem a força necessária para superar todos os desafios. Com muito amor e gratidão, escrevo esta dedicação. A minha mãe, Heloisa, e o meu pai, Paulo.

***Para Guilherme e Rodrigo  
as razões de tudo***

***Para Carlinhos  
por seu amor e cumplicidade***

***Para Heloisa e Paulo  
pelo amor e incentivo durante meu viver***

## *Agradecimentos*

Primeiramente à fundamental orientação e participação formal e pessoal neste trabalho da Prof<sup>a</sup> Amélia Império Hamburger. Mesmo antes de conhecê-la já estava presente na vida de minha família, indiretamente, pelo “Castelo Rá-Tim-Bum”, numa dessas felizes coincidências que a vida nos proporciona. Através de suas aulas, depoimentos, explicações, incentivos, preocupações e apoio nas dificuldades, carinhosamente me atendendo, sempre mostrou seu lado generoso e compreensivo. O pensamento como forma de ultrapassar qualquer fronteira e sua relação com a ciência, arte, psicologia e história estarão sempre presentes em mim todas as vezes que pensar em seu nome. Por essas e outras razões – *Obrigada, Professora Amélia!*

Agradeço também à todos da Pós-Graduação; aos professores, especialmente a Milton Vargas, Helena Coharik Chamlian, Nilson José Machado e Ivette Oppenheim pelas sugestões e informações essenciais para a realização deste trabalho; ao pessoal da secretaria e aos amigos que fiz durante os cursos e que ajudaram nas discussões das idéias.

Aos amigos e professores da UNISANTA, obrigada pelo apoio, incentivo e esforços que me permitiram concentrar a atenção neste trabalho e conciliar todas as minhas atividades, especialmente a Djalmir C. Mendes, meu eterno professor e amigo e a Luci G. Costa, a amiga de todas as horas.

À minha família, sem a qual não poderia ter chegado até aqui, muito obrigada aos meus pais, Heloisa e Paulo pelo amor, educação e formação; aos meus irmãos, Luiz Roberto, Márcio Luiz e minha cunhada Fernanda, pelo carinho e incentivo; ao meu marido Carlos Alberto, pelo amor, apoio e compreensão nas horas mais difíceis e aos meus filhos Rodrigo e Guilherme pelo amor, carinho e admiração que me fazem prosseguir e viver feliz.

À CAPES , pelo apoio financeiro.

## Índice

Introdução	p. 01
1. A Ciência e a Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.1. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.2. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.3. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.4. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.5. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.6. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.7. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.8. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.9. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.10. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.11. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.12. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.13. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.14. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.15. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.16. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.17. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.18. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.19. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.20. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.21. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.22. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.23. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.24. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.25. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.26. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.27. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.28. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.29. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.30. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.31. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.32. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.33. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.34. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.35. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.36. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.37. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.38. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.39. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.40. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.41. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.42. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.43. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.44. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.45. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.46. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.47. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.48. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.49. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.50. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.51. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.52. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.53. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.54. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.55. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.56. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.57. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.58. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.59. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.60. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.61. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.62. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.63. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.64. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.65. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.66. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.67. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.68. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.69. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.70. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.71. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.72. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.73. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.74. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.75. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.76. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.77. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.78. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.79. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.80. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.81. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.82. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.83. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.84. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.85. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.86. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.87. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.88. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.89. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.90. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.91. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.92. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.93. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.94. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.95. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.96. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.97. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.98. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.99. A Filosofia da Antiguidade	p. 07
1.100. A Filosofia da Antiguidade	p. 07

*“Um filósofo mecânico vulgar pode praticar aquilo que lhe foi ensinado ou viu ser feito, mas se ele estiver em erro, não saberá como desvendá-lo e corrigi-lo e, se tirá-lo de sua rota, ficará imóvel; enquanto que aquele capaz de refletir profunda e judiciosamente sobre figuras geométricas, força e movimento nunca estará em descanso até superar todos os obstáculos”*

**Isaac Newton**

RESUMO .....	p. 06
ABSTRACT .....	p. 07
Introdução .....	p. 08
<b>1. Início da História da Tecnologia no Brasil: Definição de uma Engenharia Nacional .....</b>	<b>p. 11</b>
<b>2. A Escola Politécnica da USP.....</b>	<b>p. 29</b>
2.1 Histórico .....	p. 29
2.2 Evolução .....	p. 33
2.3 Os Cursos .....	p. 38
2.4 Pós-Graduação .....	p. 47
2.5 Cursos de Atualização .....	p. 50
2.6 Docentes .....	p. 50
2.7 Departamentos .....	p. 52
2.8 Biblioteca .....	p. 55
2.9 POLI VIRTUAL .....	p. 57
2.10 Ensino à Distância .....	p. 59
<b>3. O Ensino de Engenharia na EPUSP .....</b>	<b>p. 61</b>
3.1 O Ciclo Básico .....	p. 64
3.2 Programa de Orientação Acadêmica - Tutoria.....	p. 65
3.3 Opinião de alunos, professores e engenheiros .....	p. 66
3.3.1 Formação Profissional: Especializações e Ênfases .....	p. 67
3.3.2 O Ensino das Matérias Básicas e os Primeiros Anos de Curso .....	p. 69
3.3.3 A Teoria e a Prática .....	p. 74
3.3.4 Tempo e Conteúdo .....	p. 76
3.3.5 Metodologia e Ensino .....	p. 77
<b>4. Evolução do Ensino de Física nos Cursos Básicos da EPUSP .....</b>	<b>p. 82</b>
<b>5. Técnica e Tecnologia .....</b>	<b>p. 93</b>
<b>6. Considerações Finais .....</b>	<b>p.III</b>
<b>7. Bibliografia .....</b>	<b>p.120</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>p.122</b>
<b>ANEXO I - Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia .....</b>	<b>p.122</b>
<b>ANEXO II – Curso de Gestão Ambiental - USP/ESALQ.....</b>	<b>p.130</b>
– Curso de Engenharia Ambiental – USP/São Carlos .....	p.132
<b>ANEXO III – Entrevista com Profº Dr. Milton Vargas .....</b>	<b>p.133</b>

Este trabalho teve como objeto de estudo o ensino de Física nos cursos de engenharia, verificando a formação do corpo docente e os conteúdos curriculares da disciplina, como também uma breve análise de todas as disciplinas, suas inserções e relevâncias, avaliando a profissão e formação de engenheiros e o papel da física, como ciência básica nesse processo, relacionando a ligação do conhecimento científico e tecnológico na história.

Etapas do trabalho:

- Evolução histórica;
- História das Instituições;
- Levantamento de situações específicas em Escolas de Engenharia, incluindo o ensino de Física - questionários e entrevistas com alunos, professores e engenheiros;
- Conceituação de Ciência, Técnica e Tecnologia e suas inter-relações
- Tendências Atuais.

Através dessa análise é possível identificar algumas dificuldades e soluções para a melhoria do ensino de Física e, de um modo geral, da formação do engenheiro para o atual mercado de trabalho.

The present research work is a study of the Physics teaching in the engineering courses verifying the teaching staff background and the physics curriculum contents, also a short analysis of all the discipline, its insertion and amount, estimating the profession and the engineer graduate and the physics role that basic science, in this process, connecting the scientific knowledge and technological in the history.

The stages of the research work:

- History development;
- Institutions histories;
- Research of specific engineering schools situation – including the Physics teaching - questionnaires and interviews with students, teachers and engineers;
- Science, technique and technology conceptions and this relations;
- Currents tendencies

Across the analysis of each part of the research work shows some difficulties and solutions for the improvement of Physics Education, and in general, the engineer graduate for the current work market.

## *Introdução*

---

A educação e a engenharia são fundamentais no mundo contemporâneo. Hoje em dia, as crianças sabem usar o computador, navegar na Internet, brincar de videogame, andar de jet-ski, entre outras coisas, provando a inserção dos produtos da engenharia e do processo educacional no cotidiano atual, simbolizando algumas das características da civilização tecno-científica vigente. Por trás desse comportamento infantil encontra-se uma intrincada rede de variáveis sócio-econômicas e culturais, dentre elas a ciência e a tecnologia, indissoluvelmente ligadas à engenharia e à educação (embora em moldes diferentes), responsável pelo cenário histórico deste começo de século.

Com as rápidas transformações nos meios e nos modos de produção, advindas da revolução tecnológica e científica, estamos entrando numa nova era da humanidade. A natureza do trabalho e a relação econômica entre pessoas e nações sofreram enormes transformações, mudando a natureza do que hoje entendemos por profissão e, portanto o que é a engenharia e, por conseqüência, o que é o ensino de engenharia.

A educação não deve apenas adaptar-se às novas necessidades mas, principalmente, assumir um papel de ponta nesse processo: “ensinar a aprender”. Alvin

Toffler denomina esse estágio atual de transformação por “terceira onda”<sup>1</sup>, onde o conhecimento passa a exercer um papel primordial nas relações de produção e, conseqüentemente, na ordem e no poder mundiais, superando o valor do trabalho e o da matéria-prima.<sup>2</sup> Por exemplo, na produção de um *chip*, a porcentagem do custo referente à matéria-prima encontra-se entre 1 e 3% , sendo a parte relativa à mão-de-obra cerca de 12% e a correspondente à ciência, ou ao investimento em conhecimento, aproximadamente 70%.<sup>3</sup>

Portanto, o profissional a ser formado terá como principal característica *saber aprender* e dominar as novas técnicas resultantes do rápido desenvolvimento científico e tecnológico, uma vez que os computadores executarão as tarefas e a ele caberá a criatividade, a imaginação e a inovação. Assim como o século XX foi o século da massificação da educação, o século XXI será o século da sociedade do conhecimento de qualidade, já que atualmente o mercado não mais necessita de especialistas, mas sim, de profissionais versáteis.

Como professora de Física em cursos de Engenharia há 15 anos e pertencendo a essa realidade, resolvi levantar questões pertinentes à característica desse ensino, contribuindo para que a Física não seja encarada como uma disciplina a mais e desestimuladora e sim como base de sustentação desse curso. Ela deve contribuir para a formação geral dos alunos como ponte para um melhor preparo profissional. Ao fazer esse

---

<sup>1</sup> Primeira onda: inicia-se com a descoberta da agricultura; Segunda onda: com o advento da Revolução Industrial.

<sup>2</sup> Seabra, C. *Uma Nova Educação Para Uma Nova Era*. In: A Revolução Tecnológica e os Novos Paradigmas da Sociedade. IPSO. Oficina e Livros, 1994. BH/SP, p. 91.

<sup>3</sup> Machado, N.J. *Ensaio Transversais: Cidadania e Educação*. Escrituras Editora, 1997. São Paulo, p.16.

estudo procurei não só pesquisar o ensino de Física nos cursos de Engenharia, mas verificar a formação do corpo docente, a organização das escolas, os conteúdos curriculares, avaliando a profissão e formação de engenheiros, e também um estudo sobre a ligação do conhecimento científico e a criação de tecnologia na história.

Com essas idéias em mente esse estudo foi feito através de uma investigação histórica da evolução da ciência, técnica e tecnologia como também da história da engenharia no Brasil e de instituições competentes de ensino de Engenharia - capítulos 1 e 2. Da análise do ensino na EPUSP em particular e de levantamento de opiniões dos alunos, professores e engenheiros, particularmente, sobre o ensino de Física - capítulos 3 e 4, verifica-se dois caminhos distintos na formação de engenheiros: o de “fazer” e o de “inovar”. Tanto um quanto outro têm a Física como base imprescindível do treinamento para resolução de situações novas, seja na empresa ou na pesquisa de novas tecnologias. Relacionando o fazer e o inovar com técnica e tecnologia, ao estudar as definições e citações sobre essa conceituação de técnica e de tecnologia pude verificar que muitas vezes esses conceitos se confundem ao longo da história – capítulo 5. O significado atribuído se reflete nas diferentes propostas para o papel da formação científica do engenheiro – como concluímos no capítulo 6.

Em anexo estão documentos importantes no estudo (Anexos I e II) e entrevista com o professor Milton Vargas (Anexo III), feita pela autora.

## 1. O Início da História da Tecnologia no Brasil: Definição de uma Engenharia Nacional

“A pesquisa científica nasceu e cresceu no Brasil como nos demais países: de um lado, a pesquisa como resposta a perguntas tecnológicas no processo de desenvolvimento; de outro lado, a pesquisa como resposta a perguntas do homem que deseja conhecer o mecanismo último e as leis das coisas e dos seres vivos. Ambos os aspectos da ciência sempre estiveram tão intimamente ligados que não é fácil dissociá-los inteiramente no processo da evolução técnico-científica do homem”.<sup>4</sup>

“É comum ouvir-se dizer que a engenharia chegou ao Brasil, com os primeiros colonizadores portugueses”.<sup>5</sup> A primeira notícia que se tem de obras construtivas, no nosso país, refere-se à construção da Cidade de Salvador, quando Tomé de Souza é incumbido pelo rei de Portugal de escolher local conveniente, para a fundação de uma cidade que seria a sede da colônia recém-descoberta, e ali construir um forte, porto para amarrar os navios, edifícios públicos e habitações. Para isso os portugueses trouxeram

---

<sup>4</sup> “O valor da Ciência e da Tecnologia”. Publicado em Educação e Ciências Sociais, vol. 6, nº12, 1959. In: Ciência e Desenvolvimento (ensaios), J. Leite Lopes. Edições Tempo Brasileiro, 2ª ed. Rio de Janeiro, 1987.

<sup>5</sup> Milton Vargas, *Importância Histórica da Engenharia Nacional*, segunda versão do CD-ROM da IV Semana de Engenharia da Universidade Católica de Santos, 28/09/2001. Este capítulo se baseia nessa referência.

mestres de obras, chefiados por um hábil construtor Luiz Dias - que veio a ser conhecido como o primeiro engenheiro a trabalhar no Brasil.

Porém, é difícil acreditar que Luiz Dias tivesse conhecimentos semelhantes aos arquitetos renascentistas da época. O grupo de mestres, oficiais e aprendizes que chegara à Bahia, nos meados do século XVI tinha todo o aspecto de uma corporação medieval de construtores, cujos conhecimentos eram totalmente empíricos, transmitidos de geração em geração, pelos mestres aos aprendizes. Todas as obras do Brasil colônia foram feitas à base do aprendizado prático, a partir de mestres, padres construtores ou engenheiros militares portugueses, geralmente não versados em teorias científicas. A mão-de-obra era suprida por soldados rasos, índios e caboclos e, talvez em escala menor, por escravos.

As técnicas empregadas na cultura da cana e fabricação do açúcar, assim como na mineração do ouro em Minas Gerais também são antigas, montada à base de técnica medievais, com energia fornecida por rodas d'água. No correr do século XIX, vemos a transformação dos engenhos, movidos a roda d'água, em usinas movidas a vapor. Esta contribuição tecnológica à indústria do açúcar, veio através de máquinas e motores importados.

Em 1763, quando o Marquês de Pombal instituiu o ensino da engenharia militar, como parte da reorganização do exército português, começaram a ser ministrados conhecimentos científicos aos oficiais do exército. Ricardo Franco de Almeida Serra (1748-1809), com formação pombalina, veio demarcar os limites, com as terras da Espanha, pelo tratado de Santo Ildefonso, em 1780. O mais conhecido desses engenheiros-militares, é

João da Costa Ferreira (1750-1822) o projetista e construtor da "Calçada do Lorena", com trechos ainda hoje preservados, na antiga subida da Serra de Cubatão, São Paulo.

Outro grupo que exerceu atividades técnicas no Brasil, no século XVIII foram os padres-matemáticos jesuítas que tinham instrução em "artes", física e matemática. Uma missão de tais padres chegou ao Brasil em 1729, sob a direção do Padre Domingos Capacci (1604-1736) auxiliado pelo padre João Batista Carbone, para demarcar as fronteiras entre as terras de Portugal e Espanha. Além disso eles fizeram mapeamentos e determinação de coordenadas geográficas de grande parte do litoral, inclusive mapa do atual Estado do Rio, ainda existente. Particularmente notáveis são os trabalhos de saneamento e recuperação de terras executados pelos jesuítas na Fazenda Santa Cruz, próximo do Rio de Janeiro, em 1732.

A ciência criada na Europa no século XVII só atinge o Brasil no início do século XIX com a chegada da corte portuguesa. A maior contribuição à educação científica foi das escolas profissionais superiores: as Academias Naval e Militar do Rio de Janeiro, fundadas em 1808 e 1810; a Escola de Cirurgia de Salvador, de 1808 e a Academia Médico-Cirúrgica do Rio, de 1813, ambas convertidas em Faculdades de Medicina em 1832. As ciências exatas foram ensinadas na Escola Central, de 1858; na Escola Politécnica em 1874, no Rio; na Escola de Minas de Ouro Preto, de 1876; e finalmente na Escola Politécnica de São Paulo, já na República, em 1894. As filosofias e ciências humanas eram ensinadas nas Academias de Direito de Recife e de São Paulo, fundadas em 1827. Outros notáveis centros de cultura científica foram os criados por D. João VI, no Rio de Janeiro: o Jardim Botânico, Real Horto de 1808; o Museu Nacional e o Museu Real de 1818. O Observatório Astronômico fio criado em 1827, já no Império.

Já no início do século XIX destaca-se a figura de José Bonifácio de Andrada e Silva, o patriarca da independência (1822), mineralogista famoso na Europa, secretário da Academia de Ciências de Lisboa e aluno de um dos criadores da Geologia, que volta-se para a solução de problemas técnicos de mineração e metalurgia.

Desenvolve-se então a competência de usar os conhecimentos teóricos científicos na resolução de problemas técnicos por partes dos engenheiros e militares. A instituição definitiva da Engenharia Civil deu-se a partir de 1858, na Escola Central, quando seu ensino foi separado do da Academia Militar. Os formados por ambas as escolas eram incumbidos do que hoje chamamos de obras públicas, sendo a principal atividade a construção de edifícios e, com a exportação do café, projetos e construção de estradas de ferro e de portos exportadores.

A atividade de construção de estradas de ferro, embora empreitada a firmas e engenheiros ingleses e americanos, foi planejada e dirigida pelos engenheiros brasileiros, formados na Academia Militar e na Escola Central e, posteriormente, na Escola Politécnica. A primeira estrada de ferro foi idealizada pelo industrial Irineu Evangelista de Souza, o Visconde de Mauá, uma linha de cerca de 15 km de comprimento através da baixada, no fundo da Baía de Guanabara, até o pé da Serra de Petrópolis, e foi construída por empreiteiros ingleses em 1852.

O ensino na Escola Central era constituído por um curso fundamental com quatro anos, onde se aprendiam ciências físicas e químicas, astronomia e matemáticas, além de tópicos de engenharia civil. Havia um curso suplementar de Engenharia Civil, de dois

anos. O programa desse curso sugere um aprendizado especificamente técnico<sup>6</sup>, mas já indicava uma aproximação dos problemas técnicos com abordagem científica. Por exemplo, vão usar a matemática nos projetos e cálculos; a astronomia de posição nos levantamentos topográficos; a geologia, na implantação de estradas e barragens. Como conceitua o professor Milton Vargas, pode-se dizer que havia uma "tecnologia implícita" nos ensinamentos de engenharia civil.

Tecnologia seria a utilização de teorias e métodos científicos na solução de problemas técnicos, surgidos nas condições concretas de desenvolvimento da sociedade.

Em 1874 a Escola Central foi transformada em Escola Politécnica, com curso geral de dois anos, onde se ensinavam matemática, física, química e noções de História Natural. Havia também cursos de dois anos de Ciências Físicas e Naturais ou Ciências Físicas e Matemáticas. Depois dos anos fundamentais seguiam-se três anos de engenharia civil, de minas ou ainda um Curso de Artes e Manufaturas.

Segue-se uma reforma em que se diferenciam vários ramos de engenharia após os dois anos fundamentais de ensino de ciência tendo-se disciplinas técnicas, diferentes para cada modalidade da engenharia: civil, mecânica, industrial e de minas. Nos cursos de engenheiros civis e de minas aparece a disciplina: "Tecnologia das profissões Elementares"

Tecnologia aí, vem com o significado de simples descrição de técnicas, como as de fabricação ou preparo de materiais de construção. Na reforma de 1931 - quando aparecem os cursos de engenheiros civis (5 anos); eletricitista (5 anos); industriais (5 anos) e

---

<sup>6</sup> Barata, Mário. "Escola Politécnica do Largo de São Francisco". 1973. Rio de Janeiro. In: Vargas, M. Op. Cit.

geógrafos (3 anos) - é que aparece a disciplina "Tecnologia e Processos Gerais de Construção", como parte da Cadeira "Materiais de Construção", onde há uma orientação tecnológica, no sentido de embutir o conhecimento científico.

Em 1858 foi iniciada a construção da Estrada de Ferro Pedro II, também por uma firma empreiteira inglesa, ligando Minas Gerais e São Paulo, entretanto sob a direção de Christiano Otoni, formado na Escola Central.

Entre 1860 e 1867, uma companhia inglesa construiu e manteve em operação, até o final da 2ª Guerra, a linha Santos-Jundiaí. A linha Curitiba-Paranaguá foi construída com soluções dadas pelo engenheiro Antonio Rebouças, em 1872, com sucessivos túneis e viadutos. A construção foi feita em 1886 por uma firma belga, sob a direção do Eng. João Teixeira Soares.

Os fazendeiros da região de Campinas, no estado de São Paulo, para transportar o café exportado custeiam os estudos para a organização da Cia. Paulista de Estradas de Ferro. O primeiro trecho Jundiaí-Campinas foi inaugurado em 1872, atingindo Rio Claro e Porto Ferreira, em 1880. Em 1892, a Cia. Paulista havia concluído 279 km em bitola de 1,60m. Sob a direção dos engenheiros Gustavo Adolpho da Silveira e Francisco Paes Leme de Monlevade, foi a primeira estrada de ferro construída e dirigida por engenheiros brasileiros. Daí por diante a construção ferroviária é dominada por companhias e engenheiros nacionais, apesar de existirem ainda as companhias inglesas. Estas foram encampadas depois de 1945, com o fim da 2ª Guerra, tanto no Sul como no Nordeste.

A construção de estradas de ferro durante o Império e a República Velha tiveram importante papel econômico na exportação de produtos agrícolas e também na

expansão da área produtiva do país, inclusive no surgimento de cidades novas. Além disso, os sistemas modernos de correios, telégrafos e bancos foram por elas levados ao interior do país.

Em complemento às estradas de ferro foram construídos portos marítimos para exportação. Até a 2ª metade do século XIX não havia, nos portos brasileiros, cais de atracação. Os navios ficavam ao largo e eram carregados ou descarregados por barcos na praia ou em rústicos pontões de madeira. Somente em 1820 foi construído um primeiro pequeno cais, na Praça do Comércio, no Rio de Janeiro e, em 1892, o do Valongo, também no Rio. Foi organizada a Cia. Docas D. Pedro II com projeto de cais na Saúde e Gamboa, de autoria de André Rebouças.

Depois da proclamação da República, em 1889, a engenharia brasileira entrou numa nova fase, da qual tem papel importante a criação da Escola Politécnica de São Paulo, em 1894.

No início do século XX surgem os edifícios e pontes em concreto armado, que exigem cálculos matemáticos e controle tecnológico de concreto e das barras de aço.

Um dos fundadores da Escola Politécnica de São Paulo, Francisco de Paula Ramos de Azevedo, lidera a indústria da construção de edifícios em São Paulo. O Escritório Ramos de Azevedo se torna uma grande construtora de São Paulo.

Na cidade de Santos, as primeiras edificações em concreto armado ficaram a cargo do engenheiro civil Alexandre Alfredo Capelache, tataravô da autora, com a

construção de dois sobrados na avenida Conselheiro Nébias, esquina com a rua Minas Gerais, e a Capela do Colégio Stella Maris, em frente destas.<sup>7</sup>

A grande expansão das cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo exigiram obras de grande porte no abastecimento de água e esgotos e de transportes. Destacam-se ainda como engenharia urbana os projetos e construção de Belo Horizonte, entre 1883 e 1897, elaborado e executado sob a chefia dos Eng.<sup>os</sup> Aarão Reis e Francisco de Paula Bicalho, e de Goiânia, entre 1933 e 1937. Na área de saneamento destaca-se o Eng.<sup>o</sup> Francisco Saturnino de Brito (1864-1929), principalmente nas obras de saneamento de Santos, realizado entre 1905 e 1914, modelo para outras cidades brasileiras, canalizando também vários córregos que cortavam a cidade.

