



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

Proposta de Criação de Curso
Engenharia Física

Lorena – SP

Setembro 2010



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

INTRODUÇÃO

A presente proposta trata da criação de curso de graduação de Engenharia Física na Escola de Engenharia de Lorena. O curso será implantado no Departamento de Engenharia de Materiais, atualmente responsável pelo curso de graduação de Engenharia de Materiais.

A implantação do curso permitirá a ampliação das atividades de ensino, pesquisa e extensão do Departamento nas áreas de Física Básica e Aplicada, Computação, Eletrônica, Materiais e Dispositivos Inteligentes e Fabricação, em sinergismo com as atividades atualmente em desenvolvimento no Departamento e na Escola de Engenharia de Lorena.

Os estudos para implantação do curso de Engenharia Física iniciaram-se anteriormente à criação da Escola de Engenharia de Lorena, sendo que a proposta de criação do curso se iniciou em 2006, com a elaboração do plano de metas quinquenal da então recém-criada Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo.

A implantação do curso vem ao encontro da vocação do Departamento de Engenharia de Materiais na atuação em setores de pesquisa em materiais, dispositivos e sistemas, de alto valor agregado, visando o desenvolvimento científico e tecnológico regional e nacional em colaboração com outras instituições de ensino e pesquisa no país e no exterior.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

PARÂMETROS FUNDAMENTAIS DO CURSO PROPOSTO

- Curso: Engenharia Física
- Número de vagas: 40
- Período: integral
- Tipo: semestral
- Duração ideal: 10 semestres
- Duração mínima: 9 semestres
- Duração máxima: 18 semestres
- Carreira na FUVEST: Engenharia Física
- Provas e pesos da segunda fase na FUVEST:
 - Português e Redação (100 pontos)
 - História, Geografia, Matemática, Física, Química, Biologia e Inglês (100 pontos)
 - Matemática, Física e Química (100 pontos)
- Grau concedido: Engenheiro Físico
- Devido à necessidade de construção do prédio de graduação, contratação do corpo docente e instalação dos laboratórios didáticos, a implantação do curso deverá ser gradativa ano a ano.
- O curso Engenharia Física deverá, num primeiro momento, ser oferecido inteiramente pelo corpo docente da Escola de Engenharia de Lorena, por causa de sua localização e a não existência de outra unidade no campus de Lorena.
- Devido ao caráter generalista da formação do engenheiro físico pretendido o curso não deverá ter ênfase.

A ENGENHARIA FÍSICA

A Engenharia Física é a habilitação generalista de Engenharia que diferentemente de outras habilitações de Engenharia, tais como Engenharia Elétrica, Mecânica ou Civil, não desenvolve um programa profissionalizante que enfatiza apenas um determinado ramo da Física, mas engloba uma base mais ampla da Física Aplicada, tais como a Física da Matéria Condensada, Óptica, Eletrônica Quântica, Fotônica, Física Estatística, Física de Superfícies, Física de Plasmas, Nanociência e Nanotecnologia, além dos conteúdos genéricos das Engenharias como Ciência dos



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

Materiais, Fenômenos de Transporte, Eletricidade, Computação e Ciências Sociais Aplicadas, dentre outras.

No Brasil a criação de cursos de graduação de Engenharia Física é relativamente recente, destacando-se o curso pioneiro na Universidade Federal de São Carlos implantado em 2000 e mais recentemente os da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2009) e da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, no município de Dourados (2009). Além desses cursos, a Universidade Federal do ABC possui ênfase em Engenharia Física no seu curso de graduação de Física. A perspectiva para os próximos anos é a criação de cursos de Engenharia Física no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (São José dos Campos, SP), na Universidade Estadual de Campinas e na Universidade Federal de Santa Catarina, dentre outras, devido ao grau de excelência na pesquisa de seus institutos e departamentos de física, a articulação entre grupos de pesquisa e empresas nascentes e à crescente demanda do setor produtivo privado e governamental.

Apesar do pequeno número de cursos de Engenharia Física no Brasil, no exterior e em particular nos EUA há um número expressivo de cursos de graduação oferecidos pelas mais prestigiosas universidades norte-americanas. No "ranking" dos melhores cursos de Engenharia Física de 2010 em universidades americanas, atribuído pela revista "US News and World Report" constam, entre outras universidades, o California Institute of Technology, Cornell University, University of California – Berkeley, University of Illinois - Urbana-Champaign, Massachusetts Institute of Technology, Pennsylvania State University - University Park e Harvard University. Em diversos outros países, existem cursos de Engenharia Física que muitas vezes recebem a denominação Física Aplicada, destacando-se entre eles Chile (3 cursos), México (6), Colômbia (4), Portugal (7), Canadá, Alemanha, Rússia, Japão, Coréia do Sul e China.