A expansão urbana do Rio e São Paulo foi acompanhada por um intenso desenvolvimento industrial. Esse desenvolvimento exigia energia térmica e elétrica. A energia térmica para caldeiras das máquinas a vapor era suprida por petróleo e carvão importados e uma quantidade considerável de carvão de madeira nacional. A energia elétrica foi suprida pelo grupo da companhia Light and Power, no Rio de Janeiro e em São Paulo, desde o início do século, até 1979. Em São Paulo, a Light paulista constrói a Usina de Parnaíba, sobre o rio Tietê, que atingiu sua capacidade de geração de 16000 KW, em 1912 e a Usina de Ituporangaba, sobre o rio Sorocaba, em 1914. O Rio de Janeiro era suprido pela Usina de Ribeirão das Lajes, inaugurada em 1916. Entre 1920 e 1923 foi construída a Usina de Ilha dos Pombos, sobre o rio Paraíba, sob a direção do Eng.<sup>o</sup> Billings.

---

<sup>7</sup> Grifo Meu

Na crise de energia elétrica em São Paulo, em 1924, foram instaladas as termoelétricas Paula Souza e a Usina de Rasgão, sobre o rio Tietê, mas só a Usina de Cubatão resolveu a crise, mesmo apenas com a 1ª parte concluída, planejada por Billings.

A pesquisa tecnológica nacional tem na "Estação Experimental de Combustíveis e Minérios", fundada em 1922, por Ernesto da Fonseca Costa, um exemplo de iniciativa para o problema dos minérios e combustíveis. Interessante observar que em 1927, Fonseca Costa apresentava a conferência na Escola Politécnica do Rio, "O Álcool como Combustível Industrial do Brasil", já pensando na adequação dessa fonte de energia no Brasil agrícola.

Iniciadas no final da vigência da monarquia, duas obras portuárias importantes foram realizadas nos primeiros anos da República Velha; os cais dos portos de Santos e do Rio de Janeiro. Com a possibilidade de receber navios de grande porte desenvolveu-se o comércio internacional de exportação de produtos agrícolas e a importação de bens manufaturados.

A primeira seção do cais de Santos foi concluída em 1895, pela Construtora Gaffree-Guinle e Cia., sob a direção do engenheiro brasileiro Guilherme Benjamim Weinschenck.

O cais do Rio de Janeiro foi inaugurado em 1910, projetado pelo Engenheiro Alfredo Lisboa construído pela construtora "Cia. Industrial de Melhoramentos do Brasil", sob a presidência do Eng.º Paulo de Frontim.

As construções portuárias continuam o prolongamento do porto com a construção do cais do Caju, entre 1926 e 1929, pela primeira companhia construtora de obras hidráulicas brasileira, a Cia. Nacional de Construções Civas e Hidráulicas (Civilhydro), fundada por Henrique Lage. Esse empresário fundou, também, a Cia. Brasileira de Navegação Costeira – um “Ita” que se pegava no Norte, para vir no Rio morar. A Civilhydro dominou o mercado brasileiro de construções portuárias durante 20 anos.

Os portos de Manaus, Belém, Salvador e Recife foram os seguintes a serem construídos.

Antes das estradas de ferro o transporte era, em sua grande maioria, feito em montaria, em caminhos precários, muitas vezes remanescentes caminhos abertos por índios. Um exemplo era o caminho do Rio de Janeiro a São Paulo, que D. Pedro I percorria a cavalo na época da Independência. Havia o Santos - São Paulo, com sua "Calçada do Lorena", construída entre 1790 e 1792, subindo a Serra de Cubatão. Essa estrada foi sendo melhorada mudando para Estrada da Maioridade e Estrada do Vergueiro (onde o trecho inicial é a atual rua Vergueiro, em São Paulo, capital.). A melhoria das estradas permitiu o tráfego de diligências, como por exemplo a estrada de Estrela a Petrópolis, com lajões de pedras e a estrada de Porto Alegre a São Leopoldo. A melhor construída é a célebre "União e Indústria", em 1852, por iniciativa do industrial Mariano Procópio Laje, entre Petrópolis e Juiz de Fora, utilizada por grandes diligências. O trajeto era feito em 10 horas. Mencionamos também a "Graciosa", ligando o porto de Antonina a Curitiba e a "Dna. Francisca", ligando Joinville a Rio Negro, em 1853.

Quando são construídas as estradas de ferro, essas estradas foram abandonadas e o transporte ferroviário domina completamente até o surgimento da indústria automobilística. Em 1907, o Automóvel Clube do Brasil, no Rio de Janeiro e, no ano seguinte, o de São Paulo congregam os aficionados do automobilismo (esporte elegante que promove o uso das antigas estradas). Entre os esportistas, políticos influentes como Antonio Prado Junior e Washington Luís Pereira de Souza, no estado de São Paulo, levam em frente a idéia de conceder a particulares a construção, exploração e conservação das estradas de rodagem. A primeira delas, para a "exploração da indústria de transportes por automóveis", na Estrada do Vergueiro foi concedida em 1910. A estrada só foi reconstruída em 1920, pelo Eng.º Arthur Rudge Ramos. Em 1916, inicia-se a construção da primeira rodovia, a São Paulo-Jundiaí, construída por detentos do estado e chamada "estrada dos sentenciados" e que devido à isso levou muito tempo para ser concluída.

Em 1920, quando Washington Luís assumiu o Governo do Estado criou a "Inspetoria Estadual de Estradas", sob a direção de Joaquim Timotheo de Oliveira Pentead, órgão precursor do atual DER, intensificando a construção de estradas. A estrada São Paulo-Jundiaí é completada e prolongada até Campinas. Um plano rodoviário ambicioso compreendia estradas que saindo de São Paulo iam em direção a Santos, Rio de Janeiro, Minas, Mato Grosso e Paraná. O plano se realiza e, em 1927, é concluída a pavimentação, com concreto, do trecho da Serra na Estrada São Paulo-Santos, a primeira estrada pavimentada do Brasil.

Também a construção de estradas de rodagem no Nordeste, pela antiga Inspetoria Federal de Obras Contra a Seca, entre 1919 e 1925, constituíram os caminhos da imigração das populações flageladas pela seca.

Quando Washington Luís chegou à Presidência da República, entre 1926 e 1930, usou como propaganda e lema: "Governar é construir estradas". Cumprindo, organizou a "Comissão de Estradas de Rodagem Federais" e criou um "Fundo Especial para a Construção e Conservação de Estradas de Rodagens", que realizavam um plano rodoviário destacando-se a construção da Rio-Petrópolis, inteiramente pavimentada em concreto, e a conclusão da Rio-São Paulo.

Após a crise do café, em 1929, e as revoluções de Vargas, em 1930 e em São Paulo, em 1932, a estrutura política do Brasil tem profunda transformação, promovendo-se a industrialização do país. Por algum tempo o produto industrial chegou a superar o agrícola.

A indústria fica concentrada em São Paulo graças, em particular, à disponibilidade de energia elétrica.

A industrialização, no período de 1930 até a 2ª Guerra Mundial é incrementada, principalmente, pela indústria da construção civil em São Paulo, no Rio de Janeiro e em outras capitais de Estado, com o surto de construção de edifícios e obras sanitárias e urbanas em concreto armado. Daí uma maior necessidade de assistência tecnológica. Em São Paulo, o "Laboratório de Ensaio de Materiais" é transformado no Instituto de Pesquisas Tecnológicas, I.P.T., simultaneamente com a criação da Universidade de São Paulo, em 1934. No Rio, a Estação Experimental de Combustíveis e Minérios tem suas atividades enormemente ampliadas, transformando-se no Instituto Nacional de Tecnologia, I.N.T. Nesse Instituto é criada uma Divisão de Engenharia Civil, sob a direção do Eng.º Paulo Sá.

Em 1940, o episódio marcante da engenharia brasileira foi a construção da Usina Siderúrgica de Volta Redonda, inteiramente por firmas nacionais, com engenheiros brasileiros, orientados por um pequeno número de consultores americanos. O equipamento industrial foi adquirido nos Estados Unidos e aqui montado sob supervisão de técnicos americanos; mas a direção da parte metalúrgica foi feita por metalurgistas da Escola Técnica do Exército e do IPT. Este foi o início da indústria siderúrgica pesada no país, embora já existisse em Minas Gerais uma florescente indústria de barras de aço, a base de carvão vegetal.

Ao IPT deve-se o desenvolvimento da pesquisa tecnológica no campo da metalurgia. Foi responsável pelo projeto e construção da Usina Siderúrgica de Piaçaguera, a COSIPA, em Cubatão, na parte civil e metalúrgica.

Durante a 2ª Guerra há novo progresso industrial com demanda de energia elétrica. As companhias energéticas (Light) tiveram que expandir seus sistemas e, a partir de meados dos anos 40, há a ampliação das usinas de Cubatão, no estado de São Paulo e de Ribeirão das Lajes, no estado do Rio de Janeiro.

Em 1950 o Eng.º Otávio Marcondes Ferraz projetou e construiu a primeira usina de Paulo Afonso, represando o rio São Francisco, por um sistema original por ele mesmo imaginado. A partir dessa época os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul organizaram companhias estatais para a construção hidroelétrica. Em São Paulo, a CHERP e a USELPA projetaram e construíram as usinas do Rio Pardo e do rio Paranapanema e, mais tarde, três usinas no rio Tietê. Em Minas Gerais, a CEMIG construiu a usina de Três Marias. No Rio Grande do Sul, a "Companhia Estadual de Energia Elétrica", entre 1965 e 1978, construiu a Usina de Itaúba. Em 1961, no Paraná, a

COPEL organizou a ELETROCAP para projetar e construir o aproveitamento hidroelétrico Capivari-Cachoeira.

Em 1957 foi criada a "Central Elétrica de Furnas S/A", que construiu a Usina de Furnas, sobre o Rio Grande, alimentando São Paulo e Rio de Janeiro, terminada em 1963. FURNAS construiu ainda outras quatro usinas no rio Grande e no rio Parnaíba.

Em 1952, a "Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai - CIBPU" patrocinou o estudo do aproveitamento integral da parte brasileira da Bacia do Prata, do qual resultou o aproveitamento de salto de Urubupungá, no rio Paraná, pelas usinas de Jupia e de Ilha Solteira. Para o projeto organizou-se uma firma inteiramente nacional de consultoria: a Themag (do Eng.º Milton Vargas), e a concorrência para a construção foi vencida pela Camargo Correa. Em 1965, iniciou-se o projeto de Ilha Solteira, baseado em idéias e concepções inteiramente nacionais. A construção de Ilha Solteira iniciou-se em 1968 e foi inaugurada em 1973.

Em 1961, é criada a "ELETROBRÁS" congregando as companhias estatais de eletricidade, com a finalidade de financiá-las e de encarregar-se de uma planificação nacional do desenvolvimento hidroelétrico nacional. São suas principais subsidiárias: FURNAS, no centro do país; "CHESF", no nordeste; "ELETROSUL" no sul do país; e "ELETRONORTE", para o norte. A partir de então são planejadas e construídas usinas hidroelétricas em todo o território nacional, entre elas Itaipu, no rio Paraná e Tucuruí, no rio Tocantins. Com isso, a capacidade geradora de energia elétrica no Brasil, passou de cerca dos 4 milhões, do final do ciclo da Light, para cerca dos 50 milhões.

A principal fonte de energia no Brasil, antes de 1940, era o carvão de madeira, tanto para siderurgia como para caldeiras industriais. O carvão mineral era importado, principalmente para as locomotivas ferroviárias e a gasolina, para automóveis, era de pouco consumo. A Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, no Rio de Janeiro, desenvolvia estudos na procura de combustíveis nacionais: o carvão mineral do Rio Grande do Sul, o aproveitamento dos combustíveis vegetais - entre eles o álcool-motor - e a procura de jazidas petrolíferas no território nacional. Em 1939, perfura-se o primeiro poço brasileiro de petróleo, em Lobato, na Bahia. Em 1953, é criada a PETROBRÁS que em 1959, começa a captar 150 mil m<sup>3</sup> de óleo, chegando, em 1970, a 10 milhões de m<sup>3</sup>.

Durante o governo de Juscelino Kubitschek (1951-1961) foi idealizada e realizada a construção de Brasília, considerada por muitos a obra máxima da engenharia nacional, com projeto urbanístico do arquiteto Lúcio Costa. O arquiteto Oscar Niemeyer projetou os principais palácios públicos e prédios residenciais da cidade. “Graças ao alto nível de desenvolvimento e organização, já então atingidos pela engenharia civil brasileira, a cidade, com suas avenidas e ruas, suas obras de saneamento e distribuição de energia, pode ser inaugurada em 21 de abril de 1960”.<sup>8</sup>

Decorrente da construção de Brasília surge a grande rede de rodovias federais pavimentadas: a Belém-Brasília, a Belo Horizonte-Brasília e a interligação entre capitais dos estados e à Brasília. Constrói-se a BR-101 ligando Osório, no Rio Grande do Sul a Natal, no Nordeste. As redes ferroviárias que irradiavam dos principais portos são substituídas por estradas que cortam todo o território nacional. A região amazônica e

---

<sup>8</sup> Vargas, M. op. cit.

grande parte do planalto central vão ser atingidas somente pelo transporte aéreo.

O estabelecimento no país de redes de telecomunicações inteiramente nacionais foram o próximo passo na integração do território brasileiro. A história das telecomunicações tem a data de 1854 que marca a inauguração da ligação entre o Palácio de São Cristóvão e o Ministério da Guerra, no Rio de Janeiro. Aos poucos o Rio de Janeiro foi sendo ligado às capitais das províncias e no final dos anos 1890 havia 19000 km de linhas telegráficas em território nacional. O primeiro cabo submarino internacional foi lançado em 1874 entre o Recife e Lisboa.

O telefone no Brasil também é da época de D. Pedro II que, em 1879 autorizou, por decreto, a organização da Companhia Telefônica do Brasil. Dez anos depois existiam no Rio de Janeiro 2.000 telefones e cinco estações. Em 1918 existiam no Brasil 57.000 aparelhos telefônicos. As discagens automáticas aparecem após 1930. A companhia Telefônica Brasileira, pertencente ao grupo Light, mantinha o maior sistema telefônico do país nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo, porém sua operação interurbana era precária. Em 1962 é decretada a intervenção federal na C.T.B. Na mesma época forma-se a Companhia Telefônica Nacional que compra os serviços telefônicos do Paraná e do Rio Grande do Sul que pertenciam à I.T.T. americana. Em 1965 cria-se a EMBRATEL que absorve essas companhias e cobre o território nacional por troncos de microondas, primeiramente entre São Paulo - Rio de Janeiro - Belo Horizonte - Brasília

Em 1972 é criada a companhia "holding", a "Telecomunicações Brasileiras S/A" (TELEBRÁS), que organiza a fusão de inúmeras pequenas companhias em companhias estaduais, subsidiárias da TELEBRÁS.

Curiosamente, a primeira empresa de radiocomunicações no Brasil é na região Amazônica. É a empresa americana "Amazon Wireless Telegraph and Telephone CO, que em 1905 instalou uma estação em Belém e outra na linha de Marajó e depois uma em Santarém e, finalmente em 1911, uma em Manaus. Nos primeiros decênios do século XX foram instaladas estações radiotelegráficas cobrindo grande parte do território nacional. Para a Exposição Internacional do Centenário da Independência em 1922, foi montada, no alto do Corcovado, no Rio de Janeiro, a primeira estação rádio-telefônica nacional para transmissão de música e noticiário. A partir de então surgem, cada vez mais potentes, as Estações Transmissoras de Rádio em todo o país - a maioria delas como Sociedades ou Rádio-Clubes.

A televisão tem sua primeira experiência com a difusão comercial a partir de 1950, pela antiga TV Tupi. O emprego de satélites na rádio-telefonía internacional principia com as instalações de Jacarepaguá, no Rio de Janeiro, em 1962. Atualmente cobre todo o território nacional não só para a rádio-telefonía como para a televisão, dispondo o país de satélites próprios.

Com toda essa atividade da nossa engenharia, o país viu-se dotado, no final da década dos anos 1960, de uma ampla infra-estrutura de transportes, energia e telecomunicações, a qual veio a permitir o desenvolvimento industrial e agrícola dos anos 70, 80, 90, aumentando a renda *per-capta* e a expectativa de vida do brasileiro. Houve e ainda continua havendo conquistas tecnológicas, a exploração do petróleo em águas profundas pela PETROBRÁS, na Bacia de Campos, as fibras ópticas, novos materiais, indústria aeronáutica ( com grande repercussão no estado de São Paulo ), a tecnologia de

alimentos e a biotecnologia na agricultura e agropecuária mostram uma escalada possível no desenvolvimento científico e tecnológico. Porém, o deslanche em escala sustentável depende também de fatores ligados à correlação de natureza econômica, política e social.

## **2. A Escola Politécnica da USP**

### **2.1 Histórico**

Logo no início da Primeira República, correspondendo aos princípios políticos democráticos do novo governo implantado no País, foi fundada a ESCOLA POLITÉCNICA, a 24 de agosto de 1893, pela Lei Estadual nº 191, resultante da fusão de outras duas leis: a nº 26, de 11 de maio de 1892, e a nº 64, de 17 de agosto do mesmo ano. A necessidade de criação de uma escola de engenharia e de instituições voltadas ao ensino científico, visando à modernização e industrialização do Estado, foi o objetivo principal de três projetos de lei que tramitaram na Câmara dos Deputados entre 1891 e 1893: o projeto nº 18 (13/08/1891), que previa a organização da Associação Protetora das Ciências de São Paulo; o projeto nº 13, desse mesmo ano, que previa a fundação de uma Escola Superior de Agricultura e outra de Engenharia; o projeto nº 9 (20/04/1892), apresentado pelo então presidente da Câmara de Deputados – Antônio Francisco de Paula Souza (1843-1917), neto paterno de ministro liberal do 2º Império e materno de grande fazendeiro de café, republicano e anti - escravagista, escreveu, ainda durante o império, o revolucionário

panfleto "A República Federativa do Brasil", encarnando exatamente o espírito liberal porém autoritário da república Velha, que propôs a criação do Instituto Polytechnico de São Paulo. Esses dois últimos projetos foram transformados, respectivamente nas Leis nº-26 e nº 64.<sup>9</sup>

A Escola Politécnica de São Paulo foi solenemente inaugurada, a 15/02/1894. Durante a cerimônia de inauguração, que contava com o Presidente do Estado, Bernardino de Campos, do vice, José Álvares de Cerqueira Cezar, e inúmeras autoridades, o secretário do interior, Cesário Motta Jr proferiu discurso, juntamente com o diretor da escola, Antonio Francisco de Paula Souza e o vice-diretor, Luiz de Anhaia Mello, além do diretor da Escola de Direito, João Monteiro. Iniciou-se o ano letivo com 31 alunos regulares e 28 ouvintes matriculados nos quatro cursos então oferecidos:

- engenharia civil, com cinco anos de duração;
- engenharia industrial, com cinco anos de duração;
- engenharia agrícola, com três anos de duração;
- curso anexo de artes mecânicas, com três anos de duração.

As condições de matrícula foram fixadas no artigo 131 do regulamento de 1893, que estabeleceu a exigência de apresentação de certidão de aprovação nas seguintes matérias: português, francês, latim, inglês, alemão, geografia, história do Brasil, matemática elementar, aritmética, álgebra, geometria e trigonometria retilínea, desenho geométrico e elementar.

---

<sup>9</sup> L'Oschiavo dos Santos, M. C., *História da Escola Politécnica*. Imprensa Oficial do Estado – IMESP.1985

A filosofia de ensino da escola tinha como objetivo a formação de engenheiros práticos, construtores e condutores de máquinas, mestres de oficinas, diretores de indústrias; o ensino superior de matemática e ciências aplicadas às artes e indústrias. Ou seja, a Politécnica nasceu comprometida com a implantação da modernidade da indústria.

Tanto no Brasil como no exterior existia uma série de Institutos Politécnicos, cujos modelos de organização de ensino poderiam servir de exemplo para a criação da Politécnica de São Paulo. Dentre eles, principalmente, destacavam-se: no Brasil, a Escola Politécnica do Rio de Janeiro; no exterior, a *École Polytechnique* de Paris e a *Eidgenössische Technische Hochschule* de Zürich. Considerando-se as circunstâncias brasileiras, principalmente os objetivos do projeto republicano de instrução para o progresso e modernização de São Paulo, a filosofia de ensino da *Eidgenössische Technische Hochschule* atendia realmente às necessidades do tipo de ensino previsto para a Escola Politécnica de São Paulo, onde ensinava-se engenharia, com base às ciências físicas e matemáticas; porém, acompanhada de um intenso ensino técnico em oficinas e gabinetes experimentais. Além disso, sua aplicação não era muito complexa e daria, imediatamente, os resultados desejados: formação de engenheiros para desenvolver São Paulo. Não se pode deixar de mencionar, o que é de extrema significação, que esse modelo de escola técnica, prática, representava uma reação à mentalidade livresca e ao bacharelismo, tão presente no ensino superior brasileiro à época.

Assim, começou um novo capítulo da história da engenharia e da indústria paulista, uma vez que supria o hiato existente entre o progresso material e o político, dada a ênfase da divulgação de conhecimentos jurídicos e das ciências sociais, em detrimento dos conhecimentos da área científica e técnica. Na época, os candidatos à carreira de

engenharia só dispunham de duas alternativas: cursar a Politécnica do Rio de Janeiro (1874) e a Escola de Minas de Ouro Preto (1875), as únicas existentes no país, já que o ensino de engenharia brasileiro foi instituído através da Academia Real Militar em 1810, ou seguir para os principais centros universitários europeus. Politicamente, se o Império se alimentou de uma burocracia calcada na tradição de bacharéis, a República investiu contra esse legado, preocupando-se em formar homens práticos, dotados de espírito de eficiência. Portanto, a Escola Politécnica constitui-se também numa das peças básicas para a implantação e consolidação do pensamento republicano em São Paulo.

Mesmo nas primeiras décadas do século XIX, a província de São Paulo pouco exigia em matéria de grandes obras de engenharia mas, tracejar, localizar e abrir estradas era uma necessidade básica para ganhar novas condições de vida. Respondendo a esse apelo, criou-se o Gabinete Topográfico (1850), que apesar de duração efêmera, pode ser considerado como um marco na implantação do ensino técnico e de engenharia de São Paulo. Também, em vista destas primeiras solicitações de engenharia e da própria formação do pequeno parque paulista, em 1876, foi criado o Instituto Politécnico, uma associação profissional de engenheiros que visava divulgar leis e fatos que pudessem concorrer para o adiantamento industrial da Província e do País, bem como difundir os conhecimentos teóricos e práticos da engenharia. Estas instituições exigiam a fundação de uma escola de engenharia e foi a partir dessas raízes que se implantou na Politécnica um ensino de engenharia desvinculado da formação de militares, aspecto muito significativo para o papel desempenhado por São Paulo no processo de industrialização brasileiro. Mais tarde, foi propulsora do processo de modernização tecnológica, intervindo, assim, diretamente na

vida econômica da região e transformando-a no principal pólo do sistema econômico brasileiro.

## 2. 2 Evolução

Nos primeiros onze anos de vida, a Politécnica implantou e estruturou o ensino superior de engenharia e também dedicou-se à formação de mão-de-obra técnica. Nesse período, a economia paulista era, quase que exclusivamente, agrária, justificando-se o papel relevante da Agricultura ao lado da Engenharia Civil, a qual, à época, caracterizava-se pelo desenvolvimento de trabalhos na área de engenharia férrea, obras de saneamento e serviços técnicos de administração pública. Nessa fase, destaca-se o reconhecimento do caráter oficial dos diplomas expedidos pela Escola Politécnica, realizado pelo Decreto federal nº 727, de 08/12/1900. Visando estimular a freqüência aos cursos fundamentais, e prevendo a evasão escolar antes do término do curso superior de engenheiros, a Congregação definiu graus de profissionalização referentes aos estudos nesses três anos. Desse modo, os alunos habilitados no curso preliminar auferiam o título de Contador. A habilitação nas matérias do curso preliminar, na 4ª cadeira do 1º ano geral (Física Experimental e Meteorologia), na 2ª cadeira do 2º ano geral (Topografia e Elemento de Geodésia e Astronomia) e na aula de “Desenho Topográfico e Elementos da

Arquitetura”, dava ao aluno o título de Agrimensor; era ainda concedido o título de Engenheiro Geógrafo aos alunos nos três anos do curso fundamental. Os cursos de Engenheiros Civis, Agrônomos e Industriais foram mantidos, aumentando-se sua duração. Criou-se o curso de Engenheiros Arquitetos, de Mecânicos e de Maquinistas. Todos eles classificados como cursos especiais. Em 1901, adaptando-se aos constantes progressos das ciencias, aumentaram-se ainda mais as exigências quanto ao ensino de matérias básicas, como Matemática e Física e criação da cadeira de Eletrotécnica, acompanhando o desenvolvimento da indústria da eletricidade da época.

Entre 1911 e 1934, a Politécnica consolidou suas atividades como escola modelar de engenharia, destacando-se também como um importante núcleo experimental científico na área das ciências físicas e matemáticas. Esse período caracterizou-se pela criação do curso de engenheiros mecânicos – eletricitas, dos vários cursos de química, especialidades com currículos definidos para o atendimento das necessidades de industrialização de São Paulo. Deve-se destacar ainda a supressão do curso de engenheiros agrônomos, em 1911, com a criação da Escola de Agricultura Luiz de Queiróz e a diversificação curricular do curso de Engenharia Civil, em vista do crescente desenvolvimento da construção civil. Nessa época os laboratórios didáticos – principalmente o Laboratório de Ensaio Materiais e o Laboratório de Eletrotécnica – sofreram ampla reorganização, passando à realização de pesquisas em maior escala, inclusive prestando serviços a terceiros. Em 1931, através do seu 8º Regulamento, ficou fixado o currículo mínimo de cada um dos cursos de engenharia: Civil, Eletricista, Arquiteto e Químico, deixando a critério da Congregação tanto o estabelecimento da

seriação das disciplinas referentes a cada um dos cursos da Escola, como a introdução de novas cadeiras, na medida das necessidades de cada curso. Cabia também à Congregação propor ao governo, quando julgasse oportuno, a criação de cursos superiores de Matemática, Física, Química, Geologia e Mineralogia. Instituíram-se também os “cursos livres de conferência” e a “docência livre”.

De 1934 a 1955, destacam-se, a criação da Universidade de São Paulo, em Decreto estadual nº 6.283, da qual a Escola Politécnica faz parte, que continuou gozando de personalidade jurídica própria e autonomia didática e administrativa, observados os Estatutos Universitários; a criação, em 3 de abril de 1934, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas / IPT, anexo à Politécnica, originário do antigo Gabinete de Resistência dos Materiais, posteriormente Laboratório de Ensaios de Materiais/LEM, responsável pelo desenvolvimento de pesquisa técnica sistemática e pelo atendimento e resolução dos problemas da indústria paulista, em pleno desenvolvimento. Outra instituição criada nos moldes do IPT, foi o Instituto de Eletrotécnica, que, além de ministrar aulas de laboratório aos cursos da Escola, executava ensaios industriais. A fundação desses institutos anexos representa um importante marco na história da pesquisa técnica no Brasil. Deve-se ressaltar ainda a extinção do curso de engenheiros arquitetos para dar origem à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, bem como a criação do curso de Minas e Metalurgistas. Com o 9º Regulamento, de 06/04/1935, foi aberta também a possibilidade da Escola Politécnica expedir diplomas ou certificados de doutor, quando, pelo menos um anos após a conclusão dos cursos normais ou científicos e atendidas outras exigências regulamentares, o candidato defendesse uma tese de sua autoria. Com esse

dispositivo foi instituída, ainda que de forma incipiente e não sistematicamente estruturadas, a pós-graduação.

A fase entre 1955 e 1970, iniciou-se com a grande reforma didática ocorrida na Politécnica no ano de 1955, que introduziu as opções no currículo da Politécnica. Nesse período, foram criados os cursos de Engenharia Naval, Engenharia de Produção e subdivididos em dois os cursos de Engenharia de Minas e Metalurgistas para responder às novas exigências da evolução industrial paulista e brasileira.

A partir dos anos setenta, iniciou-se uma nova fase na história da Politécnica com a implantação da Reforma Universitária (1968): o currículo mínimo da Politécnica passou a ser composto por uma parte comum a todas as áreas e uma parte diversificada, em função de cada área de habilitação; os cursos básicos de Matemática, Física e Química passaram a ser oferecidos pelos respectivos institutos da Universidade de São Paulo. Nessa fase, iniciaram-se os programas de cursos de atualização em todas as áreas de engenharia, bem como foram criadas fundações da EPUSP: Fundação Carlos Alberto Vanzolini (criada no final da década de sessenta) e Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia, as quais têm possibilitado um grande desenvolvimento de pesquisas de vanguarda, bem como a captação de recursos através de prestação de serviços para empresas privadas, estatais e órgãos públicos.

### 2.2.1 Estrutura Atual da Escola Politécnica:

- 15 Departamentos de Ensino e Pesquisa
- Área Construída: 141.500 m<sup>2</sup> - 9 prédios;  
20.000 m<sup>2</sup> - laboratórios;  
16.500 m<sup>2</sup> - salas de aula;  
5.000 m<sup>2</sup> - 8 bibliotecas.
- 323 Convênios e Contratos com Empresas
- 495 docentes,  
sendo: 404 com  
titulação mínima  
de doutor, 328  
em tempo  
integral
- 500 funcionários
- 31 Convênios Internacionais com 27  
diferentes países
- Graduação: 10 cursos semestrais;  
3 cursos quadrimestrais  
cooperativos com a  
indústria;  
4.524 alunos.
- Pós-Graduação: 16 cursos de Mestrado;  
16 cursos de Doutorado;  
1.312 alunos de  
Mestrado;  
827 alunos de Doutorado;  
1.915 alunos Especiais.
- Educação  
Continuada: 222 cursos  
7.777 alunos

- Organograma



### 2.3 Os Cursos

- **Curso de Engenheiros Civis** – O curso de engenharia civil sempre foi o curso clássico das Escolas de Engenharia, e assim é também na Politécnica. Foi criado em 1893 e funciona, ininterruptamente até hoje. Nas primeiras organizações

curriculares deste curso constavam, além das matérias específicas para a formação do engenheiro civil à época, cadeiras que a rigor estavam fora do âmbito mais restrito da engenharia civil, mas que não poderiam deixar de ser estudadas por um “politécnico” em um País como o nosso, no início do século. A primeira grande mudança no programa deste curso alterou a denominação da cadeira de Navegação Interior (suprimiu a designação de Hidrografia e acrescentou a de Canais); suprimiu a cadeira de Máquinas a Vapor e introduziu Física Industrial e Tecnologia do Construtor Mecânico; a cadeira de Estradas, anteriormente separada em Estradas de Ferro e Estradas de Rodagem, passou a constituir uma única cadeira geral, juntamente com pontes e viadutos, e criou-se uma cadeira de Trafego Ferroviário, o que dá bem a medida da importância desse setor nos primeiros currículos de Engenharia Civil. Em 1918 foram introduzidas mudanças significativas no curso, entre as quais destacam-se: a reunião, em uma só, das cadeiras de Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções e a maior importância dada à Termodinâmica, que passou a ser citada expressamente na cadeira de Física Industrial. A cadeira Tecnologia das Profissões foi transformada em Tecnologia da Construção Civil; separação das cadeiras de Hidráulica e Hidráulica Urbana e Saneamento das Cidades; redistribuição das matérias relativas a Estradas e Pontes, agora tratadas separadamente, vinculando-se o estudo à Estradas e Viadutos à Pontes; alteração na denominação de partes da cadeira de Mecânica aplicada às máquinas, substituindo-se os moinhos de vento pelas máquinas frigoríficas; criação da aula de contabilidade geral e comercial. Essas mudanças, juntamente com a experiência acumulada no Gabinete de Resistência dos Materiais, desde 1899,

colocaram a Politécnica no primeiro quartel deste século, como a principal instituição produtora de tecnologia civil no Estado. As construções urbanas, que eram feitas em estruturas metálicas, passaram a dispor de novas técnicas construtivas (concreto) para sua edificação. Em 1931, com os problemas trazidos pelo novo sistema construtivo, introduziu-se a cadeira de Pontes, e o estudo das Fundações e Estruturas de Ferro e Concreto Armado. Em 1955, criaram-se as quatro modalidades do curso: Construções, Hidráulica, Estruturas e Transportes. Outro aspecto significativo na área do cálculo estrutural foi a introdução da computação eletrônica, a partir da década de sessenta, onde a Politécnica foi pioneira. Outra área de destaque é a de Solos e Fundações, pioneira na introdução de noções de Mecânica dos Solos, em 1953, tudo coincidindo com o grande desenvolvimento urbano de São Paulo. A Engenharia Hidráulica é uma das áreas clássicas do curso de Engenharia Civil da EPUSP. Porém, só a partir dos anos cinquenta, com o surto da construção hidrelétrica, é que a tecnologia hidráulica ganhou grande desenvolvimento.

- **Curso de Engenheiros Eletricistas** – Foi criado em 1907, apesar de que desde a primeira organização curricular (1893) já havia a preocupação com essa área. Com a instalação da usina hidrelétrica de Parnaíba, estabelecendo o grande sistema hidrelétrico destinado ao abastecimento da capital, inaugurando-se também as primeiras instalações de tração elétrica urbana e de iluminação pública por eletricidade em São Paulo, a Congregação achou conveniente criar, em 1901, a cadeira de Eletrotécnica, como disciplina autônoma, sem caráter especializado, nem

finalidade industrial, que era lecionada no segundo ano do curso geral e estudada por todos os alunos, quaisquer que fossem as habilitações. Com o rápido desenvolvimento da eletricidade, sentiu-se a necessidade da criação do referido curso, que no princípio era conjunto ao de Mecânica, o que fez com que se extinguisse a cadeira de eletrotécnica, e que depois de várias separações e junções com a Mecânica, em 1955 foi definitivamente separado deste, tornando-se Engenharia de Eletricidade, atualmente com ênfase em microeletrônica, telecomunicações, automação e controle, potência e energia, computação e automação elétrica.

- **Curso de Engenheiros Mecânicos** – A preocupação com o ensino da Mecânica na Escola Politécnica remonta a sua primeira organização curricular. Naquela época, a expansão da lavoura do café trouxe a introdução de novas máquinas e a presença dos profissionais mecânicos e maquinistas. Durante a Segunda Guerra (1939-1945), verificou-se o crescimento da produção industrial brasileira, iniciando-se a fabricação de bens de produção, setor em que a Engenharia Mecânica teve grande participação. Foi aí, que, em 1955, ele foi separado da curso de Engenheiros Eletricistas, tendo sido criadas duas opções: Projeto e Produção, viando o incremento de estudos relativos a projetos de máquinas, dispositivos, ferramentas e novos produtos e a métodos na área de produção. Em 1958, foi aprovada a criação do Curso de Engenheiros de Produção. Atualmente o curso tem ênfase em energia e fluidos, projeto e processo de fabricação, além de habilitar em automação e sistemas.

- **Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas** – Partindo da necessidade do desenvolvimento da mineração e da metalurgia em São Paulo, no final da década de trinta, a Congregação da Escola Politécnica começou a estudar a possibilidade de criação de um curso de engenheiros de minas e metalurgistas. Entre outras, uma das mais substanciais contribuições da Politécnica neste setor referiu-se à criação da Companhia Siderúrgica Paulista – COSIPA, em Piaçaguera, Cubatão, em 1953. Além disso, a criação da Companhia Brasileira de Material Ferroviário – COBRASMA, na década de quarenta. Após a II Guerra, a mineração brasileira sofreu um significativo processo de expansão. Nossa produção de minérios aumentou em escala apreciável e, conseqüentemente, verificou-se uma ampliação gradativa na demanda do trabalho do engenheiro de minas. Assim, estabeleceu-se a separação dos cursos de engenharia de minas e metalurgia em 1955. O currículo do curso de engenharia de minas tem introduzido inovações, visando formar um profissional apto a exercer todas as atribuições específicas que a ele competem: prospecção, pesquisa e avaliação de jazidas minerais, estudo projeto, execução e fiscalização dos serviços de lavra de minas e da indústria metalúrgica bem como vistorias, arbitramentos e assuntos de engenharia legal relacionados com sua especialidade.
- **Curso de Engenheiros Navais** – A necessidade de nacionalização da formação de engenheiros navais que até então eram enviados ao exterior (King's College, na Inglaterra; Massachussets Institut of Technology e University of Michigan, nos

Estados Unidos), fez-se sentir a partir da década de cinquenta. Assim, surgiu o primeiro curso de Engenharia Naval do País e da América Latina, como resultado de um convênio entre a Marinha do Brasil e a Universidade São Paulo, com os objetivos básicos de formar engenheiros navais civis para atender a necessidade da então florescente indústria de construção naval brasileira e formar engenheiros navais militares para guarnecer os quadros da Marinha. Atualmente possui ênfase em máquinas, estruturas, transporte e tecnologia.

- **Curso de Engenheiros de Produção** – A internacionalização do padrão de ensino de engenharia, a valorização do modelo norte-americano de ensino e a busca, cada vez maior, de adequação entre o ensino e o processo de industrialização brasileira são fatores que fazem parte do contexto de criação do curso de Engenharia de Produção. Em 1954, resultante de um convênio entre a Fundação Getúlio Vargas e o Ponto IV (órgão do governo norte-americano antecessor do USAID) foi criada a Escola de Administração de Empresas em São Paulo. O curso de Engenharia de Produção, na verdade, foi um desdobramento e expansão da antiga cadeira nº 19, integrada pelas disciplinas Economia Política, Estatística Aplicada e Organizações Administrativas. A primeira organização curricular do curso sofreu grande influência dos professores americanos aqui radicados pelo Ponto IV. Posteriormente, verificaram-se várias alterações. É muito significativa a contribuição da Politécnica na área de Engenharia de Produção, não só porque foi a primeira instituição nacional da área, mas pelos grande número de profissionais que formou.

- **O Curso de Engenheiros Químicos** – Na vida industrial paulista dos anos vinte era significativa a solicitação da química: dos artefatos de uso e consumo diário (chapéus, tecidos, vidros, louças, queijos), à nascente indústria da construção. Logo, em 1925 a Escola Politécnica criou o curso de Engenharia Química. Porém, o ensino de química na Politécnica remonta sua organização curricular inicial, no quadro de Engenheiros Industriais. Além disso, há outros dois cursos que devem ser considerados como antecedentes do curso de Engenharia Química: o curso de Químicos e o de Químicos Industriais. Como, em vistas das novas exigências da expansão industrial, os cursos de química e químicos industriais não estavam respondendo, adequadamente, à formação de profissionais devidamente especializados para atuar na área, em 1925 foram supridos estes dois cursos e criado o curso de Engenharia Química. O curso de Engenharia Química da EPUSP desempenhou e continua a desempenhar um papel relevante na evolução da tecnologia química e na formação de profissionais para a indústria química paulista e brasileira. Deve-se notar que esse curso da EPUSP foi o primeiro curso brasileiro criado na área.

- **Cursos Extintos:**

- **Curso de Engenheiros Agrícolas** – Em função da situação econômica do Estado ainda estar assentada em bases exclusivamente agrícolas, a primeira organização curricular da Escola tinha o curso de Engenharia Agrícola. A

Politécnica foi pioneira no ensino de Agricultura de São Paulo. Mas, em 03/06/1901, foi inaugurada a Escola Agrícola Prática de Piracicaba, visando difundir o ensino profissional agrícola. Em 1931, houve alteração de seu nome para Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), a qual, em 1934, integrou a Secretaria de Agricultura e, nesse mesmo ano, juntamente com a Faculdade de Direito do Largo São Francisco, a Escola Politécnica, a Faculdade de Medicina, a Faculdade de Farmácia e Odontologia, a Faculdade de Medicina Veterinária e a recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, passou a constituir a Universidade de São Paulo.

- **O Curso de Engenheiros Arquitetos** – Foi de grande significação a criação desse curso, pois aliava ao rigor intrínseco das ciências exatas e das outras cadeiras integrantes da formação de engenheiros, artes e desenho do projeto. Segundo seu grande mestre de ensino da arquitetura na Politécnica, seu vice-diretor e fundador da Faculdade de Arquitetura da USP, Prof. Luiz Ignácio Romeiro de Anhaia Mello (1891-1974): “Não escapou à instituição genial dos eméritos fundadores da nossa Escola Politécnica, a conveniência e necessidade de incluir um curso de engenheiros arquitetos entre os vários do novo instituto.” O currículo do curso, desde sua primeira organização, era composto por cadeiras comuns ao curso de engenharia civil e cadeiras específicas, que em 1894, eram: Elementos de Arquitetura, Estudo de detalhes, Estética das Artes do Desenho, História da Arquitetura, Estilos

Diversos. Durante a evolução do curso, pequenas alterações curriculares foram acontecendo, até a mais importante delas, em 1925, com a introdução da cadeira de urbanismo, culminando com a extinção gradativa do curso entre 1948 e 1951, com a criação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. Há três nomes basilares para a evolução desse curso: Francisco de Paula Ramos de Azevedo (1851-1928), Alexandre Albuquerque (1880-1940) e Luiz Ignácio Romeiro de Anhaia Mello (1891-1974), que além disso, muito contribuíram através de suas obras educacionais e arquitetônicas paulistas.

- **O Curso de Engenheiros Industriais e Engenheiros Geógrafos** – O curso de engenheiros industriais funcionou de 1893 a 1925. O de Geógrafos foi ministrado entre 1894 e 1897.
  
- **Os Cursos de Formação de Mão - de - Obra Técnica** – Os cursos que continham currículos próprios eram: curso de Artes Mecânicas (1893-1894); curso de Condutores de Trabalho (1897-1911); curso de Maquinistas (1894-1911); curso de Mecânicos (1894-1911); curso de Químicos e curso de Químicos Industriais. Os cursos sem currículos próprios eram: Agrimensor (1893-1965) e o de Contador (1894-1918). A Escola Politécnica, através desses cursos, deu uma grande contribuição para a implantação do ensino técnico em São Paulo e no País.

- **Os Cursos Básicos** – A preocupação com a sólida formação científica do engenheiro sempre foi uma constante na evolução do ensino da Politécnica, desde os primeiros projetos para sua criação até sua estrutura atual. Assim, o ensino da Matemática, da Física, da Química e das Ciências Naturais ocupou papel de grande importância na formação do engenheiro na Politécnica, visando proporcionar-lhe conhecimentos precisos relativos aos fenômenos em que se baseia toda a engenharia e permitindo-lhe também o domínio dos métodos científicos.

#### 2.4 Pós-Graduação

- **Os Cursos de Pós-Graduação** – Um passo significativo para o desenvolvimento dos cursos de pós-graduação na EPUSP foi criado pela promulgação do Decreto estadual nº 7.071, de 06 / 04 / 1935, no qual, pela primeira vez, colocou-se a possibilidade de serem expedidos diplomas de doutor quando pelo menos um ano após a conclusão dos cursos normais ou científicos e, atendidas outras exigências regulamentares, o candidato defendesse uma tese de sua autoria, constituindo trabalho de real valor sobre o assunto de natureza técnica ou puramente científica. Com o 11º Regulamento (1965), estabeleceu-se normas específicas de funcionamento dos cursos de pós - graduação e introduziu-se novas modificações no

regime de doutoramento. Assim, a EPUSP concederia título de doutor aos habilitados nos cursos de professor catedrático ou de livre-docência e aos aprovados na defesa de tese de doutoramento. Foram instituídas três espécies distintas de doutor: Doutor em Engenharia, conferido ao candidato aprovado, portador do diploma de engenheiro; Doutor em Ciências, conferido ao candidato aprovado que não era portador do diploma de engenheiro; finalmente, conferia o título de Doutor em Ciências Físicas e Matemáticas aos habilitados nos concursos de professores catedráticos ou de livre-docente. Desde então, a EPUSP vem mantendo, efetivamente, cursos de pós-graduação relacionados aos diversos setores da Engenharia, com o objetivo de promover o aprimoramento técnico e científico dos diplomados em seus cursos de graduação, bem como a expansão de seu corpo docente.

Atualmente, a pós-graduação *strictu-sensu* conta com mais de 1600 alunos matriculados em 9 (nove) Programas (16 áreas de concentração), envolvendo cerca de 300 professores distribuídos entre o corpo docente permanente, professores convidados e pesquisadores visitantes. De 1970 a 1998 foram outorgados cerca de 3.100 títulos de Mestres ou Doutores em Engenharia, o que coloca a EPUSP como um dos maiores centros de pós-graduação do país, e o maior na área de Engenharia.

Os objetivos fundamentais dos programas de pós-graduação da EPUSP são:

- formação de professores universitários e pesquisadores;
- formação de profissionais de alto nível;
- realização de pesquisas científicas e desenvolvimento tecnológico.

O curso de pós-graduação no nível de **Mestrado** visa o domínio e a realização de trabalho técnico-científico em uma área específica do conhecimento. Sob supervisão do orientador, o candidato deve praticar o desenvolvimento de atividades de pesquisa e de modo autônomo sistematizar os conhecimentos adquiridos.

O curso de pós-graduação no nível de **Doutorado** visa o domínio pleno e a realização de trabalho técnico-científico com criatividade e espírito inovador em uma área específica do conhecimento. Sob supervisão do orientador, o candidato deve demonstrar a capacidade de ampliar as fronteiras do conhecimento, desenvolver atividades de pesquisa e de modo autônomo sistematizar os conhecimentos adquiridos.

## 2.5 Cursos de Atualização

- **Os Cursos de Atualização** – Pela criação do Programa de Cursos de Atualização da Escola Politécnica, instituído em 1978, os cursos de atualização, diferindo dos de pós-graduação, visam as atividades profissionais, atualizando continuamente a formação do engenheiro, em face da rápida evolução dos conhecimentos tecnológicos.

## 2.6 Docentes

- **Os Docentes** – A composição do quadro docente da Escola Politécnica fez-se numa primeira fase, a partir de docentes e antigos alunos das duas escolas de engenharia então existentes no país: a Escola Politécnica do Rio de Janeiro e a Escola de Minas de Ouro Preto, e de docentes oriundos das principais escolas de engenharia da Europa. Particularmente, após a fundação da Universidade de São Paulo, em 1934, a Escola recebeu a colaboração de vários professores estrangeiros, na área das ciências básicas, que vieram ao Brasil contratados pela missão Teodoro Ramos, a fim de participar da implantação dos cursos de ciências da nova Faculdade de

Filosofia, Ciências e Letras. Na evolução do regime de docência da Escola Politécnica, bem como do ensino brasileiro de modo geral, destacou-se a figura do professor catedrático, que correspondeu ao título acadêmico mais elevado e funcionou, a um só tempo, como unidade docente administrativa suprema do ensino. Na realidade, o catedrático era uma verdadeira instituição, solidamente estabelecida, que desfrutava de enorme número de prerrogativas e de poderes decisórios. O sistema de cátedras foi definitivamente abolido com a implantação da Reforma Universitária (1968) e, em seu lugar, foi instituído o sistema departamental.

- *Professores Eméritos*

O título de "Professor Emérito" é a mais alta honraria da carreira acadêmica. Ele é concedido pela Escola Politécnica da USP aos docentes responsáveis por importantes avanços na área do ensino e pelas relevantes contribuições científicas e tecnológicas à sociedade.

Ao longo de mais de cem anos, cultivando a tradição de excelência como instituição de ensino superior nas áreas de engenharia, a Escola Politécnica outorgou a honraria a 21 docentes que se destacaram em suas carreiras.