A proposta de formação de engenheiros físicos é a de que promovam a produtividade e inovação, através das competências técnica, científica e humanística de maneira integrada. Em um mundo globalizado e competitivo, as competências técnica-científica devem ser aliadas a uma sólida formação humanística que permitam aos engenheiros físicos tomar boas decisões sobre como investir tempo, dinheiro e recursos humanos para atingir um objetivo comum. Isto irá requerer uma formação sólida, interdisciplinar, ampla e integral. Como conceitualmente a engenharia em si é um processo de integração, a educação em engenharia física também deve ser integrativa. Assim os engenheiros físicos devem ser capazes de trabalhar em equipe e ter



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

habilidades de comunicação interpessoal oral e escrita. Eles devem ser flexíveis, adaptáveis e resilientes. Igualmente importante, devem ser capazes de empregar uma abordagem sistêmica em seu trabalho, para fazer conexões entre a ciência e a tecnologia com o âmbito da sociedade, da ética e da política, levando em conta aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Um elemento crítico no processo de inovação é a investigação científica, através de um processo reducionista analítico, visando descobrir novos conhecimentos. O paradigma da pesquisa investigativa inovadora é intrínseco à área de conhecimento de Física, sendo que o engenheiro físico deve estender esse paradigma até a criação de novos processos, produtos e conhecimentos ao mercado e à sociedade.

Em resumo, a essência da Engenharia Física deve ser a integração dos conhecimentos básicos para alcançar finalidade prática nas áreas tecnologicamente avançadas. Como integradores do conhecimento técnico-científico, os engenheiros físicos devem assumir a liderança nos processos de inovação e criação de riqueza.

No Brasil, o registro da habilitação de Engenheiro Físico foi feito pelo Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura de São Paulo com atribuição em Engenharia de Controle e Automação. Esta habilitação está regulamentada pela Resolução nº 427 do Confea de 5 de março de 1999.

A ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

A Escola de Engenharia de Lorena (EEL) resulta da incorporação da Faculdade de Engenharia Química de Lorena (FAENQUIL) pela Universidade de São Paulo, em maio de 2006. A FAENQUIL foi criada em 1969, inicialmente como Faculdade Municipal de Engenharia Química de Lorena (FAMENQUIL), destinada a formar engenheiros químicos para as indústrias químicas e de explosivos sediadas na região do Vale do Paraíba. Em 1971, o projeto governamental de estabelecer um pólo químico na região levou à criação da Fundação Centro Vale de Ensino e Pesquisa Química Industrial, mantenedora da instituição, mudou-se então o nome da Faculdade para FAENQUIL. Nessa ocasião a instituição recebeu significativo aporte de verbas federais para o desenvolvimento de pesquisas em química fina.

A crise do petróleo em 1974 levou à criação pelo Governo Federal do Programa Tecnológico do Etanol (PTE) e à criação da Fundação de Tecnologia Industrial (FTI) sob a égide do então Ministério da Indústria e Comércio. Esta nova instituição, com sede e foro em Brasília, passou a ser a mantenedora da FAENQUIL juntamente com dois centros de pesquisa instalados



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

em Lorena com a criação da FTI. O primeiro deles, denominado Centro de Biotecnologia e Química (CEBIQ) foi instalado na rodovia Itajubá-Lorena (atual campus I da EEL) e tinha como finalidade precípua desenvolver a tecnologia de produção do etanol combustível. Estes esforços culminaram com a publicação do documento: “Etanol como combustível: proposições de um programa”, que se tornou a base para o lançamento do Programa Nacional do Álcool – PROALCOOL. Sua importância para o setor pode ser aquilatada pelo fato deste centro ter treinado os primeiros 200 gerentes de usinas do PROALCOOL no país. O outro centro foi o Centro de Materiais Refratários (CEMAR) na área do atual campus II da EEL, que teve como objetivo o desenvolvimento da tecnologia de produção de nióbio metálico em escala piloto, a partir do minério pirocloro, dando origem ao Projeto Nióbio. Este projeto, concebido inicialmente no Instituto de Física da Universidade Estadual de Campinas, acabou por ser levado para Lorena, em terreno e instalações cedidos pelo grupo Peixoto de Castro. O encerramento das atividades da FTI, no final da década de 1980, levou a FAENQUIL, o CEBIQ e o CEMAR a serem encampados pelo Governo do Estado de São Paulo, em 1991, reunidos em uma escola de engenharia estadual (autarquia de regime especial), sob a sigla FAENQUIL. A perspectiva era de que esta nova FAENQUIL viesse a ser absorvida pelo sistema universitário estadual. Os centros de pesquisa CEBIQ e CEMAR deram origem aos atuais Departamentos de Biotecnologia e de Engenharia de Materiais. Com a extinção da FAENQUIL e incorporação à Universidade de São Paulo em 2006, a FAENQUIL passou a ser a EEL.