## **2.7 Departamentos**

- **Os Departamentos** – O Decreto estadual nº 25.230, de 16/12/1955, criou efetivamente os departamentos de Escola Politécnica. Entretanto, o embrião da idéia de departamentos já estava presente no seu 2º Regulamento (1894), quando diversas cadeiras dos cursos então oferecidos passaram a constituir dez secções. O Departamento é a menor fração da estrutura universitária, e é o órgão responsável pela elaboração e desenvolvimento dos programas de Ensino, Pesquisa e Extensão Universitária. A direção do Departamento é exercida por um chefe eleito entre os membros do Conselho de Departamento, que é constituído pelos professores titulares, representantes das demais categorias docentes e representantes discentes. Com a implantação da Reforma Universitária, foram constituídos os departamentos atuais:

### **Engenharia Civil**

Departamento de Engenharia de Construção Civil – PCC

Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações – PEF

Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária – PHD

Departamento de Engenharia de Transportes – PTR

## Engenharia Elétrica

Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas – PEA

Departamento de Engenharia Eletrônica – PEE

Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais – PCS

Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos – PSI

Departamento de Engenharia de Telecomunicação e Controle – PTC

## Engenharia Mecânica

Departamento de Engenharia Mecânica – PME

Departamento de Engenharia Mecatrônica e Sistemas Mecânicos – PMR

## Engenharia de Minas

Departamento de Engenharia de Minas de Petróleo – PMI

## Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais – PMT

## Engenharia Naval e Oceânica

Departamento de Engenharia Naval e Oceânica – PNV

## Engenharia Química

Departamento de Engenharia Química – PQI

## Engenharia de Produção

Departamento de Engenharia de Produção – PRO

Possui também dois departamentos antigos, que foram desmembrados:

Departamento de Engenharia Eletrônica – PEE

e

Departamento de Engenharia Mecânica – PMC

## 2.8 Biblioteca

Tão logo foi inaugurada a Escola, a Congregação e Diretoria trataram de providenciar a organização da Biblioteca, criada pela Lei Estadual n. 191, de 24 de janeiro de 1893, que “Aprova o Regulamento para organizar a Escola Polytechnica de São Paulo”, em 31 de março de 1894 criaram uma Comissão com o fim de organizar a Biblioteca, composta dos Professores: Antonio Francisco de Paula Souza, Francisco Ramos de Azevedo, João Pereira Ferraz e Luiz de Anhaia Mello. Além da necessidade de subsidiar o ensino técnico e de engenharia que então se iniciava em São Paulo, a criação dessa biblioteca foi significativa, pois, até então, a cidade só dispunha da Biblioteca da Faculdade de Direito, cujo acervo era composto predominantemente, por obras de ciências sociais e jurídicas. Atualmente a biblioteca está estruturada em uma biblioteca central e as demais bibliotecas departamentais a ela subordinada.

Com um acervo de 489 volumes a Biblioteca iniciou suas atividades em 07 de janeiro de 1895, no antigo solar do Marquês de Três Rios. A cidade de São Paulo dispunha, à época, apenas da Biblioteca da Faculdade de Direito que possuía obras de Ciências Sociais e Jurídicas. Em 1897 foi divulgado o Catálogo Impresso da Biblioteca que não chegou a ser atualizado. Em 1899 foi inaugurada a nova sede da Escola, o *Edifício Paula Souza*, para onde foi, também, a Biblioteca.

Seguindo a orientação das Bibliotecas Européias e da Conferência Bibliographica Internacional, realizada em Bruxelas, em 1895 a Biblioteca da Escola

Politécnica iniciou já, no começo do século, o catálogo em fichas e passou a adotar, também, a Classificação Decimal Universal para o arranjo das obras do acervo, que até então estavam reunidas segundo a ordem alfabética dos cursos ministrados na Escola.

A criação de novos cursos levou à expansão da Escola e a sua instalação em mais de uma sede. A consequência para a Biblioteca foi a paulatina descentralização de seu acervo bibliográfico e a manutenção de coleções de obras especializadas junto às respectivas Cadeiras e, mais tarde, aos Departamentos.

A organização da Biblioteca desenvolveu então um sistema centralizado: as obras eram adquiridas e processadas na Biblioteca Central mas permaneciam junto às Cadeiras para consulta e empréstimo dos interessados.

Com a mudança para a Cidade Universitária essa dispersão acentuou-se, dando origem às novas Bibliotecas. Esse número elevou-se a dez (10) Bibliotecas em 1989, com a criação dos Cursos Cooperativos em Cubatão. Em 1995 a Biblioteca que funcionava no Campus de Cubatão foi desativada e em 1996 as Bibliotecas de Engenharia Mecânica e de Engenharia Naval e Oceânica foram reunidas.

A necessidade de racionalizar a organização das Bibliotecas da EPUSP levou à criação do Serviço de Bibliotecas em 26 de fevereiro de 1988 (Processo RUSP 88.1.13382.1.1), com o objetivo de promover o funcionamento sistêmico das Bibliotecas da Escola, capacitando-as a oferecer serviços e produtos necessários ao desenvolvimento das atividades acadêmicas de ensino, pesquisa e extensão.

Hoje o Serviço de Bibliotecas desenvolve um sistema centralizado de aquisição, processamento e divulgação do acervo e compõe-se de 8 (oito) Bibliotecas: Uma Central e Sete Setoriais: Civil, Elétrica, Naval, Metalúrgica, Minas, Produção e Química.

A integração do Serviço às atividades da Escola é promovida pela *Comissão de Biblioteca*, composta de Professores Representantes dos Departamentos da EPUSP e da Diretora do Serviço.

## 2.9 Poli Virtual

### 2.9.1 Objetivos do Projeto:

Com o avanço tecnológico e as facilidades que a internet apresenta no cotidiano de todos, a EPUSP, através de site [www.poli.usp.br](http://www.poli.usp.br) disponibiliza a *POLI VIRTUAL* com os seguintes propósitos:

#### 2.9.1.1 Para modernizar a Escola Politécnica:

- Colocar a tecnologia a serviço da comunidade Politécnica
- Criar novos meios de transmissão de informações e conhecimentos,

utilizando:

- Redes de computadores de alta capacidade de transmissão;
- Informação centralizada;
- Mídias diversas;
- Desburocratizar o sistema administrativo.

**2.9.1.2 Para melhorar a qualidade de ensino:**

- Promover a utilização de novas tecnologias no sistema de ensino;
- Enriquecer os meios e atividades de nosso sistema de ensino, permitindo que absorção dos conceitos e informações seja feita de maneira mais dinâmica e interativa;
- Promover cursos à distância.

**2.9.1.3 Para melhorar a interação entre instituições acadêmicas:**

- Promover intercâmbio entre instituições de pesquisa, beneficiando projetos cooperativos;
- Democratizar o acesso à informação.

### 2.9.2 Serviços Propostos:

- Sistema de videoconferência interdepartamental e entre universidades;
- Sistema de ensino on-line (com vídeo sob demanda);
- Sistema de apoio on-line à cursos da Poli;
- Sistema de apoio ao docente;
- Sistema de BMCP - Base Multimídia do conhecimento da Poli;
- Sistema Biblioteca Digital;
- Sistema de consulta;
- Sistema de requisição de serviços.

O Projeto **Poli-Virtual** foi viabilizado através de três grandes projetos da Escola Politécnica, que possibilitaram a criação de uma infra-estrutura multi-usuário e, estendendo sua utilização a toda comunidade politécnica.

### 2.10 Ensino à distância

A Coordenação de Educação à Distância da EPUSP foi criada em 18 de setembro de 1.998, através da Portaria Dir. 081/98, com a função de definir diretrizes,

propor prioridades e coordenar as ações para a implantação desse sistema de ensino na Escola Politécnica.

### 2.10.1 Objetivos

- Avaliar as possibilidades e as formas de atuação da EPUSP em EAD (ensino à distância).
- Definir os objetivos a atingir e as diretrizes para a ação, inclusive quanto à avaliação.
- Prospectar as experiências existentes, interna e externamente.
- Promover interna e externamente a divulgação das atividades da Coordenação e da Escola, além das possibilidades positivas advindas do uso de EAD.
- Propor ações para a implementação das atividades de EAD na EPUSP, tais como: análises de viabilidade, estabelecimento de parcerias, obtenção de financiamentos, identificação de demandas, etc.
- Zelar pela qualidade dos produtos/serviços oferecidos via EAD pela EPUSP.
- Propugnar pelas demais ações necessárias ao êxito do projeto EAD-EPUSP.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> <http://www.poli.usp.br> Junho/2002.

### **3. Ensino de Engenharia na** **Escola Politécnica - USP**

A estrutura do ensino de engenharia na Poli é feita da seguinte maneira:

No primeiro ano, o ciclo básico, os alunos cursam disciplinas para formação em ciências básicas, Matemática, Física, Química e Computação.

Algumas disciplinas como Desenho, Ciências dos Materiais e Química, apesar de ainda exporem o aluno às ciências básicas, procuram, juntamente com a disciplina de Introdução à Engenharia, a expor o aluno ao modo de pensar do engenheiro, já no início do curso.

No segundo semestre do ano de ingresso, cada aluno deverá preencher o Formulário de Opção por Grande Área, declarando em ordem de preferência, suas opções pelas quatro Grandes Áreas do curso de Engenharia da Escola Politécnica: Civil, Elétrica, Mecânica e Química.

Todos os alunos ingressantes serão alocados às vagas existentes em cada Grande Área pela Ordem de Classificação abaixo definida, procurando-se atender às preferências expressas no Formulário.

Alunos que não preencherem o Formulário serão alocados, aleatoriamente e ex-officio, a uma das Grandes Áreas com vagas não preenchidas.

A Ordem de Classificação será feita pela ordem decrescente das médias aritméticas entre as notas **A** e **B** abaixo definidas, calculadas com precisão de milésimo.

**Nota A:** É a média ponderada pelo número de créditos, de todas as notas obtidas no ano de ingresso, em todas as disciplinas do currículo ideal do 1º ano comum (a máxima nota A possível será dez).

Para o cálculo da nota A aplicam-se as seguintes normas complementares:

- a. Só serão consideradas as notas obtidas no 1º oferecimento da disciplina;
- b. Só serão consideradas as notas da primeira avaliação (vale dizer, notas após a recuperação não entrarão nos cálculos);
- c. Será atribuída nota zero às disciplinas da estrutura curricular do 1º ano:
  - que não tenham sido cursadas no ano de ingresso;
  - em que tenham sido concedidos créditos por equivalência de disciplina (aproveitamento de estudos);

- que tenham sido trancadas.

**Nota B:** É a nota utilizada na classificação da FUVEST dividida por 100 (a máxima nota B possível será dez).

A entrada em uma Grande Área só poderá deixar de ser feita ao final do ano de ingresso no caso de trancamento total por motivos de saúde ou de serviço militar, devendo cada caso ser analisado pela Comissão de Graduação.

No segundo ano, as ciências básicas ainda compõem mais de 50% da estrutura de disciplinas, iniciando-se a formação em ciências de engenharia, como Termodinâmica, Mecânica dos Fluidos, Resistência dos Materiais, etc.

No terceiro ano a carga maior está em disciplinas de formação básica em engenharia, nas diversas habilitações da escola e iniciam-se as disciplinas de projeto.

No quarto ano aumenta-se a carga nas disciplinas de projeto enquanto diminuem a carga em ciências de engenharia, bem como aparecem as primeiras disciplinas de administração.

Finalmente, no quinto ano, o aluno consolida o aprendizado em projeto e centraliza-se no aprendizado prático através dos estágios na indústria. A figura abaixo mostra a distribuição das disciplinas.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> <http://www.poli.usp.br> Junho/2002

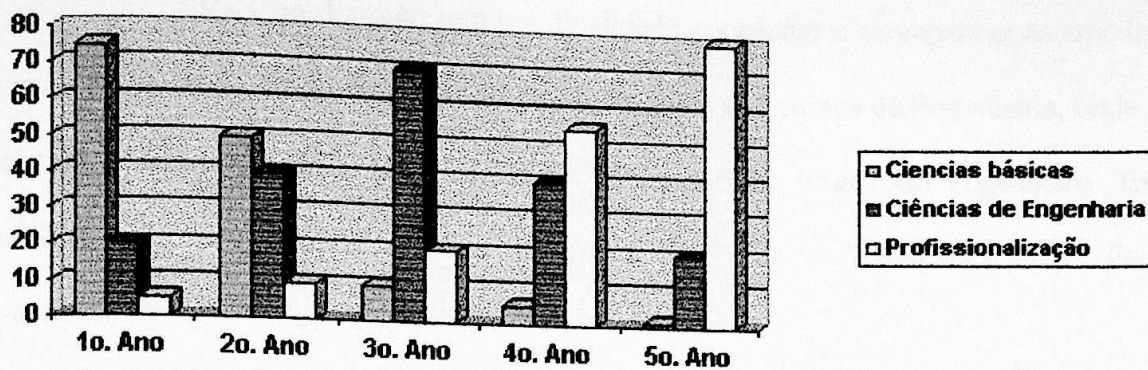


Figura - Distribuição das disciplinas na formação do Engenheiro na Escola Politécnica

### 3.1 O Ciclo Básico

Nomeada pelo Diretor da EPUSP, a atual Coordenação do Ciclo Básico é composta pelos seguintes professores da Escola: José Roberto Castilho Piqueira (Presidente), Maria Elena Santos Taqueda, Mércia Maria Semensato Bottura de Barros, Marcelo Massarani e Osvaldo Shigueru Nakao. Compõe esta Coordenação, também, um aluno, eleito por seus pares, a Profa. Ivette F. C. Oppenheim, do Instituto de Física e a Profa. Marina Pizzotto, do Instituto de Matemática e Estatística.

Esta Coordenação tem por finalidade coordenar e acompanhar as atividades do ciclo básico que compreende os dois primeiros anos dos cursos de Engenharia, onde são ministradas disciplinas para uma sólida formação teórica básica do engenheiro. Essas disciplinas são responsabilidade dos Institutos de Física e Matemática e da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A Coordenação do Ciclo Básico, visando uma maior integração didática das atividades do curso básico com o restante da Poli, realiza reuniões periódicas entre os coordenadores e representantes dos alunos, onde são tratados, principalmente, assuntos como calendário de provas do semestre, balanço didático das disciplinas ministradas, discussão de resultados de questionários de avaliação de professores (preenchidos pelos alunos no final da disciplina), rendimento e aproveitamento do curso.

### **3.2 Programa de Orientação Acadêmica – TUTORIA**

O Programa de Orientação Acadêmica da Escola Politécnica é parte do esforço organizado pela Diretoria da Escola e por seus professores objetivando melhorar as condições de aprendizado e convivência oferecidas aos alunos ingressantes em seu curso de graduação.

O programa conta com um quadro de orientadores acadêmicos, selecionados entre os docentes da Escola, que atuam em atividades de orientação e apoio ao aluno

realizadas fora do espaço de aula, bem como, em outras ações de caráter extracurricular, tais como a organização de palestras e atividades culturais.

Ainda que as iniciativas do programa sejam dirigidas principalmente aos alunos do primeiro ano, o programa atua junto aos demais alunos de graduação, prestando o apoio necessário, independentemente de seu ano de ingresso na Escola, na medida em que os orientadores sejam solicitados.<sup>12</sup>

### **3.3 Opinião de Alunos, Professores e Engenheiros**

A opinião dos alunos, professores e engenheiros sobre o ensino de engenharia na EPUSP, quanto à formação profissional, especializações, ênfases, matérias básicas, conteúdo, tempo, teoria e prática e metodologia de ensino está resumida a seguir, através das respostas dos alunos da EPUSP a uma pesquisa realizada por Idone Bringhenti<sup>13</sup> e entrevistas com engenheiros e professores - Prof<sup>o</sup> Dr. Milton Vargas<sup>14</sup>, Prof<sup>o</sup> Dr. Antonio Marcos de Aguirra Massola<sup>15</sup>, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Ivette Oppenheim<sup>16</sup> - representando

<sup>12</sup> <http://www.poli.usp.br> Junho/2002

<sup>13</sup> BRINGHENTI, Idone. *O Ensino na Escola Politécnica da USP*. EPUSP – São Paulo. 1993.

<sup>14</sup> Respostas da entrevista escritas em carta enviada à minha residência, em 25/05/1999.

<sup>15</sup> Opiniões obtidas em entrevista realizada na diretoria da EPUSP, em 21/01/2000.

<sup>16</sup> Entrevista gravada em 1 hora de fita magnética, em 23/08/2000.

as diversas áreas do Curso; as disciplinas básicas e aplicadas de engenharia; os diferentes tempos de docência; os diversos cargos e os diversos regimes de trabalho. Algumas das reivindicações dos alunos já estão em uso hoje em dia:

### **3.3.1 Formação Profissional - Especializações e Ênfases:**

- a) o Curso de Engenharia da EPUSP deve formar engenheiros civis plenos, isto é, engenheiros habilitados para atuarem em todo o universo profissional da Engenharia – em todas as áreas, setores e funções.
- b) Os alunos devem receber uma formação geral em cerca de 80% do curso (os 4 primeiros anos) e específica no último ano.
- c) A formação geral deve ser de caráter generalista e deve ser comum a todos os alunos, enquanto que a formação específica deve ser diversificada e de caráter especialista.
- d) Para iniciar a formação específica é preciso que o aluno já tenha cursado um número de créditos equivalentes a 7 dos 8 semestres de formação geral.
- e) Na formação geral, a ênfase a ser dada nas áreas básicas da Engenharia deve ser a mesma, com pouca diferença.
- f) Considerando-se as funções que podem ser exercidas dentro da engenharia, a formação geral deve estar voltada, sobretudo, para a formação do engenheiro propriamente dito.

- g) À função de empresário/administrador deve-se dar uma ênfase maior do que a hoje existente no Curso, visto ser de relevante importância e necessidade no meio profissional e por constituir, também, o anseio de uma parcela expressiva de alunos.
- h) Deve-se estimular os alunos a realizarem pesquisas de iniciação científica, com o objetivo de despertar talentos para a função de pesquisador.
- i) A formação específica deve se constituir em um “pacote” de disciplinas de uma das áreas do Curso, a ser escolhido pelo aluno. Cada área pode oferecer mais de um “pacote”. (De acordo com 2/3 dos entrevistados).
- i.1) Segundo 1/3 dos alunos, deve-se constituir numa cota de disciplinas a ser escolhida livremente pelo aluno, dentro de um elenco de disciplinas das diversas áreas.
- i.2) Segundo 60% dos alunos, deve se referir apenas às ciência aplicadas de engenharia.
- i.3) Para cerca de 40% dos alunos, deve se referir a todas as ciências: básicas<sup>17</sup>, básicas de engenharia<sup>18</sup>, aplicadas de engenharia<sup>19</sup> e humanas.<sup>20</sup>

<sup>17</sup> Ciências básicas: referem-se às matérias consideradas básicas na Engenharia, mas que não são de engenharia, tais como: Matemática (Cálculo, Álgebra, Geometria, Computação, etc), Física (Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade, etc.), Química, Geologia, Desenho etc.

<sup>18</sup> Ciências básicas de engenharia: referem-se às matérias consideradas básicas na Engenharia e que são de engenharia, tais como: Matérias de Construção, Resistências dos Materiais, Eletrotécnica, etc.

<sup>19</sup> Ciências aplicadas de engenharia: referem-se às matérias consideradas aplicadas na Engenharia e que são de engenharia. Por exemplo: Projeto, Execução e Manutenção de Edificações, etc.

<sup>20</sup> Ciências Humanas: referem-se às matérias que, na Engenharia, são ditas “humanas”, tais como: Economia, Administração, Direito, Português, Filosofia, Sociologia, etc.

- j) Deve fazer parte do currículo do Curso a realização de um trabalho de formatura inserido na formação específica.
- k) O Curso (de graduação) deve formar engenheiros com capacidade de resolver, efetivamente, os problemas cotidianos da Engenharia e, potencialmente, os problemas especiais.

### 3.3.2 O Ensino das Matérias Básicas e os Primeiros Anos de

#### Curso:

- a) Deve-se objetivar a solução dos problemas que estão gerando, no início do Curso, as seguintes conseqüências:
  - a.1) O aluno fica chocado com o sistema de ensino ou com as provas; sofre um arrasamento da sua auto-estima; sente falta de calor humano; sente-se isolado ou isola-se; torna-se individualista; perde os ideais ou tem as expectativas frustradas (em relação ao curso) e fica desinteressado ou desmotivado.
  - a.2) O aluno passa a estudar menos com o objetivo de aprender e mais com o de passar; lança mão do artifício da cola e resolve os problemas das provas mecanicamente, sem entender o significado do que está fazendo.
  - a.3) Ocorrem altos índices de reprovação nas disciplinas e de evasão do curso.

- b) Introduzir matérias de engenharia no Curso desde o 1º semestre. Contribuiria, sobretudo, para o aluno se sentir de fato estudante de engenharia desde o seu ingresso (e não apenas a partir do 3º ano) e também para, logo de início, testar sua aptidão e interesse pelo curso.
- c) Distribuir as matérias básicas ao longo do curso e não concentrá-las no seu início, dando cada parte delas no momento em que encontra aplicação em matérias de engenharia como também serem colocadas aproximadamente o mesmo número de disciplinas de engenharia e básicas nos primeiros semestres. Foram levantados pelos alunos do curso de Engenharia Civil alguns exemplos de disciplinas que poderiam ser dadas no primeiro semestre, tais como: topografia, materiais de construção, técnicas de construção, hidrologia e engenharia ambiental (este curso foi aberto em 2002 na ESALQ e a partir de 2003 estará disponível na USP-São Carlos).<sup>21</sup>
- d) Refinar e atualizar os conteúdos da formação básica.
- e) Dar ao primeiro semestre do curso um caráter diferenciado, por meio de um processo de iniciação, constando: recepção oficial aos alunos, atividades de integração, um menor número de aulas, ampla orientação aos alunos e etc., criando-se uma comissão de professores (engenheiros e especialistas das matérias básicas) de reconhecida competência e de larga experiência, bem como a realização de estudos aprofundados junto aos engenheiros que estão atuando na prática profissional.

---

<sup>21</sup> ANEXO II

f) Criar um sistema de orientação e apoio ao aluno, pelo menos para os dois primeiros anos de curso, recomendando-se :

f.1) Designar um professor "ouvidor" e orientador acadêmico para cada turma e um professor conselheiro (tutor) para cada aluno.

f.2) Criar um sistema integrado de informações para o aluno, que relate a estrutura organizacional do Curso e o seu currículo, os recursos existentes na Escola, os serviços e assistência oferecidos pela Universidade, bolsas, estágios, etc. As informações podem ser passadas através de manual para os calouros (solução adotada em 1991), palestras, em disciplinas, etc. Também é importante esclarecer o aluno sobre o tipo de engenheiro que o Curso pretende formar, e de que modo; e é importante dar-lhe informações sobre "como estudar".

f.3) Oferecer bolsas (de manutenção, monitoria e trabalho) a alunos carentes, com o propósito de poderem se dedicar ao curso em tempo integral.

g) Formar um quadro mais permanente de professores das matérias básicas, para darem cursos melhores e mais adequados ao público-alvo; evitar a colocação de professores iniciantes e menos graduados no primeiro ano; subordinar os programas de conteúdos das matérias básicas, e o controle da ação pedagógica dos professores de outras unidades, à Escola Politécnica; criar um "departamento" de matérias básicas, para administrar o seu ensino e solucionar os seus problemas, preparando os professores para o ensino das matérias básicas, dirigindo-o à engenharia.

- h) Quanto ao ensino das matérias básicas, à exceção dos casos em que, de fato, se mostrar mais apropriado dar a disciplina dentro do enfoque “geral” ou “aplicado”, os conteúdos devem estar “dirigidos” à área de engenharia cursada pelo aluno, bem como a indicação de exemplos de uso posterior dos conteúdos ministrados, a menos que estes já estejam sendo aplicados em disciplinas de engenharia no mesmo semestre.
- i) Quanto ao ensino de introdução à engenharia, deve-se apresentar uma disciplina que dê visão panorâmica da Engenharia escolhida e do curso e que mostre as perspectivas da profissão; ela deverá explorar, igualmente, um pouco da história (obras, engenheiros), filosofia e sociologia da engenharia. O que ressalta, mais uma vez, a necessidade da colocação de disciplinas de engenharia, já nos primeiros semestres, pois a verdadeira introdução à engenharia se dá através do contato efetivo com as matérias de engenharia (e não através de uma disciplina panorâmica).
- j) Quanto ao ensino de desenho, deve-se apresentar, na mesma disciplina e integradamente, a teoria, os exercícios e algumas aplicações semelhantes às da prática profissional; formar um quadro permanente de professores, especialistas na matéria; dar desenho por computador, sem, contudo, aumentar a carga horária destinada à matéria (8 créditos).
- k) Quanto ao ensino de química, deve ser também dirigido à área de engenharia escolhida e não geral, como é feito.
- l) Quanto ao ensino de física, deve-se, sempre que possível, incorporar os conteúdos de física necessários aos engenheiros nas disciplinas de engenharia

afins. Por exemplo: mecânica dos fluidos em hidráulica, eletricidade em eletrotécnica, e etc. Nos conteúdos em que isso não for possível, a solução é dá-los separadamente (opinião de 2/3 dos entrevistados). A física deve continuar sendo dada em disciplinas específicas, por professores experientes, porém na apresentação dos conteúdos, deve-se indicar exemplos de sua aplicação na engenharia (opinião de 1/3 dos entrevistados). Para os conteúdos de física considerados de cultura geral aos engenheiros (como relatividade, por exemplo), deve-se dar apenas uma noção, conceitual, sem muito recurso a cálculo. Os alunos que tiverem particular interesse por esses conteúdos poderão cursar disciplinas optativas na Física.

m) Quanto ao ensino de matemática, não se recomenda que seja ensinada aos engenheiros de forma aplicada, nem incorporada a matérias de engenharia e sim que se dê uma matemática dirigida a alunos de engenharia, distinta da que é dada aos matemáticos, pois os interesses, as necessidades e o espírito são diferentes. Em seu ensino, deve-se fazer referência a exemplos de sua aplicação na engenharia, não importando se os professores de matemática sejam matemáticos ou engenheiros, contanto que conheçam muito bem a matéria e que ensinem uma matemática voltada a alunos de engenharia.

### 3.3.3 A Teoria e a Prática:

- a) Considerando-se as ciências básicas, básicas de engenharia e aplicadas de engenharia, o Curso deve enfatizar mais a formação nas ciências de caráter básico do que nas aplicadas, por se referirem a conhecimentos mais perenes e de aplicação mais geral.
- b) A participação das diversas ciências no Curso, em termos percentuais médios, deve ser: 25% de ciências básicas; 30% de ciências básicas de engenharia; 35% de ciências aplicadas de engenharia e 10% de ciências humanas.
- c) Aumentar tanto a presença da matéria de computação na formação básica, quanto as suas aplicações nas matérias de engenharia, face à sua importância, decisiva, para o exercício da engenharia atualmente.
- d) Aumentar a formação em ciências humanas e incluir matérias ou conteúdos de metodologia de pesquisa, ética profissional, sociologia, relações humanas e história da engenharia, com seus programas voltados a alunos de engenharia.
- e) Proporcionar aos alunos um contato com a prática profissional maior, em particular no que se refere ao número de horas de estágio.
- f) Os estágios devem ser realizados principalmente nas férias (sobretudo pelos alunos dos 3 primeiros anos), para não prejudicarem o aproveitamento acadêmico, visto que eles ocupam praticamente 4 meses.

- g) Esclarecer os alunos sobre o que vem a ser um verdadeiro estágio, e é preciso aprimorar o seu sistema de acesso (para que os alunos não sejam usados como mão-de-obra barata ou como executantes de tarefas repetitivas), criando-se na Escola uma seção de estágios, tendo como uma das finalidades estabelecer convênios com empresas, para atender, pelo menos, aos alunos que estão nos 2 últimos anos.
- h) Proporcionar maior integração entre as matérias básicas e as profissionalizantes. A aprendizagem da teoria e a sua aplicação sobre problemas práticos devem ocorrer de maneira integrada (na mesma disciplina ou em disciplinas diferentes) e sem descompasso temporal.
- i) Aumentar a ligação da escola com o mundo profissional, proporcionando aos alunos visitas e estágios dirigidos de curta duração, para que tomem contato com aspectos da prática na mesma época em que os conteúdos referentes são dados em aula e criar uma seção que ligue escola-empresa (ou uma seção de estágios), visando aumentar a interação entre ambas, particularmente através de convênios de estágios e de prestação de serviços. Como princípio pedagógico, a prática deve ser usada, também, como fator de motivação para a aprendizagem da teoria.
- j) É fundamental, na formação do engenheiro, tanto a assimilação de uma base de conhecimentos, como o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas de engenharia. Deve-se dar mais ênfase à aprendizagem dos conceitos do que às respectivas resoluções mecânicas. E, o educando precisa ser preparado para resolver os problemas com consciência dos raciocínios e

dos fundamentos das soluções que adota, não devendo ocorrer de ele meramente reproduzir os esquemas de resolução adquiridos através de exercício sobre casos semelhantes.

#### 3.3.4 Tempo e Conteúdo:

- a) O Curso como um todo, e particularmente os aspectos carga de aulas e de matéria, deve ser reorganizado, de modo que o aluno tenha tempo suficiente para realizar as atividades de aprendizagem extraclasse. Da mesma forma, deve sobrar tempo para o aluno participar de atividades culturais, recreativas e esportivas (na escola ou fora dela).
- b) A carga de matéria de cada disciplina não deve ser excessiva, mas estar adequada ao seu número de créditos, selecionando-se os conteúdos mais importantes em cada disciplina, evitando-se o princípio de que “quanto mais matéria se transmite, melhor se está preparando o aluno”, pois isto pode trazer efeitos contrários, como o caso em que o aluno passa a “administrar” a sua aprovação, o que ocorre, também, quando o nível de exigência é exagerado nas provas.
- c) O ensino do Curso deve ser desenvolvido de forma a também promover no aluno a autonomia de aprendizagem (aprender a aprender). E, além disso, na

elaboração do seu currículo, deve-se considerar que a educação do profissional não acaba ao término de um curso, mas precisa ser continuada.

### 3.3.5 Metodologia de Ensino:

- a) A ação pedagógica deve estar orientada segundo o princípio de que ensinar é ajudar o aluno a aprender um determinado conhecimento, habilidade ou atitude (definido objetivamente) e não pelo princípio de que ensinar é transmitir matéria.
- b) Deve-se deixar bem claro aos alunos, desde o início da disciplina, o que nela vão aprender, de que forma, como serão avaliados e para que aquela formação servirá depois.
- c) Devem ser formulados, e declarados aos alunos, os objetivos gerais de cada disciplina e os objetivos instrucionais de cada unidade ou aula.
- d) O programa de conteúdos de cada disciplina não deve ser formulado apenas pelo(s) seu(s) professor(es), mas deve contar, também, com a participação dos docentes de disciplinas afins, para que haja uma maior integração e para que não se tenham conteúdos repetidos. Cabe reiterar que o programa da disciplina não deve ser excessivo, pois precisa estar mais adequado ao seu número de créditos, selecionando-se os conteúdos mais importantes.

Destaca-se, ainda, que a atualização dos programas deve ser uma preocupação constante dos professores.

- e) Deve-se passar a usar mais os métodos de ensino-aprendizagem “autônomos” (estudo dirigido, projetos, etc) e fazer menor uso dos métodos “paternalistas” (aula expositiva, etc.). Saliente-se que os métodos “autônomos” não estabelecem que a aprendizagem fique inteiramente por conta dos alunos, pois o professor deve, necessariamente, dar-lhes atendimento e preparar material didático.
- f) Deve-se diminuir, em nível expressivo, o emprego da aula expositiva no Curso, em favor de métodos de ensino em que o aluno participe mais ativamente, ou que esta seja dialogada e mesclada com exercícios.
- g) Deve-se desenvolver nos alunos o hábito de estudar em livros e de usar mais o material da biblioteca; evitar o uso de transparências em demasia e apenas quando apropriado; usar mais “slides” e filmes como recurso de ensino, sobretudo com o propósito de trazer para dentro da sala de aula aspectos relativos à prática. O professor deve procurar escolher os métodos e os recursos de ensino mais adequados a cada assunto e é preciso que ele saiba usá-los corretamente.
- h) A finalidade precípua da avaliação não é dar nota e aprovar ou reprovar o aluno, mas verificar a sua aprendizagem, o que deve consistir em averiguar até que ponto ele atingiu os objetivos de ensino da disciplina. O professor precisa saber escolher e preparar os instrumentos (provas, trabalhos, etc.) que lhe permitam efetuar a melhor avaliação. Uma das funções da avaliação

- i) é obter elementos para melhor dirigir o ensino e a aprendizagem na direção dos objetivos. Assim, a avaliação em pequenas etapas é mais apropriada que a feita em períodos mais amplos. Deve-se oferecer aos alunos novas oportunidades de atingir objetivos não alcançados, procurando-se corrigir falhas da experiência anterior, sejam da parte do ensino e/ou do aluno. No início de cada disciplina ou unidade, o professor deve conferir se o aprendiz possui os pré-requisitos necessários, e proporcionar-lhe meios de suprir os que faltam.
- j) Deve ser feita, pelos alunos, a avaliação do desempenho do professor, e da disciplina por ele ministrada. Para que essa avaliação cumpra sua finalidade, aperfeiçoar o Curso, recomenda-se que: seus resultados sejam analisados em reunião departamental; os alunos sejam informados de que os questionários que respondem são, de fato, analisados; providenciem-se medidas com vistas a sanar problemas notados; e, os questionários sejam aplicados (em sala de aula) pela secretaria do departamento (e não pelos próprios professores avaliados).
- k) Faz parte da formação do engenheiro tanto o emprego do raciocínio “reflexivo” (aquele orientado para a resolução de “problemas novos”) como o “reprodutivo” (aquele que reproduz procedimentos de resolução adquiridos sobre casos semelhantes); porém, deve-se solicitar mais o raciocínio “reflexivo”, e deve-se evitar o raciocínio “reprodutivo” memorizado (o puramente mecânico). Ambos os raciocínios citados devem

ser desenvolvidos partindo-se dos casos mais simples para os mais complexos, e gradativamente.

- l) Deve-se exercitar mais a criatividade e o senso crítico dos alunos, pois (da mesma forma que o raciocínio), são atributos fundamentais do engenheiro.
- m) Como atributos fundamentais, um professor de engenharia deve ter:
  - 1.1) Conhecimento teórico e prático da matéria que ensina (considera-se esta a condição "sine qua non");
  - 1.2) Talento e conhecimento pedagógico, pelo menos satisfatório;
  - 1.3) Uma boa bagagem cultural;
  - 1.4) Não é preciso, necessariamente que todos os professores sejam, também, bons pesquisadores. Apenas aqueles que exercem atividades de pesquisa, conjuntamente com as de ensino, devem possuir ambos os dons. Deve-se evitar que ocorra, portanto, de o docente ser apenas um bom pesquisador, não sendo, porém, um bom professor. Recomenda-se que parte do corpo docente seja constituída de professores-pesquisadores, da mesma forma que é aconselhável que parte seja formada de profissionais atuando na prática, principalmente os das matérias aplicadas.
- n) O ensino de graduação deve ser a prioridade maior da Escola. É preciso, outrossim, durante a carreira do docente, valorizar o seu trabalho na área de ensino (hoje essencialmente são valorizados os trabalhos de pesquisa.).
- o) Aconselham-se cursos de metodologia de ensino que preparem os docentes em planejamento, execução e avaliação de resultados (analogamente a um "empreendimento" de engenharia). Quanto ao planejamento, que resulta no

plano de ensino, é importante que trate de formulação de objetivos, seleção e organização de conteúdos, escolha e preparação dos métodos e recursos de ensino e escolha e preparo dos meios da avaliação.

- p) É dever do professor motivar os alunos para o estudo da sua matéria, por ser na aprendizagem a motivação um fator decisivo.

Existe uma grande consciência coletiva frente ao assunto tratado, destacando-se a coincidência de opiniões com relação à grande maioria dos pontos abordados. Como verificado no questionário respondido pelos alunos, constatou-se também não haver diferença significativa entre as opiniões dos alunos de cada ano; findo o primeiro semestre, parece já ter o aluno sua opinião formada, a qual perdura até o final do curso, o mesmo acontecendo com ex-alunos e entrevistados com 2, 3, 5, 8 e 10 anos de formados.

Conclui-se existir duas intenções distintas entre os alunos do Curso. Uma primeira, da maioria, que é a de obter uma formação que os capacite para o exercício de uma profissão normal de engenharia, isto é, para a solução de problemas cotidianos. A segunda, de uma minoria, é a dos que pretendem adquirir uma formação especializada, capacitando-os, inclusive, para a solução de problemas especiais, isto é, que ocorrem com menor frequência na prática profissional e que requerem conhecimentos especializados.

Ambos os interesses podem e devem ser atendidos pela Escola, cabendo à graduação o preparo dos engenheiros para a solução dos problemas cotidianos e à pós-graduação, o dos problemas especiais.

## 4. Evolução do Ensino de Física

### nos Cursos Básicos da EPUSP

(de 1894 aos dias de hoje)

SITUAÇÃO LEGAL / ANO	EVOLUÇÃO
1 <sup>o</sup> e 2 <sup>o</sup> Regulamentos 1894.	Duração: 3 anos. Classificação: Curso Fundamental. Programa: Era integrado por um curso preliminar com um ano de duração, seguido pelo curso geral de 2 anos.
3 <sup>o</sup> Regulamento 1897.	Duração: 3 anos. Classificação: Curso Fundamental. Programa: A cadeira de Física ficou desdobrada entre o curso preliminar e o 1 <sup>o</sup> ano geral.
4 <sup>o</sup> Regulamento 1901	Duração e Classificação: Inalterados. Programa: Introdução da Cadeira de Eletrotécnica.
6 <sup>o</sup> Regulamento 1918	Duração e Classificação: Inalterados. Programa: A cadeira de Física Experimental passou a ser dada em 3 anos.

<p>7º Regulamento 1925</p>	<p>Duração e Classificação: Inalterados. Programa: A cadeira de Física passou de 3 para 2 anos.</p>
<p>Decreto Federal nºs 19.850;19.851;19.852 1931</p>	<p>A REFORMA FRANCISCO CAMPOS , quanto ao ensino de Engenharia, ressaltou a necessidade do estudo da teoria, com ênfase na Matemática, Física e na Pesquisa Tecnológica.</p>
<p>Lei Federal nº19.890 1931</p>	<p>Esta Lei determinou a obrigatoriedade de um curso complementar de dois anos para os que se destinassem ao ensino superior. Permitiu que este curso pudesse ser anexado aos Institutos Superiores Oficiais equiparados.</p>
<p>8º Regulamento 1931</p>	<p>O Decreto Estadual nº5.064, marcou a extinção do Curso Fundamental. As disciplinas básicas foram distribuídas pelos primeiros anos dos vários cursos, sem a designação expressa de curso fundamental.</p>
<p>Decreto Estadual nº 6.283 - 25/01/1934 Criação da USP</p>	<p>Criada a Universidade de São Paulo. Quanto ao ensino de matérias básicas, este Decreto criou o Curso Complementar do ensino secundário, de 2 anos de duração, anexo às Faculdades e Escolas integrantes da Universidade.</p>
<p>Decreto Estadual nº 6.430 1934</p>	<p>O Curso Complementar passou a denominar-se Colégio Universitário, destinado à preparação dos candidatos aos cursos das Faculdades ou Escolas da USP, dividido em 5 secções. A terceira secção era destinada à preparação</p>

	para a EPUSP e para a seção de Ciências Matemáticas e de Ciências Físicas e Químicas da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, e funcionou na própria Escola.
10º 1940 Regulamento	Consolidada a grande mudança no ensino da Escola Politécnica. Ficou estabelecida a seriação das disciplinas para os vários cursos, cujo biênio inicial compreendia as seguintes disciplinas de Física: 1º ano: Cadeira nº 5 – Física Geral (1ª parte). 2º ano: Cadeira nº 5 – Física Geral (2ª parte).
Decreto Estadual nº 25.230 1955	Implanta-se o novo sistema de organização e ampliação do Ensino da Escola Politécnica. As disciplinas obrigatórias de cada curso foram classificadas em: gerais e específicas de cada opção.
Resolução do Conselho Federal de Educação/MEC 1962	Fixou-se os primeiros currículos mínimos dos cursos de Engenharia Civil, de Minas, Elétrica, Mecânica, Metalúrgica, Naval e Química. As matérias foram distribuídas em dois ciclos: Ciclo Básico, integrado pelas matérias de formação básica e cada um dos cursos e ciclo profissional. A Física Geral constitui umas das disciplinas do curso Básico de Engenharia.
Portaria GR.1061 1970	Esta Portaria dispôs sobre a redistribuição do pessoal docente no Instituto de Física da USP e, conseqüentemente, o curso básico de Física e o ensino de Física em geral na Politécnica passou a ser ministrado pelo referido Instituto.

<p>Resolução nº 48/76 do CFE/MEC 1976</p>	<p>Esta resolução fixou os mínimos de conteúdo e de duração do curso de Graduação em Engenharia e definiu suas áreas de habilitação. Estabeleceu-se uma parte comum : compreendendo matérias de formação básica e de formação geral e uma parte diversificada: compreendendo matérias de formação profissional geral e de formação profissional específica.</p> <p>As matérias de formação básica, comuns a todas as áreas, compreendem os fundamentos científicos e tecnológicos da Engenharia, cobrindo, na Física: Medidas Físicas, Fundamentos de Mecânica Clássica, Teoria Cinética, Termodinâmica, Eletrostática e Eletromagnetismo, Física Ondulatória, Introdução à Mecânica Quântica e Relativista, Introdução à Física Atômica e Nuclear e atividades de laboratório, com no mínimo 90 horas.</p>
<p>Estrutura do Biênio : 1983</p>	<p>A estrutura curricular em vigor neste ano e perdura até hoje (com algumas modificações curriculares expostas a seguir) é composta de um ciclo básico comum a todos os alunos, com 1 ano de duração (2 semestres), onde têm-se as disciplinas:</p> <p><b>FEP195</b> – Física I com Aulas teóricas e exercícios.</p> <p><b>PROGRAMA:</b> Cinemática e Dinâmica da partícula. Sistemas de partículas. Leis de conservação do momento linear e da energia. Cinemática e dinâmica da rotação. Lei de conservação do momento angular. Movimento planetário;</p> <p><b>FEP197</b> – Laboratório de Física I com aulas de laboratório e relatórios valendo como avaliação.</p> <p><b>PROGRAMA:</b> Medidas físicas. Queda Livre. Equilíbrio e composição de</p>

forças. Estrutura de ponte com treliças. Atrito. Fios como elementos estruturais;

**FEP196 – Física II** com aulas teóricas e exercícios.

**PROGRAMA:** Cinemática e dinâmica relativísticas. Relação entre massa e energia. Oscilações e ondas. Equação de onda numa corda. Ondas sonoras. Efeito Doppler. Teoria cinética dos gases. Pressão. Equação de estado de um gás ideal. Termodinâmica. Primeira Lei. Segunda Lei. Entropia. Interpretação estatística da entropia;

**FEP198 – Laboratório de Física II** com aulas de laboratório e relatórios.

**Requisito Paralelo:** FEP196.

**PROGRAMA:** Forças centrais. Movimento relativo. Pêndulo de torção. Cordas Vibrantes. Determinação do equivalente mecânico do calor J . Termômetro a gás. Lei dos gases;

**FEP295 – Física III** com aulas teóricas, exercícios e estudo individual.

**Requisito:** FEP196; MAT121.

**PROGRAMA:** Eletrostática. Corrente elétrica. Magnetostática. Indução eletromagnética. Equações de Maxwell. Campos elétricos e magnéticos na matéria .

Um ciclo profissional com 4 anos de duração (8 semestres). No final do ciclo básico, o aluno opta por um dos cursos profissionais segundo critérios pré-estabelecidos (a opção é feita em media ponderada das notas de aprovação em todas as disciplinas dos primeiros semestres.)<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Dados coletados em L'Oschiavo dos Santos, M.C., op. cit.

<p>1985</p>	<p><b>FEP298 – Laboratório de Física IV</b></p> <p><b>Requisitos:</b> FEP297; FEP295; FEP198. <b>Requisito Paralelo:</b> FEP296.</p> <p><b>Atividades dos Discentes:</b> Aulas de laboratório e relatório.</p> <p><b>PROGRAMA:</b> Circuitos de corrente alternada. Ressonância em circuito RLC. Óptica física. Espectroscopia óptica. Determinação da razão <math>e/m</math> do elétron.</p>
<p>1989</p>	<p><b>FEP296 – Física IV</b> com aulas teóricas, exercícios e estudo individual.</p> <p><b>Requisitos:</b> FEP295; MAT121; FEP297.</p> <p><b>PROGRAMA:</b> Ondas eletromagnéticas no vácuo e em dielétricos. Polarização. Reflexão e refração. Interferência. Difração. Bases da mecânica quântica. Spin do elétron e princípio de Pauli. Números quânticos. Tabela periódica dos elementos. Desintegração nuclear.</p>
<p>1996</p>	<p><b>FGE297 – Laboratório de Física III</b></p> <p><b>Requisitos:</b> FEP197; FEP198.</p> <p><b>PROGRAMA:</b> Multímetro. Balança eletrostática. Elementos resistivos lineares e não lineares. Balança de corrente. Movimento de partículas carregadas em campos elétricos e magnéticos. Osciloscópio. Carga e descarga de capacitores.<sup>23</sup></p>

<sup>23</sup> Dados fornecidos pela CG-IFUSP, junho 2002.

**PROGRAMA ATUAL (1º e 2º semestres de 2002) :**

O programa atual de Física descrito abaixo e que vem sendo adotado desde 1999 mostra o ensino de física básica, composto de muitos exercícios, conceituais, com experiências de laboratório, como um treinamento para as disciplinas seguintes, sendo base do curso. O resultado é a redução do índice de reprovação nos primeiros anos e a conseqüente motivação dos alunos, o que rendeu à professora Ivette F. C. Oppenheim<sup>24</sup>, coordenadora das disciplinas FEP195 – Física I e FEP196 – Física II (1997-98), FEP2195 – Física Geral e Experimental I e FEP2196 – Física Geral e Experimental II (1999-2001) do primeiro ano da Escola Politécnica, em 1999 a primeira indicação ao Prêmio Paula Souza de Excelência no Ensino de Graduação.

Visando a melhoria do ensino de Física na EPUSP, os alunos recebem no início do curso um caderno contendo informações gerais relevantes para a disciplina, como programa, cronograma, bibliografia e critérios de avaliação. Na introdução do informativo é explicada a razão dos assuntos tratados na disciplina, mostrando a evolução do conhecimento adquirido em disciplinas pré-requisitadas e a futura utilização prática em sua área de engenharia. Além da bibliografia recomendada o aluno recebe, como material de apoio à teoria exposta, apostilas com coletâneas de exemplos resolvidos e problemas propostos (com respostas).

---

<sup>24</sup> Entrevista citada - Cap.5.

Foram aplicadas durante o curso 03 (três) provas regulares e uma substitutiva, únicas para todas as turmas e com duração de 100 minutos. A média mínima para aprovação no curso é 5,0 (cinco) e a presença mínima exigida é de 70%. Além dessas avaliações, o aluno que reprovar com nota superior ou igual a 3,0 (três), com pelo menos 70% de frequência terá direito a uma prova de recuperação, constando de toda matéria do curso, resultando na seguinte média:

$$\frac{\text{Média do Semestre} + \text{Nota da Recuperação}}{2}$$

O caderno do aluno contém também as informações necessárias de todos os professores do curso bem como o endereço e o telefone da coordenação para o esclarecimento de qualquer dúvida, numa tentativa de aproximação com o mesmo e dentro da filosofia do programa de tutoria e acompanhamento estudantil da EPUSP.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Dados obtidos no "Folheto de Física para Engenharia - EPUSP/IF" . Oppenheim, I.F.C. 1999.

**Disciplinas:****1º Semestre:****FEP2195 – Física Geral e Experimental para Engenharia I****Carga horária:** 4h/s

**Programa:** Noções de Metrologia – Sistema Internacional de Unidades. Introdução à teoria de medidas – aula prática. Cinemática do ponto – movimento unidimensional: introdução da noção intuitiva de limite, derivada e integral definida. Cinemática do ponto – movimento no espaço; introdução do conceito de vetor, operações com vetores – experiência da “queda livre”. Leis de Newton – o referencial inercial, a definição de massa, a quantidade de movimento. Aplicações da Lei de Newton: balanças, roldanas, plano inclinado, tração, peso aparente, força de atrito estático e dinâmico, força centrípeta, força de arraste e velocidade terminal. Trabalho, energia cinética e potencial: potência, força variável – aplicações a uma mola. Conservação da energia- Forças dissipativas. Conservação da quantidade de movimento – colisões, experiência – choque bidimensional. Teoria Cinética dos gases: interpretação microscópica dos conceitos de temperatura e pressão; calor específico.

**FEP2295 – Física para Engenharia III****Requisitos:** FEP2195, MAT2454**Carga horária:**4h/s

**PROGRAMA:** Eletrostática. Corrente elétrica. Magnetostática. Indução eletromagnética. Equações de Maxwell. Campos elétricos na matéria.

**FEP2297 – Laboratório de Física para Engenharia III****Requisitos:** FEP2198**Carga horária:**2h/s

**PROGRAMA:** Multímetro. Balança eletrostática. Elemento resistivos lineares e não lineares. Balança de corrente. Movimento de partículas carregadas em campos elétricos e magnéticos. Osciloscópio, carga e descarga de capacitores.

**FAP2292 – Física para Engenharia Elétrica III****Requisitos:** FEP2195, MAT2453**Carga horária:** 6h/s

**PROGRAMA:** Teoria: Lei de Coulomb, fluxo elétrico e Lei de Gauss. Potencial e energia eletrostática. Capacitores, campo elétrico em meios materiais e descargas RC. Campo magnético, força de Lorentz e forças sobre espiras de corrente. Lei de Biot-Savart e Lei de Ampère. Fluxo magnético, corrente de deslocamento e magnetismo da matéria. Lei de Faraday, geradores e motores. Equações de Maxwell na forma integral. Auto-indutância e indutância mútua, oscilações em circuitos LC, transformadores. Recordação dos teoremas de Gauss e Stokes; equações de Maxwell na forma diferencial. Ondas eletromagnéticas, Campos eletromagnéticos em meios materiais e condições de contorno. Radiação de ondas eletromagnéticas por cargas aceleradas e antena dipolo.

Laboratório: Balança eletrostática. Capacitor com armazenador de energia. Osciloscópio para estudo das forças elétrica e magnética sobre cargas. Balança de corrente. Fenômenos transitórios em circuitos RLC. Ondas eletromagnéticas.

2º Semestre:

**FEP2196 – Física para Engenharia II**

**Carga horária:** 4h/s

**Requisito:** FEP2195

**Programa:** Movimento de rotação – torque e momento angular: forças centrais – sistemas de coordenadas cartesianas, polares, cilíndricas, esféricas e de Frenet. Gravitação e movimento planetário. Oscilações: movimento amortecido e forçado; ressonância. Ondas mecânicas em meio material; acústica, efeito Doppler, ultra-som, barreira do som – cone de Mach. Relatividade Restrita: experiências cruciais – hipóteses novas e surgimento de novo paradigma – espaço, tempo e massa relativos

**FEP2198 – Laboratório de Física para Engenharia II**

**Requisitos:** FEP2195.

**Carga horária:** 4h/s

**PROGRAMA:** Medidas físicas e introdução ao cálculo de desvios. Estrutura de Ponte de Treliça. Roda de inércia. Forças centrais. Cordas vibrantes. Atrito. Pêndulo de torção.

**FAP2296 – Física para Engenharia IV**

**Requisitos:** FGE2295, MAT2455

**Carga horária:** 4h/s

**PROGRAMA:** Ondas eletromagnéticas no vácuo e em dielétricos. Polarização. Reflexão e refração. Interferência. Difração. Bases da mecânica quântica. Spin do elétron e princípio de Pauli. Números quânticos. Tabela periódica dos elementos. Desintegração nuclear.

**FAP2298 – Laboratório de Física para Engenharia IV**

**Requisitos:** FGE2297

**Carga horária:** 2h/s

**PROGRAMA:** Circuitos de corrente alternada. Ressonância em circuito RLC. Óptica física. Espectroscopia óptica. Determinação da razão  $e/m$  do elétron.

**FAP2293 – Física para Engenharia Elétrica IV**

**Requisitos:** FEP2196, MAT2455

**Carga horária:** 6h/s

**PROGRAMA:** *Teoria:* Primeira Lei da Termodinâmica; Teoria cinética dos gases; Segunda Lei da Termodinâmica; Interferência e Difração de ondas eletromagnéticas, Radiação de corpo negro e modelo de Planck; Efeito fotoelétrico e efeito Compton; Modelo de Bohr para átomo de hidrogênio; Quantização de de Broglie; Princípio da incerteza e funções de onda; Equações de Schrödinger, partícula numa caixa e oscilador harmônico; Modelos atômicos de Rutherford e Bohr, funções de onda para o átomo de hidrogênio, números quânticos, Princípio da exclusão de Pauli e Tabela Periódica; Ligações moleculares, energia e espectro de moléculas. Ligações em sólidos, condução em metais, energia de Fermi; Semicondutores, solução da equação de Schrödinger em potencial periódico, bandas de energia; Condução em semicondutores, diodos e transistores; Supercondutividade, campo crítico, modelo de London; Núcleos atômicos, energia de ligação e detectores.

**Laboratório:** Difração e Interferência; Efeito fotoelétrico; Espectro do átomo de hidrogênio.

Através das ementas anteriores, pode-se verificar que as disciplinas de Física do primeiro ano são comuns a todos os alunos da POLI. No segundo ano, após o sistema classificatório, os alunos ingressam em uma das quatro grandes áreas da engenharia oferecidas pela Escola, sendo que os alunos das grandes áreas Civil, Mecânica e Química continuam seguindo um programa de Física comum e os alunos da grande área Elétrica seguem um programa distinto, com ênfase em tópicos que serão necessários em disciplinas posteriores do curso para suas formações.

## 5. Técnica e Tecnologia

*Técnica e Tecnologia* por muitas vezes se confundem na história e seus significados não se distinguem por estarem associados aos contextos sociais e econômicos de cada época, de tal modo que definem um recorte intrínseco da história do trabalho, da indústria, da produção e da organização social ao longo dos tempos. A importância do inglês no mundo moderno e a farta documentação reunida em seus dicionários recomenda começar a pesquisa semântica da palavra por essa língua<sup>26</sup>.

A palavra tecnologia chega através do inglês, *technology*, cuja tradução é problemática, já que nessa língua, têm inúmeros significados para a mesma palavra, sendo: *Technique; Technic; Technics; Skill; Craft*<sup>27</sup>.

Francis Bacon (1561-1626) e logo após, o filósofo John Locke (1632-1704), manifestam atenção em relação à palavra, entendendo-a como um tratamento sistemático das técnicas – uma espécie de gramática das técnicas. Junto com a fundação da *Royal Society* em 1660/63, surgem registros sobre todas as “obras da Natureza e da arte”. A partir de 1630, começa o aparecimento de dicionários e enciclopédias dedicados à verificação da

---

<sup>26</sup> Gama, Ruy – “A Tecnologia e o Trabalho na História” NOBEL/EDUSP. 1986

terminologia das diversas artes, das nomenclaturas técnicas e da descrição dos processos e dos métodos das “artes mecânicas”. A *Enciclopédia* de Henrich Alsted (1630), avança no sentido histórico, além da preocupação com o léxico. Christian Wolff (1679-1754), discípulo de Leibniz, na sua *Lógica*, define tecnologia como *scientia artium et operum artis*, que quer dizer, conhecimento científico das artes e das obras de arte, dando um novo significado para a tecnologia<sup>28</sup>.

Nos Estados Unidos, ainda na língua inglesa, é que se vê surgir uma acepção de *technology* digna de atenção, usada pelo médico Jacob Bigelow em uma série de conferências feitas em Harvard, no começo do século XIX, numa reunião da ciência com a técnica, dizendo ter encontrado a palavra em “alguns dicionários mais antigos”. Por sua proposta, também, é que se inclui a palavra, quando da criação do Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.). O lema adotado pelo Instituto, *mens et manus*, explica claramente suas finalidades (1865).

Na língua portuguesa, a palavra “tecnologia” aparece na obra do Pe. Rafael Bluteau<sup>29</sup>, que no prólogo, qualifica seu vocabulário de tecnológico, num sentido que se aproxima dos registrados no inglês seiscentista, já que o padre estava a par da produção intelectual europeia, principalmente das atividades da Sociedade Real dos Físicos da Inglaterra. Dentre os autores brasileiros, registramos José Bonifácio de Andrada e Silva, ao empregar a palavra tecnologia, por ocasião de um discurso feito à Academia Real de Ciências de Lisboa, em 1815:

<sup>27</sup> *The Oxford English Dictionary*. Oxford, The Clarendon Press, 1933.

<sup>28</sup> Gama, Ruy – Op. cit.

<sup>29</sup> Bluteau, R.. *Vocabulário Português 7 Latino*. Lisboa, Pascoal da Silva, 1716.

*“A Ciência da Natureza, e suas vastas aplicações à Agricultura, à Tecnologia e à Economia, em cujos estudos tanto se esmerão as Nações cultas da Europa, ainda estão pouco correntes entre nós.”*

E, quase que no mesmo ano, em outra obra:

*“Quando findará de huma vez entre nós a disputa renhida e futil entre Theoricos e Praticos ? He certo que nas artes a experiênciã he mãi da verdadeira tehórica mas he certo também que huma sãa theorica he a mestra da genuina prática.”*<sup>30</sup>

É possível colocar, lado a lado, as idéias de J. Bigelow e de José Bonifácio sobre as relações entre teoria e prática e os objetivos, mesmo porque, no início do século XIX, o nível de conhecimento técnico e científico era aproximadamente o mesmo nos Estados Unidos e na América Latina. Tanto que dez anos depois da fundação do M.I.T., em 1875, foi fundada a Escola de Minas, em Ouro Preto, sob a organização de Claude Henri Gorceix. Ambos os lemas das duas Instituições têm origem nitidamente baconiana.

A tecnologia, porém, é mais recente. Anunciou-se há cerca de 400 anos, simultaneamente com o surgimento da ciência moderna. Entretanto, só tomou corpo com a Revolução Industrial, quando se percebeu que tudo o que era construído pelos homens, podia sê-lo segundo os princípios das ciências. Todavia, só se estabeleceu como atividade humana importante no início do século XX. Em sua forma atual ela pode ser definida como o estudo dos materiais e processos utilizados pela técnica, empregando-se para isso teorias

<sup>30</sup> Silva, José B. A. e. *Memória sobre a Necessidade e Utilidade do Plantio de Novos Bosques em Portugal*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1925. p.16. – Primeira Edição em 1816. In: Gama, Ruy. Op. cit.

e conclusões da ciência. Portanto, para se saber o que é tecnologia e seus métodos é necessário entender o que é ciência moderna e quais os seus métodos.

A origem da ciência está num saber teórico inventado pelos gregos da Jônia, no séc. VI a.C. : a "*epistème theoretihé*", que é um saber adquirido pelos "olhos do espírito" capazes de descobrir a realidade, segundo eles, como ela é na verdade. Teoria liga-se assim à verdade. A descoberta de que se é possível fazer teoria foi a grande contribuição dos gregos antigos. Mas, diferentemente do que os gregos faziam, onde acreditavam que, uma vez organizada logicamente uma teoria, não havia como ser falsa, hoje em dia, quando se investiga a natureza, primeiro é necessário organizar uma teoria, que pode ser verdadeira ou falsa. Para sabê-lo é necessário uma verificação laboratorial ou da própria natureza, organizadas de acordo com a teoria prévia. O resultado de tal experiência é a resposta, afirmativa ou não, da experiência à conjectura teórica prévia.

Tanto o conceito da ciência, a partir da *epistème theoretihé*, como o da técnica, a partir da *téchne*, modificaram-se no decorrer do tempo. Porém, ambos mantêm sua característica fundamental. A primeira de saber teórico, a segunda de saber fazer. Na ciência moderna acrescentou-se à teoria da *epistème* a necessidade de ser verificada pela prática e, na técnica de hoje, a necessidade de ser baseada em ciência. Dessa forma, cada uma das duas caminhou no sentido da outra, de tal forma que, hoje em dia, é difícil dizer onde termina a ciência e começa a técnica.

A síntese da teoria, como contemplação de idéias (modelos) e da vontade de atuação sobre a natureza, é a ciência de hoje. Além de ser um saber fazer apoiado em teorias científicas, é assessorada por uma nova disciplina, a Tecnologia, definida como o

estudo científico dos materiais, utilizados pela técnica, e dos processos de construção, fabricação e organização.<sup>31</sup>

As definições e citações sobre técnica e tecnologia apresentadas a seguir exemplificam a complexidade encontrada pelos autores em expressar seus significados:

*“O conjunto dos atos técnicos, específicos do homem é a técnica, que podemos desde logo definir como a reforma que o homem impõe à natureza em vista da satisfação de suas necessidades. Estas, vimos, eram imposições da natureza ao homem. O homem responde impondo, por sua vez, uma mudança à natureza. É pois, a técnica, a reação enérgica contra a natureza em circunstância que leve a criar entre esta e o homem uma nova natureza posta sobre aquela, uma sobrenatureza. Anota-se, portanto: a técnica não é o que o homem faz para satisfazer suas necessidades. Esta expressão é equívoca e valeria também para o repertório biológico dos atos animais.(...) A meu entender, um princípio fundamental para periodizar a evolução da técnica é atender à própria relação entre o homem e sua técnica ou, em outras palavras, à idéia que o homem foi tendo de sua técnica, não desta ou doutra determinada, mas da função técnica em geral. Vejamos como este princípio não somente esclarece o passado, senão que de um golpe ilumina as duas questões enunciadas por mim: a mudança substantiva que engordou nossa técnica atual e porque ocupa esta na vida humana um papel ímpar ao representado em nenhum outro tempo. Partindo deste princípio podemos distinguir três enormes estádios na evolução da*

---

<sup>31</sup> Vargas, Milton. *Metodologia da Pesquisa Tecnológica*. Rio de Janeiro, Editora Globo, 1985. Cap. 1.

técnica:

1. A técnica do acaso.
2. A técnica do artesão.
3. A técnica do técnico.

(...) O tecnicismo da técnica moderna se diferencia fundamentalmente daquele que inspirou todas as anteriores. Surge nas mesmas datas que a ciência física e é filho da mesma matriz histórica.(...) A técnica moderna enlaça-se com Galileu, Descartes, Huygens; em suma, com os criadores da interpretação mecânica do Universo. (...) Todos os criadores da nova ciência se deram conta de sua consubstancialidade com a técnica. Tanto Bacon como Galileu, Gilbert quanto Descartes, Huygens quanto Hooke ou Newton.”<sup>32</sup>

“Técnica: conjunto de regras práticas para fazer coisas determinadas, envolvendo a habilidade do executor e transmitidas, verbalmente, pelo exemplo, no uso das mãos, dos instrumentos e ferramentas e das máquinas. Alarga-se freqüentemente o conceito para nele incluir o conjunto dos processos de uma ciência, arte ou ofício, para obtenção de um resultado determinado com o melhor rendimento possível.

Tecnologia: estudo e conhecimento científico das operações técnicas ou da técnica. Compreende o estudo sistemático dos instrumentos, das ferramentas e das máquinas empregadas nos diversos ramos da técnica, dos gestos e dos tempos de trabalho e dos custos, dos materiais e da energia empregada. A tecnologia implica na aplicação dos

---

<sup>32</sup> Gasset, José Ortega y. *Meditação da Técnica*. Tradução de Luís Washington Vita. Rio de Janeiro, Livro Ibero-Americano Ltda., 1963. p. 14., p. 74., p.93.

*métodos das ciências físicas e naturais e também na comunicação desses conhecimentos pelo ensino técnico.*”<sup>33</sup>

*“Até o século XIX o termo não tinha adquirido conteúdo científico e passou a ser posteriormente considerado como sinônimo de ciência aplicada. (...) Technology deveria significar o estudo daquelas atividades dirigidas para a satisfação das necessidades humanas, que produzem alteração no mundo material.”*<sup>34</sup>

*“Os homens extraem do seu habitat, por meio de sua tecnologia, os alimentos, o abrigo, as roupas e as ferramentas de que necessitam para sobreviver. Os objetos que fazem e usam para esses fins classificam-se em geral sob a rubrica de cultura material.”*<sup>35</sup>

*“Na mentalidade popular, tecnologia é sinônimo de máquinas de diversas classes – a máquina a vapor, a locomotiva e o automóvel, assim como invenções tais como a imprensa, a fotografia, o rádio e a televisão. Portanto, a história da tecnologia é considerada simplesmente como uma narrativa cronológica dos inventores e de seus aparelhos. É claro que eles constituem parte da história da tecnologia tal como a cronologia das batalhas, os tratados e as eleições constituem parte da história militar e política, mas a tecnologia e sua história abrangem muito mais do que os dispositivos e*

<sup>33</sup>Birou, Alain. *Dicionário das Ciências Sociais*. Lisboa, Ed. D. Quixote, 1966. In: Gama, R. op.cit.

<sup>34</sup>Childe, Gordon. *Early Forms of Society*. In: Singer, Charles et alii. *A History of Technology*. 1.º vol. p.38  
In: Gama, Ruy. Op.cit.

<sup>35</sup>Herskovitz, M. J.. *Antropologia Cultural*. São Paulo, dois vol., Mestre Jou, 1978. Tomo II. P. 23. In: Gama, Ruy, Op. cit.

*processos técnicos que atuam nos seus âmbitos.(...) Como explicação mais simples, a tecnologia consiste nos esforços do homem para enfrentar seu entorno físico –tanto naquilo que diz respeito à natureza quanto no que foi criado pelas próprias conquistas tecnológicas do homem, como por exemplo as cidades – e suas tentativas de dominar ou controlar esse entorno por meio de sua imaginação e engenho na utilização dos recursos disponíveis.(...) É, portanto, muito mais do que ferramentas e artistas, máquinas e processos. Ela põe em evidência o trabalho humano, as tentativas do homem para satisfazer seus desejos mediante a ação humana sobre os objetos físicos.”<sup>36</sup>*

*“As sociedades humanas não só selecionam um meio, como também fazem o seu meio. Os processos pelos quais ‘o homem se faz a si próprio’ incluem os métodos empregados pelo homem para transformar o seu meio. A evolução humana é duplamente dinâmica; o homem e o meio geográfico reagem um com o outro e ambos os termos se transformam. Amplamente concebida, a tecnologia é uma parte do núcleo central evolucionário. É um aspecto essencial da acumulação de conhecimentos e do desenvolvimento das aptidões. Não esgota o campo do desenvolvimento do espírito, mas é um segmento característico do todo. (...) A importância central da tecnologia será compreendida com mais exatidão se considerarmos em traços largos a relação da alteração técnica com o meio geográfico.”<sup>37</sup>*

<sup>36</sup> Forbes, R. J.. Los Inicios de la Tecnología y el Hombre. In: Kranzberg, Melvin et alii. *Historia de la Tecnología*. Vol. 2., Barcelona. Edit. Gustavo Gili, 1981. 1.º vol. P. 21 e p. 13. In: gama, Ruy. Op. cit.

<sup>37</sup> Usher, A. P.. *História das Invenções Mecânicas*. Lisboa, Edições Cosmos, 1973. 2 vol., 1.º vol.p.18. In: Gama, R. Op. cit.

INSTITUTO DE FÍSICA

Serviço de Biblioteca e Informação

Tombo: 3714

*“A técnica pode ser definida, de modo geral, como conjunto de instrumentos e hábitos que viabilizem a produção.(...) No sentido mais estrito o termo técnica utiliza-se para designar os instrumentos de trabalho. O conceito de tecnologia é contíguo ao de técnica, por isso referindo-se ao segundo tem-se às vezes presente o primeiro. A tecnologia (do grego techné e logos – conceito, doutrina) não é senão o conjunto dos conhecimentos sobre os processos e meios de transformação dos objetos de trabalho.”* <sup>38</sup>

*“Não se deveria por isso atribuir à tecnologia e em geral às forças produtivas uma importância exclusiva para a explicação histórica e considerar as inovações técnicas, as descobertas e as invenções como o único motor da história, separadas das relações de produção.”* <sup>39</sup>

*“A tecnologia, como um modo de produção, como a totalidade dos instrumentos, dispositivos, invenções e artifícios que caracterizam a idade da máquina, é, assim, ao mesmo tempo, uma maneira de organizar e perpetuar (ou de mudar) as relações sociais, uma manifestação do pensamento dominante e dos padrões de comportamento e um instrumento de controle e dominação.”* <sup>40</sup>

<sup>38</sup> Gromeka, V. et alii. *Capitalismo, Socialismo e Revolução Técnico-Científica*. Moscou, Edições Progresso, 1982. p.6. In: Gama, R. Op. cit.

<sup>39</sup> Haudricourt, André. *La Technologie, Science Humaine*. In: *La Pensée* n.º 115, junho de 1964. P. 28 et seqs.

In: Gama, R. Op. Cit.

<sup>40</sup> Noble, D. *America by Design*. New York, Oxford University Press, 1980. p. XXII. In: Gama, R. Op. Cit.

*“A tecnologia moderna. Como modo de produção específico do capitalismo industrial avançado, foi ao mesmo tempo, um produto e um meio do desenvolvimento capitalista.”*<sup>41</sup>

*“Tecnologia é o conjunto ordenado de todos os conhecimentos – científicos, empíricos ou intuitivos – empregados na produção e comercialização de bens e serviço.”*<sup>42</sup>

*“O domínio do conjunto ordenado de conhecimentos que constituiu a tecnologia permite a elaboração das instruções necessárias à produção de bens de serviços. Ocorre que a palavra tecnologia vem sendo empregada para designar tais instruções e não os conhecimentos que as geraram. Confundem-se expressões materiais e parciais do conhecimento (plantas, manuais, especificações, etc.) com o próprio conhecimento. Chega-se ao cúmulo de ainda se acreditar que quando uma empresa multinacional coloca em funcionamento aqui o último modelo de máquina (importada) de fazer pregos, o país está dotado da mais alta tecnologia de fazer pregos.”*<sup>43</sup>

*“Voltando ao conceito de tecnologia adotado pelo Prof. Cannabrava, podemos notar que ele é excessivamente amplo, por isso mesmo vago e confuso. Em última*

<sup>41</sup> Noble, D.. Op. Cit. P.33. In: Gama, R. Op. Cit.

<sup>42</sup> Longo, Tte. Cel. W. P.. *Tecnologia e Transferência de Tecnologia*. In: Cadernos de Tecnologia e Ciência, n.º 2, ago/set. 1978. Rio de Janeiro. Ed. Tama. In: Gama, R. Op. cit.

<sup>43</sup> Longo, W. P. e. Idem. In: Gama, R. Op. cit.

*análise, ele identifica a tecnologia com qualquer técnica em sentido lato, donde o seu empenho em separar o progresso tecnológico do conhecimento científico. Pensamos, ao contrário, que é indispensável distinguir os vários estágios históricos, os vários tipos de tecnologia moderna, na qual é decisiva a contribuição da ciência.”*<sup>44</sup>

*“Mas a idéia que hoje temos de técnica reavive agora em cada um dos senhores essa idéia que nos tem colocado na situação quase trágico-econômica – isto é, cômoda mas também trágica – de que quando somos brindados com a coisa mais extravagante nos surpreendemos atordoados porque em nossa última sinceridade não nos atrevemos a assegurar que essa extravagância – a viagem aos astros, por exemplo – é impossível de realizar. Tememos que, assim, no momento de dizer isso, chegasse um jornal e nos comunicasse que, tendo-se conseguido proporcionar a um projétil uma velocidade de saída superior à força da gravidade, se havia colocado um objeto terrestre nas imediações da Lua.”*<sup>45</sup>

*“A tecnologia vem a ser, portanto, não só o meio de dominar a natureza, adaptando-a, como a principal afirmação do homem, uma vez que é por ela que ele se sobrepõe à paisagem, pela inteligência e pela vontade.”*<sup>46</sup>

<sup>44</sup> Pinho, Pedro. Estudo publicado pela Universidade do Pará.

<sup>45</sup> Gasset, J. Ortega y. Op. cit., p. 84 In: Gama, R. Op. Cit.

<sup>46</sup> Iglésias, F. Comunicação... In: Anais do III Simpósio de Professores Universitários de História. 1966.p.505. In: Gama, R. Op. Cit.

*“Antes de tudo, o trabalho é um processo de que participam o homem e a natureza, processo em que o ser humano com sua própria ação impulsiona, regula e controla seu intercâmbio material com a natureza.”*<sup>47</sup>

*“A tecnologia moderna foi se constituindo a partir do século XVIII, pari passu ao desenvolvimento do capitalismo e à substituição do modo de produção feudal/corporativo, e do sistema de transmissão do conhecimento apoiado na aprendizagem, pelo emprego do trabalho assalariado e o sistema escolarizado de transmissão do conhecimento.”*<sup>48</sup>

*“De uma ou outra maneira, o reino e o tema principal do estudo da tecnologia seria o trabalho humano. Para o historiador da tecnologia, esta linha de pensamento poderia ser alguma coisa mais do que uma digressão acerca das definições, já que conduz à conclusão de que o estudo da evolução e da história da tecnologia, inclusive na sua definição mais estrita como estudo de um artefato mecânico em particular – quer seja ferramenta ou produto – ou de um processo determinado, somente seria fecundo se compreendesse o trabalho e no contexto da história e da evolução do trabalho.”*<sup>49</sup>

*“...tecnologia quer dizer ciência dos processos segundo os quais o homem emprega forças e age sobre as matérias-primas fornecidas pela natureza para, utilizando*

<sup>47</sup> Marx, K.. *O Capital*. Livro I. p.202.

<sup>48</sup> Gama, R. Op.cit.

<sup>49</sup> Drucker, Peter F.. *Trabalho y Herramientas*. In: Kransberg, M. e Davenport, W. H. (ed.): *Tecnologia y Cultura*. Barcelona, Edit. Gustavo Gili S. A., 1978. p.151. In: Gama, R. Op. Cit.

*essas forças, obter das matérias-primas o que convém à satisfação de suas necessidades e de seus desejos.”*<sup>50</sup>

*“Tecnologia:*

- A) Estudo dos processos técnicos, no que tem de genérico e em suas relações com o desenvolvimento da civilização. A tecnologia compreende três espécies de problemas resultantes dos três pontos de vista sob os quais a técnica pode ser encarada: em primeiro lugar deve proceder à descrição analítica das artes, tal como elas existem num momento dado e em uma dada sociedade... em segundo lugar deve pesquisar sob que condições e em virtude de que leis cada grupo de regras entra em jogo, a que causas as devem sua eficácia prática, e, em terceiro lugar, o estudo do futuro desses órgãos, podendo a pesquisa versar sobre o nascimento, o apogeu e o declínio de cada grupo de regras ou sobre a evolução de toda a série das técnicas na humanidade. O conjunto desses três estudos constitui a tecnologia geral (A. Espinas, “Les Origines de la Technologie”. Revue Philosophique, 1890, II, 115-116).*
- B) (Uma tecnologia) Propriamente, teoria de uma técnica; mas algumas vezes (por metonímia freqüente no uso das palavras terminadas em logia) a palavra é empregada por técnica ou por conjunto de técnicas.*

---

<sup>50</sup> Laboulaye, C.. *Dictionnaire des Arts et Manufactures*. 2<sup>a</sup> ed. Paris, Lib. Comon, 1853. Tomo 1<sup>o</sup>, p.1. In: gama, R. Op./ cit.

O sentido B é um emprego impróprio da palavra. O termo exato seria aqui técnica. A tecnologia é a teoria ou a filosofia das técnicas, dando-se a esta palavra o sentido mais amplo.”<sup>51</sup>

“A distinção entre ciência e técnica procede, no fundamental, de que a primeira visa ao conhecimento e a Segunda à ação eficaz. (...) é preciso entender por esse termo um saber que, prolongado, num sentido claramente mais sistemático e mais científico a tendência que deu lugar, desde o século XVI, à publicação dos tratados técnicos como os que acima mencionamos, distingue-se da ciência pelo seu objeto – a realidade técnica – mas que ciência por seu espírito, pela preocupação em exprimir em um ‘discurso’ o ‘fazer’ da técnica, pelo rigor com que dá seus passos, pela generalidade dos conceitos dela emanados e pelo uso que faz das matemáticas, bem como pela precisão de suas observações e mensurações. Por isso está no domínio tanto da história da ciência quanto no da história da técnica.”<sup>52</sup>

“Entenda-se por técnica científica ou ‘tecnologia’ um saber orgânico, fundamental em princípios; uma técnica não é portanto verdadeiramente tecnologia se não se apresenta como uma ‘doutrina’; a tecnologia se opõe à técnica empírica, que pode se definir como sendo uma prática que se apóia em regras não-sistematizadas, oriundas mais do tatear e de contatos imediatos com a realidade que de uma experiência refletida.”<sup>53</sup>

<sup>51</sup> Lalande, André. *Vocabulaire Technique et Critique de la Philosophie*. In: Gama, R. Op. Cit.

<sup>52</sup> Gille, Bertrand. *Histoire des Techniques*. Gallimard, 1978. p.1112. In: Gama, R. Op. Cit.

<sup>53</sup> F. Russo. In: Guillerme, J. *Technique et Technologie*. p.42. In: Gama, R. Op. Cit.

*“Tecnologia é ciência aplicada, é o conjunto de operações que levam uma indústria ou qualquer outra atividade econômica à obtenção de bens com produtividade aceitável para as conquistas de qualquer época. Esta definição, no que se aplicar, vale também para a produção de serviços, a exemplo da termoelectricidade. – a tecnologia não é mais do que um estoque de técnicas suscetível de ser adquirido no mercado. Decorre daí, conseqüentemente, que a técnica é uma mercadoria que pode ser comprada em diversos tipos de mercado: aquele das patentes, da assistência técnica, dos bens de equipamento, da indústria montada (clé en main) etc. (...) Em outras palavras, admitir a tecnologia como mercadoria é, simplesmente, aderir à ideologia difusa das grandes firmas. Para essa ideologia, a presença de tais firmas não traz efeitos nocivos; pelo contrário, elas propagam o progresso técnico aos diversos ramos da produção. (...) a tecnologia, mantidas as devidas proporções, resolve os problemas que se quer que ela resolva. Por enquanto, os decisores lhe formularam um certo número de problemas, e ela lhes deu solução. Isto significa que ela poderá oferecer outras soluções, se lhe forem colocados outros problemas, principalmente aqueles que interessam ao fator trabalho. Como a questão ainda não se colocou, a tecnologia desenvolve-se respondendo aos imperativos industriais, que lhe têm comandado até agora. Isto posto, a assimilação da tecnologia à dominação – como feita principalmente por Habermas e Marcuse – é insustentável. Primeiro, porque a noção (e não o conceito) de dominação é ampla, ambígua e a-histórica: ela é ampla e ambígua porque envolve todas as formas de relações subjetivas e objetivas das individualidades ; ela é a-histórica porque se refere a épocas tão diferentes quanto a idade da pedra. O período tribal e o capitalismo. Assim, sua utilização enquanto*

noção é desprovida de todo poder explicativo (no sentido epistemológico do termo). Por todas essas razões a posição antitecnologista é também insustentável.”<sup>54</sup>

“...entender-se-á por tecnologia o estudo ou tratado das aplicações, teorias, experiências e conclusões das ciências ao conhecimento dos materiais e processos utilizados pelas técnicas. É verdade que, no mundo moderno, essa é também a função da engenharia, da arquitetura e da agronomia. Porém, nestas últimas, além das aplicações científicas, comparece também a arte de construir obras e fabricar produto, com suas particularidades individuais e circunstâncias próprias. Há nessas últimas atividades, portanto, uma intencionalidade e valorização de uma determinada obra ou um determinado produto, ausente na tecnologia. Por outro lado, a tecnologia difere da técnica, pois essa última é um conhecimento prático que não envolve, necessariamente, teoria alguma. A técnica é tão antiga quanto a humanidade; porém a tecnologia só veio a existir depois do estabelecimento da ciência moderna, no século XVII, quando se percebeu que tudo o que o homem construía era regido por leis científicas.(...) A tecnologia aparece implicitamente no Brasil no fim do século XIX, nos ensinamentos das disciplinas de aplicação das nossas três primeiras escolas de engenharia: a Politécnica do Rio de Janeiro, em 1874; depois a escola de Minas de Ouro Preto, em 1875, e finalmente a Politécnica de São Paulo, em 1894.”<sup>55</sup>

<sup>54</sup> Pinto, M.S.. *Brasil: a busca da tecnologia no passado e no presente*. In: Carta Mensal. Rio de Janeiro. Conferência Nacional de Comércio, n.º 297, p. 41; 21; 24; 35. In: Gama, R. Op. Cit.

<sup>55</sup> Vargas, M.. *A Tecnologia no Brasil*. In: MOTOYAMA, S. & FERRI, M. G. *História das Ciências no Brasil*. São Paulo, EDUSP/E.P.U./CNPq, 1979. 1.º vol.

*“Podemos pensar a técnica como a extensão do gesto humano. Tecnologia seria ainda isso mesmo, mas, observando as características de sua criação hoje, aprofunda, explicitando, o significado do gesto humano como pensamento e ação. A criação tecnológica implica o conhecimento da natureza através de teoria científica que molda fenômenos de forma a rearranjá-los em produtos e processos de interesse social. E que, como as técnicas antigas, ou mesmo contemporâneas (acho que continuam a surgir ainda como extensões do gesto, sem as novas teorias) transformam a própria sociabilidade humana. A compreensão do poder transformador do conhecimento - seja científico, técnico ou tecnológico - traz junto a compreensão da integração do ser humano com a natureza. O conhecimento não pode ser visto como processo que exclui o homem da natureza, só porque contem o que chamamos de objetividade. É que a própria existência da objetividade realça a fusão permanente do ser humano com o mundo. Essa não separação ativa a subjetividade, que, por outro lado, não é desativada pela prática do conhecer, objetivo. Ao contrário, a objetividade favorece a construção da intersubjetividade. Essa intersubjetividade é garantida pelo compartilhamento do conhecimento objetivo. Nesse enfoque as questões de dominação e poder devem ser atribuídas, exercidas e estudadas nos contextos das relações sociais. E aí, novamente, o exercício do conhecimento objetivo vai ser importante, essencial.”<sup>56</sup>*

<sup>56</sup> Hamburger, Amélia Império. Junho/2002.

Ao meu ver, *Tecnologia* não é uma ciência aplicada mas tem a ciência embutida no desenvolvimento dos produtos que serão utilizados para benefício do homem.<sup>57</sup>

As palavras técnica e tecnologia refletem as diferentes propostas para o papel da formação científica do engenheiro: *engenheiro especialista e engenheiro generalista*.

Como tecnologia é a **utilização** (utilização e não aplicação; para que se diferencie de “ciência aplicada”) de teorias, métodos e processos científicos na solução de problemas da técnica. A relação entre as ciências básicas de um curso de engenharia e tecnologia é condição “sine-qua-non” da tecnologia. A criação de um departamento de ciências básicas na EPUSP em substituição ao biênio fundamental atual, reivindicação dos próprios alunos como poderá ser verificado no capítulo 5, contribuiria para que a física fosse tratada como ciência básica e ensinada por professores experientes ao longo do curso e não como técnica, pois esta será adquirida posteriormente no decorrer do curso<sup>58</sup>.

---

<sup>57</sup> da autora. Julho/2002.

<sup>58</sup> Vargas, Milton. Março/2002.

## ***6. Considerações Finais***

Preocupando-se com o tipo de engenheiro que compete formar-se na graduação para o exercício de uma profissão tradicional de engenharia e considerando-se que o papel do engenheiro está bem diversificado na sociedade atual, o Curso de Engenharia deve objetivar, em primeiro lugar, a formação de um engenheiro capaz de resolver bem os problemas cotidianos característicos da Engenharia, como um todo, isto é, um engenheiro capaz de bem realizar os trabalhos que mais comumente ocorrem na prática profissional. Para isso é preciso uma boa base científica.

O ensino das matérias básicas, a falta de adequação e a pouca vinculação estabelecida entre teoria e a prática, a carga excessiva de aulas e de matéria (tornando o tempo para atividade extra-classe insuficiente), a falta de metodologia de ensino por parte dos professores são as causas maiores dos principais problemas desse tipo de Curso. Os cursos básicos de Matemática, Física, Química, Geologia e Astronomia são fundamentais para a formação da cultura científica do engenheiro; básicas para o desempenho correto de sua profissão. Além disso, elas deveriam ser completadas por disciplinas humanísticas, como o são nas grandes escolas de engenharia americanas e européias, porém, tanto as

disciplinas científicas como as humanísticas deveriam ser dadas por profissionais de capacidade e experiência, capazes de despertar a atenção e curiosidade dos estudantes de engenharia para assuntos que não são, em geral, de seu interesse imediato, para atingir uma formação integral do futuro engenheiro.

A divisão estanque (decorrente da organização do currículo e da prática de ensino) entre as diversas ciências (básicas, básicas de engenharia, aplicadas de engenharia e humanas) que participam na formação do engenheiro é outro problema crucial.

O papel da Física no curso de Engenharia é fundamental. Como muitos alunos ingressam no ensino superior com deficiências em seu aprendizado, a inserção de problemas mais triviais nas disciplinas de física treina o aluno no desenvolvimento da iniciativa, da invenção, da habilidade e inteligência o suficiente para que ao se deparar com problemas mais complexos e técnicos nas disciplinas seguintes atinja um bom resultado, aplicando a teoria aprendida. Como comparação, não se treinam pilotos de avião com aparelhos de 50 passageiros ou mais.<sup>59</sup>

O professor Milton Vargas enfatiza essa opinião ao relatar o fato de ter tido como professor de Física, na Escola Politécnica em 1934/35, o próprio Prof. Wataghin: *“Estou certo que suas aulas foram de primordial importância para meu aproveitamento nas disciplinas técnicas; embora ele não tenha tido nenhuma intenção de ensinar “física aplicada à engenharia”. Creio, assim, que a Física num curso de Engenharia deva ser ministrada por um físico de renome, com visão muito ampla do papel*

<sup>59</sup> Bohm, David, *Comparação entre a Física no Brasil e nos EUA..* Notas de Matemática e Física. Julho-Setembro de 1953. São Paulo.

*da Física, como ciência e como teoria a ser utilizada pelos engenheiros. Não creio que deva ensinar aos alunos de engenharia "Física Aplicada à Engenharia". Isto seria restringir-lhe o conhecimento de Física necessário para que, durante as aulas técnicas, pudessem compreender perfeitamente o que ali estava sendo "aplicado". E, também, para que, pelo menos alguns deles, pudessem aplicar por si mesmo, as teorias físicas e seus métodos e processos em problemas inusitados de engenharia que, eventualmente, aparecem na prática de sua profissão. Portanto, não creio que a Física dada numa Escola de Engenharia possa ser uma mera repetição da Física dada no Ensino Médio, como parece ser a tendência decorrente dela ser dada em "cursos básicos" de Engenharia. Creio que o mais correto seria a Física ser dada ao longo de todo o curso, do 1º ao 5º ano, em tópicos, tais como: Mecânica Analítica, Óptica, Eletricidade, Mecânica Quântica, etc. Isto é, serem oferecidas aos alunos "ciências básicas", técnicas e humanidades, simultaneamente, do primeiro ao último ano."*<sup>60</sup>

Em termos metodológicos, coloca-se como fundamental à formação do tipo de engenheiro citado, o aluno adquirir um corpo de conhecimentos (enquanto saber) que lhe permita tratar dos problemas cotidianos (saber fazer). Trata-se de conhecimentos básicos de engenharia, aplicados de engenharia e de humanidades. É também fundamental que o futuro engenheiro seja exercitado na solução desses problemas. Verifica-se que o Curso excede em número de aulas e no caráter teórico do ensino em detrimento do tempo destinado à realização de projetos e de trabalhos práticos. A título de comparação, tomamos

<sup>60</sup> Vargas, Milton. Entrevista citada.

a **École Polytechnique** de Paris onde há a seguinte filosofia de ensino: “*Dar uma base científica sólida*”. O sistema educacional em Engenharia na França é similar aos sistemas dos outros países da Europa Continental. De modo geral, os estudos de Engenharia na Europa Continental produzem dois perfis distintos de engenheiros: um curso com currículo curto (3 a 4 anos), com uma perspectiva mais aplicada e outro com currículo longo (5 a 6 anos), com uma perspectiva mais teórica e conceitual. Este segundo perfil é comparável ao adotado na EPUSP. Na França, os melhores alunos são atraídos pelas Escolas de Engenharia, e como consequência o potencial dos alunos é distinto daquele encontrado na maior parte dos outros países da Europa Continental. A maior parte das Escolas de Engenharia da França, chamadas de Grandes Escolas de Engenharia (Grandes Écoles d’Ingénieurs), é independente das Universidades e responsáveis pela formação de executivos administrativos e industriais.<sup>61</sup> Essa base sólida teria a função de abrir portas para muitas atividades diferentes, em qualquer ramo de engenharia, ou da Matemática, ou da Física, ou da Astronomia, ou da Economia, ou ainda em altos cargos executivos na área pública ou privada. Outro aspecto relevante também é despertar o interesse do aluno para questões que definem a sociedade em que vive e atua, não formando o cientista ou o engenheiro que vai focalizar só o seu trabalho, sem prestar atenção nas transformações à sua volta e em como participar delas.

Segundo o professor Kokei Uehara, os professores têm de ser especialistas no assunto que estão lecionando, tanto do ponto de vista técnico como científico. Devem ter clareza sobre os conceitos básicos da educação e passar para o aluno que ele deve participar

<sup>61</sup> <http://www.polytechnique.fr> - junho de 2002.

na solução de alguns problemas e não apenas resolvê-los. Por exemplo, se está se construindo uma barragem, é fundamental saber para que, para quem e qual a influência dessa obra para a sociedade local, para o país e até para o mundo. É importante criar uma mentalidade sobre os problemas sociais, pensando sempre no ser humano. Para isso, os alunos precisam ser orientados não apenas para serem tecnocratas ou para resolver problemas técnicos de engenharia, devem entender que toda essa técnica serve para melhorar a condição de vida da sociedade. Isto deve ser a educação: levar o aluno a pensar não somente na obra em si, mas nos seus objetivos e no seu alcance.<sup>62</sup>

As escolas particulares de Engenharia desempenham bem esse papel imediatista (do *fazer*) que as empresas solicitam de seus engenheiros, envolvendo o conhecimento técnico em processos de produção para resolução de problemas práticos, uma vez que elas selecionam os alunos para estágio e, quando há a efetivação dos mesmos, iniciam o seu treinamento profissional de acordo com seus interesses e necessidades, bastando apenas ao profissional o conhecimento básico da engenharia e habilidades (administrativa, social e etc) suficientes para o seu sucesso e o da empresa. Isto ressalta que a pesquisa tecnológica vai se afastando da escolha do pesquisador e fica mais subordinada aos coordenadores de áreas de pesquisas, nas organizações especializadas, e são desenvolvidas por equipes. O objeto da pesquisa tecnológica pode ser determinado por programas, elaborados muito mais em razão de necessidades e interesses sócio-econômicos das comunidades nacionais, do que pelo gosto ou inclinações dos indivíduos. Por outro

---

<sup>62</sup> Uchara, K. *Reflexões Sobre a Engenharia e a Educação – Para uma Tecnologia voltada para o em Estar Social*. Aliança Brasil Japão. 1997.

lado, muitas vezes a planificação da pesquisa é entregue já pronta a um determinado pesquisador integrado numa organização ou numa equipe, coordenada por esse pesquisador. Esse seria um caso mais próximo da pesquisa nas Universidades. De qualquer forma, para que se assegure o bom sucesso da pesquisa é preciso que a sua planificação, quer seja ela feita pelo próprio pesquisador, ou por um organismo de pesquisa tecnológica, obedeça a um mínimo de regras, consagradas como boas pela prática e história de pesquisas anteriores. Pode-se afirmar que, apesar de uma política de desenvolvimento econômico (de caráter mais geral, possivelmente nacional), tomar a si a incumbência de delinear as prioridades da pesquisa tecnológica e dos “gerentes” de pesquisa tomarem a si a planificação das mesmas, é ao tecnologista (chamado assim o engenheiro que trabalha em pesquisa tecnológica) que cabe executá-la. E, então, esteja ele trabalhando sozinho ou em equipe, todo o sucesso da pesquisa cabe à sua competência individual e à sua imaginação criadora.<sup>63</sup>

Portanto, para se aprender a fazer, e de forma bem executada, é necessário conhecer a teoria, que é a base do conhecimento. Do contrário, o trabalho é executado como que por um pedreiro, um mecânico, um eletricista, num nível que chamamos de técnico. E, já que os futuros engenheiros estão fazendo um curso superior, devem ser formados para agir de forma diferente com maior capacidade transformadora. Mesmo não sendo centros de excelência em pesquisa, algumas escolas particulares começam a exigir que seus docentes tenham essa experiência, o que se comprova no incentivo à titulação de

---

<sup>62</sup> Vargas, M. op. cit.

seu corpo docente ou à convênios com outras escolas e instituições que propiciem essa capacitação, inclusive envolvendo os próprios alunos.<sup>64</sup>

Das escolas públicas brasileiras, como a EPUSP, se esperam inovações maiores (o *pensar* – diferentemente de “ajuste técnico”, que já contém uma certa inovação), a pesquisa de novas tecnologias de ponta, ou a preparação original para o setor de planejamento, projetando, calculando, gerenciando e administrando essa tecnologia. A pesquisa na EPUSP é muito bem desenvolvida em seus programas de Pós - Graduação, que se intensificaram a partir dos anos 70.

Atualmente está em discussão uma aproximação da excelência da pesquisa realizada na EPUSP e as necessidades do mercado de trabalho através do **Mestrado Profissionalizante – USP**. Esta nova modalidade de curso *stricto-sensu* enfatiza o caráter terminal e pretende servir como um novo catalisador na interação entre Universidade e Sociedade. Evidentemente, pela proposta desses cursos há um aporte preferencial ao "mercado", representado pelas empresas privadas. A partir dessas outras possibilidades amplia-se o leque de temas a serem discutidos e novos cursos podem ser criados, como afirma a pró-reitora de Graduação da USP, Prof<sup>a</sup> Sônia Perin: “Atualmente estão sendo criados novos cursos na USP, entre eles o de Engenharia Ambiental, em São Carlos, numa nitida adequação às novas demandas do mercado”<sup>65</sup>, papel este já realizado pelas escolas

---

<sup>64</sup> Por exemplo, a UNISANTA, em Santos-SP, tem convênio com o Instituto Nacional de Ciências Aplicadas de Toulouse, na França, onde os alunos do curso engenharia Eletrônica e de Telecomunicações vão, uma vez por ano, acompanhados do Prof<sup>o</sup> D.C. Mendes (UNISANTA) fazer um curso de microeletrônica para que cada aluno desenvolva seu *microchip*, através da tecnologia usada nesse Instituto..

<sup>65</sup> <http://www.usp.br/agcn> - 26 de junho de 2002.

particulares, inclusive com suas interdisciplinariades, numa perceptível aproximação de seus papéis.

Considerando que podemos compreender as “necessidades do mercado” como o surgimento de condições novas na sociedade, a abertura de novos cursos certamente deverá conter a idéia de pesquisa tecnológica. Chegamos à conclusão de que a pesquisa tecnológica só difere da pesquisa científica pela valorização prática e econômica do seu objeto, valorização essa dada pelas condições da sociedade.<sup>66</sup> A pesquisa tecnológica deve ser justificada pela sua necessidade prática e por seu custo-benefício, se for bem sucedida. Às vezes é difícil discernir se se está fazendo pesquisa científica ou tecnológica, já que muita pesquisa científica visa fins práticos e muita pesquisa tecnológica chega a resultados gerais. Portanto, ambas devem ser conduzidas de forma semelhante, isto é, adotando-se os mesmos métodos. Pode-se dizer que quando se fala de tecnologia, denota-se o campo da Física e ciências correlatas e em segundo lugar o da natureza. O que não exclui uma tecnologia psicológica, social ou econômica, usada no mundo moderno. De qualquer forma, os métodos de investigação serão os mesmos que os da ciência, isto é, subordinados à lógica dedutiva e indutiva ou à fenomenologia e à história.<sup>67</sup>

Finalizando, da mesma forma que para o exercício da engenharia é preciso saber “engenheirar” (no que entra talento, dedicação, conhecimentos teóricos e

<sup>66</sup> Vargas, M. op.cit. e Gama, R. op. cit.

<sup>67</sup> Vargas, M. op.cit.

práticos etc.), para o desempenho da docência é preciso saber “ensinar” os conteúdos, também com a aplicação, por parte dos professores, de metodologia de ensino fundada nas Ciências da Educação (filosofia, pedagogia, psicologia etc).

## 7. Bibliografia

- **Barata, Mário.** "Escola Politécnica do Largo de São Francisco". 1973. Rio de Janeiro
- **Bertrand Gille.** *Histoire des Techniques*. Gallimard, 1978.
- **Birou, Alain.** *Dicionário das Ciências Sociais*. Lisboa, Ed. D. Quixote, 1966.
- **Bluteau, R.** *Vocabulário Português 7 Latino*. Lisboa, Pascoal da Silva, 1716.
- **Bohm, David,** *Comparação entre a Física no Brasil e nos EUA*. Notas de Matemática e Física. Julho-Setembro de 1953. São Paulo.
- **Bringhenti, Idone.** *O Ensino na Escola Politécnica da USP*. EPUSP. 1993.
- **Childe, Gordon** . *Early Forms of Society*. In: Singer, Charles et alii. *A History of Technology*.
- **Drucker, Peter F.** *Trabalho y Herramientas*. In: Kransberg, M. e Davenport, W. H. (ed.): *Tecnologia y Cultura*. Barcelona, Edit. Gustavo Gili S. A , 1978.
- **Forbes, R. J.** . Los Inicios de la Tecnología y el Hombre. In: Kranzberg, Melvin et alii. *Historia de la Tecnología*. Vol. 2., Barcelona. Edit. Gustavo Gili, 1981.
- **Gama, R.** *A Tecnologia e o Trabalho na História*. NOBEL/EDUSP. 1986.
- \_\_\_\_\_ *Ciência e Técnica (antologia de Textos Históricos)*. T.A. Queiroz. 1992.
- **Gromeka, V. et alii.** *Capitalismo, Socialismo e Revolução Técnico-Científica*. Moscou, Edições Progresso, 1982.
- **Hamburger, A. I.** *Considerações sobre o Ensino e a Pesquisa Universitária*. Atas-V Simpósio Nacional de Ensino de Física – vol. 1, 105-119.1992.
- **Haudricourt, A.** *La Technologie, Science Humaine*. In: *La Pensée* n.º 115, junho de 1964.
- **Hesrkovitz, M. J.** *Antropologia Cultural*. São Paulo, dois vol., Mestre Jou, 1978.
- <http://www.usp.br> - junho de 2002.
- <http://www.poli.usp.br> - junho de 2002.
- <http://www.eesc.sc.usp.br> - junho de 2002.
- <http://www.if.usp.br> - junho de 2002.
- <http://www.polytechnique.fr> - junho de 2002.
- **Iglesias, F..** *Comunicação...* In: *Anais do III Simpósio de Professores Universitários de História*. 1966.

## 7. Bibliografia

- **Barata, Mário.** "Escola Politécnica do Largo de São Francisco". 1973. Rio de Janeiro
- **Bertrand Gille.** *Histoire des Techniques*. Gallimard, 1978.
- **Birou, Alain.** *Dicionário das Ciências Sociais*. Lisboa, Ed. D. Quixote, 1966.
- **Bluteau, R.** *Vocabulário Português 7 Latino*. Lisboa, Pascoal da Silva, 1716.
- **Bohm, David,** *Comparação entre a Física no Brasil e nos EUA*. Notas de Matemática e Física. Julho-Setembro de 1953. São Paulo.
- **Bringhenti, Idone.** *O Ensino na Escola Politécnica da USP*. EPUSP. 1993.
- **Childe, Gordon** . *Early Forms of Society*. In: Singer, Charles et alii. *A History of Technology*.
- **Drucker, Peter F.** *Trabalho y Herramientas*. In: Kransberg, M. e Davenport, W. H. (ed.): *Tecnologia y Cultura*. Barcelona, Edit. Gustavo Gili S. A , 1978.
- **Forbes, R. J.** . Los Inicios de la Tecnologia y el Hombre. In: Kranzberg, Melvin et alii. *Historia de la Tecnologia*. Vol. 2., Barcelona. Edit. Gustavo Gili, 1981.
- **Gama, R.** *A Tecnologia e o Trabalho na História*. NOBEL/EDUSP. 1986.
- \_\_\_\_\_ *Ciência e Técnica (antologia de Textos Históricos)*. T.A. Queiroz. 1992.
- **Gromeka, V. et alii.** *Capitalismo, Socialismo e Revolução Técnico-Científica*. Moscou, Edições Progresso, 1982.
- **Hamburger, A. I.** *Considerações sobre o Ensino e a Pesquisa Universitária*. Atas-V Simpósio Nacional de Ensino de Física – vol. 1, 105-119.1992.
- **Haudricourt, A.** *La Technologie, Science Humaine*. In: *La Pensée* n.º 115, junho de 1964.
- **Hesrkovitz, M. J.** *Antropologia Cultural*. São Paulo, dois vol., Mestre Jou, 1978.
- <http://www.usp.br> - junho de 2002.
- <http://www.poli.usp.br> - junho de 2002.
- <http://www.eesc.sc.usp.br> - junho de 2002.
- <http://www.if.usp.br> - junho de 2002.
- <http://www.polytechnique.fr> - junho de 2002.
- **Iglesias, F..** *Comunicação...* In: *Anais do III Simpósio de Professores Universitários de História*. 1966.

- **IPSO- A Revolução Tecnológica e os novos paradigmas da sociedade.** São Paulo/Belo Horizonte. Oficina de Livros, 1994.
- **L'Oschiavo dos Santos, Maria Cecília,** *História da Escola Politécnica.* Imprensa Oficial do Estado – IMESP. 1985
  
- **Laboulaye, C.** *Dictionnaire des Arts et Manufactures.* 2ª ed. Paris, Lib. Comon, 1853..
- **Lalande, André.** *Vocabulaire Technique et Critique de la Philosophie.*
- **Lopes, J. Leite.** *Ciência e Desenvolvimento (ensaios): O valor da Ciência e da Tecnologia.* Edições Tempo Brasileiro, 2ª ed. Rio de Janeiro, 1987.
- **Machado, Nilson J.** *Cidadania e Educação.* Escrituras Editora. SP. 1997.
- **Marx, K.** *O Capital . Livro I .* <sup>1</sup> *Ciro F. S. Cardoso. Uma Introdução à História .*
- **Motoyama, Shozo,** *Educação Técnica e Tecnológica em Questão – 25 anos do CEETEPS – Uma História Vivida.* UNESP. 1995.
- **Noble, David.** *America by Design.* New York, Oxford University Press, 1980.
- **Ortega y Gasset, José.** *Meditação da Técnica.* Tradução de Luís Washington Vita. Rio de Janeiro, Livro Ibero-Americano Ltda., 1963.
- **Pinho, Pedro.** Estudo publicado pela Universidade do Pará.
- **Pinto, M.S.** *Brasil: a busca da tecnologia no passado e no presente.* In: Carta Mensal. Rio de Janeiro. Conferência Nacional de Comércio, n.º 297.
- **Russo, F.** In: Guillerme, J. *Technique et Technologie.*
- **Silva, José B. A. e.** *Memória sobre a Necessidade e Utilidade do Plantio de Novos Bosques em Portugal.* Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1925. Primeira Edição em 1816.
- *The Oxford English Dictionary.* Oxford, The Clarendon Press, 1933.
- **Tte. Cel. W. P. Longo.** *Tecnologia e Transferência de Tecnologia.* In: Cadernos de Tecnologia e Ciência, n.º 2, ago/set. 1978. Rio de Janeiro. Ed. Tama.
- **Uehara, Kokei,** *Reflexões Sobre a Engenharia e a Educação – Para uma Tecnologia voltada para o Bem Estar Social.* Aliança Brasil Japão. 1997.
- **Usher, A. P.** *História das Invenções Mecânicas.* Lisboa, Edições Cosmos Egmont, 1973.
- **Vargas, M.** *A Tecnologia no Brasil.* In: MOTOYAMA, S. & FERRI, M. G. *História das Ciências no Brasil.* São Paulo, EDUSP/E.P.U./CNPq, 1979.
  
- \_\_\_\_\_ *Importância Histórica da Engenharia Nacional. IV Semana de Engenharia da Universidade Católica de Santos, 28/09/2001.*
- \_\_\_\_\_ *Para uma Filosofia da Tecnologia.* ALFA-OMEGA. 1994
- \_\_\_\_\_ *Metodologia da Pesquisa Tecnológica.* Editora Globo. 1985.

**8. ANEXOS****8.1 Anexo I:**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE ENSINO SUPERIOR  
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS DE ENSINO SUPERIOR  
COORDENAÇÃO DAS COMISSÕES DE ESPECIALISTAS  
COMISSÃO DE ESPECIALISTAS DE ENSINO DE ENGENHARIA**

**DIRETRIZES CURRICULARES PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA**

Versão do dia 05.05.1999

**ANTEPROJETO DE RESOLUÇÃO**

**RESOLUÇÃO ...../ 1999**

**ESTABELECE AS DIRETRIZES CURRICULARES PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA**

O Presidente do Conselho Nacional de Educação, no uso de suas atribuições e com observação do que dispõe o Art. 9º, Inciso VII da Lei no. 9394/96, e em atendimento aos Editais SESu/MEC 04/97 e 05/98.

Resolve:

**CAPÍTULO I  
DO PERFIL DO EGRESSO**

**Art. 1º** - Os Currículos dos Cursos de Engenharia deverão dar condições a seus egressos para adquirir um perfil profissional compreendendo uma sólida formação técnico científica e profissional geral que o capacite 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.

**Parágrafo Único** - Faz parte do perfil do egresso de um Curso de Engenharia, a ser garantido por seu Currículo, a postura de permanente busca da atualização profissional.

**Art. 2º** - Os Currículos dos Cursos de Engenharia deverão dar condições a seus egressos para adquirir competências e habilidades para:

- 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 ordens de grandeza e significância de resultados numéricos;
- i) comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- j) atuar em equipes multidisciplinares;
- k) compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- l) avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- m) avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia.

## **CAPÍTULO II DOS PROJETOS PEDAGÓGICOS**

**Art. 3º** - Cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades desenvolvidas garantirão o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas.

**Art. 4º** -As estruturas curriculares deverão ser organizadas de forma a permitir que haja disponibilidade de tempo para a consolidação dos conhecimentos adquiridos e para as atividades complementares, objetivando uma progressiva autonomia intelectual do aluno.

**Parágrafo Único** - Enfatiza-se a necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes. O tempo dedicado a estas atividades não poderá ser computado como carga horária do curso.

**Art. 5º** - Deverão existir trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Pelo menos um deles deverá se constituir em atividade obrigatória como requisito para a graduação.

**Art. 6º** - Deverão ser estimuladas atividades complementares tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participações em empresas júnior e outras atividades empreendedoras. Nestas atividades procurar-se-á desenvolver posturas de cooperação, comunicação e liderança.

### **CAPÍTULO III DOS TÓPICOS DE ESTUDO E CONTEÚDOS**

**Art. 7º** - O ordenamento dos conteúdos a seguir discriminados não representa seqüência imposta na estruturação do currículo. Frisa-se que os itens abaixo não necessariamente correspondem a disciplinas individuais. Recomenda-se a distribuição dos mesmos ao longo das atividades acadêmicas.

**Parágrafo Único** - Os conteúdos a seguir discriminados devem ser contemplados nos projetos pedagógicos dos cursos, mas os enfoques e a intensidade com que serão abordados deverão ser compatíveis com a modalidade proposta para cada curso.

**Art. 8º** - Todo curso de engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, de no mínimo 35% da carga horária mínima, versando sobre os tópicos que se seguem.

- Metodologia Científica e Tecnológica  
    Ciência e Tecnologia. Planejamento e formulação da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico.
- Comunicação e Expressão

Utilização dos diversos meios de comunicação. Leitura e interpretação de textos em português e em pelo menos uma língua estrangeira. Redação e apresentação oral.

- Informática

Utilização de ferramentas computacionais e redes. Técnicas e linguagens de programação. Aplicações de engenharia auxiliada por computadores.

- Expressão Gráfica

Interpretação e elaboração de esboços e desenhos técnicos por meio manual e computacional.

- Matemática

Introdução à teoria básica e aplicações à engenharia de: cálculo integral e diferencial; vetores; geometria analítica; álgebra linear; cálculo numérico; probabilidades e estatística.

- Física

Introdução à teoria básica, experimentação e aplicações à engenharia de: mecânica clássica; ótica; termodinâmica; eletricidade e magnetismo; ondas. Noções de Física Moderna.

- Fenômenos de Transporte

Introdução à teoria básica, experimentação e aplicações à engenharia dos fenômenos de transferência de quantidade de movimento, calor e massa.

- Mecânica dos Sólidos

Estática e dinâmica dos corpos rígidos e deformáveis. Tensões, deformações e suas interrelações. Segurança.

- Eletricidade Aplicada

Circuitos. Medidas elétricas e magnéticas. Componentes elétricos e eletrônicos. Eletrotécnica.

- Química

Introdução à teoria básica, experimentação e aplicações à engenharia de: química geral; química inorgânica; fisico-química.

- Ciência e Tecnologia dos Materiais

Classificação, estruturas, propriedades e utilização dos materiais na Engenharia.

- **Administração**  
Introdução à teoria e aplicações à engenharia de: organizações; inovações tecnológicas; estratégias competitivas; *marketing*; planejamento e controle da produção; custos.
- **Economia**  
Introdução à teoria básica e aplicações à engenharia de micro e macro economia. Matemática financeira. Engenharia econômica.
- **Ciências do Ambiente**  
Ecologia. Preservação e utilização de recursos naturais: poluição, impacto ambiental e desenvolvimento sustentado. Reciclagem. Legislação.
- **Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania**  
Noções e aplicações à engenharia de: filosofia e ciências jurídicas e sociais; legislação e ética profissional; propriedade industrial e direitos autorais; segurança do trabalho; proteção ao consumidor.

**Parágrafo Único** - Nos 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 laboratório com enfoques e intensidade compatíveis com a modalidade pleiteada.

**Art. 9º** - Todo curso de engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos profissionalizantes, de no mínimo 15% da carga horária mínima, versando sobre um subconjunto coerente dos tópicos abaixo discriminados, a ser definido pela IES.

- **Algoritmos e Estruturas de Dados**
  - Bioquímica
  - Ciência dos Materiais
  - Circuitos Elétricos
  - Circuitos Lógicos
  - Compiladores
  - Construção Civil

- Controle de Sistemas Dinâmicos
- Conversão de Energia
- Eletromagnetismo
- Eletrônica Analógica e Digital
- Engenharia do Produto
- Ergonomia e Segurança do Trabalho
- Estratégia e Organização
  - Físico-química
- Geoprocessamento
- Geotecnia
  - Gerência da Produção
- Gestão Ambiental
- Gestão Econômica
- Gestão da Tecnologia
- Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico
- Instrumentação
  - Máquinas de fluxo
- Matemática discreta
  - Materiais de Construção Civil
  - Materiais de Construção Mecânica
  - Materiais Elétricos
  - Mecânica Aplicada
- Métodos Numéricos
- Microbiologia
  - Mineralogia e Tratamento de Minérios
  - Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas
  - Operações Unitárias
  - Organização de Computadores
  - Paradigmas de Programação

- Pesquisa Operacional
- Processos de Fabricação
- Processos Químicos e Bioquímicos
- Qualidade
- Química Analítica
- Química Orgânica
- Reatores Químicos e Bioquímicos
- Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas
- Sistemas de Informação
  - Sistemas Mecânicos
  - Sistemas Operacionais
  - Sistemas Térmicos
  - Tecnologia Mecânica
  - Telecomunicações
  - Termodinâmica Aplicada
- Topografia e Geodésia
  - Transportes e Logística

**Art. 10º** - Os currículos dos cursos de engenharia deverão ser complementados com extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo profissionalizante, bem como com outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. Estes conteúdos, constituindo o restante da carga horária total, serão propostos exclusivamente pelas IES. Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia. Tais conhecimentos devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes.

#### **CAPÍTULO IV DA DURAÇÃO DOS CURSOS E ESTÁGIOS**

**Art. 11º** - Os cursos de Engenharia terão uma duração mínima de quatro anos. O tempo máximo para a integralização curricular será fixado pela instituição.

**Art. 12º** - Os currículos plenos dos cursos de Engenharia, qualquer que seja a modalidade, terão uma carga horária mínima de 3000 horas de atividades didáticas, não computadas as horas destinadas à realização de estágios curriculares, trabalhos de síntese e atividades complementares.

**Art. 13º** - Os estágios curriculares deverão ser atividades obrigatórias, com uma duração mínima de 160 horas. Os estágios curriculares serão obrigatoriamente supervisionados pela instituição de ensino através de relatórios técnicos e de acompanhamento individualizado durante o período de realização da atividade.

#### **CAPÍTULO V DO RELACIONAMENTO ENTRE OS CURSOS E O EXERCÍCIO PROFISSIONAL**

**Art. 14º** - Estas diretrizes referem-se exclusivamente à formação acadêmica não abrangendo os aspectos relativos ao registro para o exercício da profissão.<sup>1</sup>

#### **Comissão de Especialistas de Ensino de Engenharia Portaria SESu/MEC No. 146/98**

Letícia Soares de V. Sampaio Suñé

Luciano Vicente de Medeiros

Fernando Tadeu Boçon

Márcio Luiz de Andrade Netto

Reyolando Manoel L. R. Fonseca Brasil

Nivaldo Lemos Coppini

---

<sup>1</sup> <http://www.mec.gov.br>

## 8.2 ANEXO II :

### 8.2.1 CURSO DE GESTÃO AMBIENTAL USP/ESALQ

Na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP/ESALQ, em Piracicaba, a partir de janeiro de 2002 começa a ser oferecido, dentro da área de humanas no vestibular da FUVEST, o Curso de graduação em Gestão Ambiental, com 40 vagas oferecidas no período noturno, com duração de 4 anos (podendo acontecer aulas de campo ou laboratório aos sábados).

#### *Objetivo do Curso:*

A humanidade, a cada dia que passa, torna-se mais consciente de que a sobrevivência da espécie no planeta depende do uso racional dos recursos naturais, renováveis ou não, da conservação e preservação da biodiversidade, da reciclagem das matérias-primas, da redução intensa do impacto humano sobre os recursos naturais. É considerando esse contexto que surge, na USP/ESALQ, o **Curso de Graduação em Gestão Ambiental**.

O objetivo principal desse curso é a formação do administrador do ambiente, um profissional com embasamento na área de administração, somado a um conhecimento básico em diversos campos das Ciências do Ambiente.

O Gestor Ambiental terá uma formação básica em administração, com formação especializada na área sócio-econômica, biológica e de manejo dos recursos

naturais.

Durante o curso, receberá informações básicas sobre flora, fauna, conservação da natureza, sensoriamento remoto, ecologia, estando apto para gerir atividades de manejo dos ambientes. Deverá conhecer também os problemas ligados à poluição dos solos, das águas e da atmosfera, o uso de recursos energéticos, atuando em projetos nas áreas urbanas, industriais e rurais.

Será um profissional preparado para elaborar e gerenciar projetos ambientais, principalmente, com relação ao desenvolvimento de Estudos e Relatórios de Impactos Ambientais.<sup>2</sup>

O profissional, Bacharel em Gestão Ambiental, poderá atuar junto a empresa do setor privado, ONGs, entidades públicas, instituições relacionadas com questões ambientais em decorrência de sua própria atividade (como áreas de mineração, química, siderúrgica, celulose), entre outros lugares que busquem profissionais realmente formados e com "visão de negócio".

---

<sup>2</sup> [http://www.esalq.usp.br/gestao\\_ambiental.htm](http://www.esalq.usp.br/gestao_ambiental.htm) - Atualizado em 04 Jul 2002

### 8.2.2. CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL USP/EESC

O Conselho Universitário da USP aprovou em 25 de junho de 2002 a criação do curso de Engenharia Ambiental na Escola de Engenharia de São Carlos, a partir de 2003, em período integral e com 40 vagas. "A criação deste curso é muito importante porque mostra que a USP acompanha as novas demandas do mercado", declarou a pró-reitora, Sônia Penin, fazendo uma referência ao pioneirismo do curso em universidades públicas paulistas.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> <http://www2.usp.br/publishing/insite.cgi> - Agência USP (26/06/2002 08:05:00)

### 8.3 ANEXO III :

Entrevista realizada em 25 de maio de 1999 com o Prof<sup>o</sup> Dr. Milton Vargas – Engenheiro Civil e Eletricista, Professor Emérito da EPUSP<sup>4</sup>.

#### 8.3.1 Questões:

- 1) Como o senhor vê a relação das ciências básicas com a tecnologia ?
- 2) Como o senhor analisaria as relações dos cursos básicos de Engenharia para uma formação aplicada ?
- 3) Como o senhor vê o papel das Escolas Privadas de Engenharia: seu currículo e o mercado de trabalho?
- 4) Na sua opinião, quais as diferenças mais significativas entre as Escolas Públicas e as Escolas Privadas de Engenharia?
- 5) Como o senhor vê o papel da Física no curso de Engenharia?

---

<sup>4</sup> Questões gentilmente respondidas pelo Prof<sup>o</sup> Milton Vargas em carta enviada à residência da autora.

### 8.3.2 Respostas:

- 1) Como para mim tecnologia é a utilização (digo utilização e não aplicação, para distinguir de “ciência aplicada”) de teorias, métodos e processos científicos na solução de problemas da técnica, a relação entre ciências básicas e tecnologia é condição “sine-qua-non” da tecnologia.
- 2) Para mim, os cursos básicos de Engenharia (Matemática, Física, Química, Geologia e Astronomia) são fundamentais para a formação da cultura científica do engenheiro; básicas para o desempenho correto de sua profissão. Aliás, creio que elas deviam ser completadas por disciplinas humanísticas, como o são nas grandes escolas de engenharia (M.I.T., E.T.H. etc.). Porém, tanto as disciplinas científicas como as humanísticas deveriam ser dadas por cientistas ou humanistas de grande capacidade e experiência, capazes de despertar a atenção e curiosidade dos estudantes de engenharia, para assuntos que não são, em geral, de seu interesse imediato.
- 3) O papel das Escolas Privadas de Engenharia, em princípio, deve ser o mesmo que o das Escolas Públicas; a não ser que algumas dessas Escolas pretendam formar tecnólogos de nível intermediário – o que está faltando em nosso meio. Mas, isso poderia acontecer também em Escolas Públicas.

- 4) Não vejo diferença significativa entre as duas, dada minha opinião expressa no item acima.
- 5) Para mim, o papel da Física no curso de Engenharia é fundamental. Esta minha opinião estriba-se no fato de que tive como professor de Física, na Escola Politécnica em 1934/35, o próprio Prof. Wataghin. E estou certo que suas aulas foram de primordial importância para meu aproveitamento nas disciplinas técnicas; embora ele não tenha tido nenhuma intenção de ensinar "física aplicada à engenharia". Creio, assim, que a Física num curso de Engenharia deva ser ministrada por um físico de renome, com visão muito ampla do papel da Física, como ciência e como teoria a ser utilizada" pelos engenheiros. Não creio que deva ensinar aos alunos de engenharia "Física Aplicada à Engenharia". Isto seria restringir-lhe o conhecimento de Física, necessário para que, durante as aulas técnicas, pudessem compreender perfeitamente o que ali estava sendo "aplicado". E, também, para que, pelo menos alguns deles, pudessem aplicar por si mesmo, as teorias físicas e seus métodos e processos em problemas inusitados de engenharia que, eventualmente, aparecem na prática de sua profissão. Por isso, não creio que a Física dada numa Escola de Engenharia possa ser uma mera repetição da Física dada no Ensino Médio, como parece ser a tendência decorrente dela ser dada em "cursos básicos" de Engenharia. Creio que o mais correto seria a Física ser dada ao