Entre 2006 e 2009, a EEL foi dirigida por um Diretor *pro tempore* nomeado pela Reitoria da USP. Em fevereiro de 2009, o Conselho Universitário da USP aprovou a resolução nº 5515 que trata do Regimento da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo e desde então a EEL passou a funcionar de modo similar às demais unidades da USP.

Um fato a destacar, relativo aos 15 anos nos quais a FAENQUIL permaneceu como autarquia de regime especial do Estado de São Paulo, é que a faculdade constituída em 1991 e a escola incorporada pela USP em 2006, são bastante distintas. A antiga faculdade de engenharia química existente no fim dos anos 1980 tinha a grande maioria de seus professores com contrato de trabalho por hora-aula não tendo praticamente nenhuma atividade de pesquisa. Por outro lado os centros de pesquisa eram constituídos por pesquisadores e técnicos com pouco ou nenhum contato com ensino. O primeiro programa de ensino nos centros de pesquisa ainda na época da FTI ocorre no CEMAR em 1988, com a criação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais em nível de mestrado e doutorado.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

Ao longo destes 15 anos (1991 a 2006), as três entidades distintas (dois centros de pesquisa e uma escola de engenharia química) constroem a estrutura de uma grande Escola de Engenharia, com um espectro de cursos que vai desde o nível médio e profissionalizante, passa por quatro cursos de graduação em Engenharia e culmina com uma escola de pós-graduação com dois programas de doutoramento, três de mestrado e três cursos de pós-graduação *lato sensu*.

Atualmente, EEL mantém em funcionamento a estrutura herdada da FAENQUIL, que consiste em quatro departamentos que desenvolvem atividades de ensino, pesquisa e extensão: Departamento de Ciências Básicas e Ambientais, Departamento de Engenharia Química, Departamento de Biotecnologia e Departamento de Engenharia de Materiais. As atividades são desenvolvidas nos dois *campi* que a EEL possui na cidade de Lorena.

O DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

O Departamento de Engenharia de Materiais (DEMAR) é um dos quatro departamentos de ensino, pesquisa e extensão, oriundo da extinta FAENQUIL. O DEMAR teve sua origem durante o período de administração da FTI, em 1978, como Projeto Nióbio, com substancial apoio da STI/MIC e de diversas empresas. A expansão e a diversificação das pesquisas em escala piloto do nióbio levaram à criação do Centro de Materiais Refratários (CEMAR).

A partir da estruturação do CEMAR, a área de atuação do Departamento expande-se além do nióbio incluindo os materiais especiais, compreendendo o desenvolvimento tecnológico das diversas fases de processamento e das aplicações dos metais refratários (Nb, Ta, Ti, Zr, Mo), suas ligas e cerâmicas associadas. O enfoque desses trabalhos passa a ser multidisciplinar e integrado, abrangendo, de modo verticalizado, desde o tratamento das matérias-primas, a aplicação de processos extrativos físicos e químicos até o desenvolvimento de produtos finais, de componentes e equipamentos que requerem o emprego desses materiais. Dentro desta última linha de atividade iniciou-se no DEMAR em 1985 um programa de pesquisa de desenvolvimento de materiais, fios e magnetos supercondutores, com a implantação de uma central criogênica de liquefação de hélio e de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento de aplicações supercondutoras de compostos de nióbio e posteriormente de cerâmicas supercondutoras de alta temperatura crítica.

Em 1988, com a finalidade de formação de seu quadro de pesquisadores e para atendimento à demanda de recursos humanos qualificados pelas empresas e instituições de ensino e pesquisa da região, teve início o Programa de Pós-Graduação em Engenharia de



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

Materiais (PPGEM), em nível de mestrado e doutorado, um dos pioneiros na área de Ciência e Engenharia de Materiais na região do Vale do Paraíba.

Em 1998 foi autorizado pelo Conselho Estadual de Educação a criação do curso de graduação em Engenharia de Materiais. O curso de Engenharia de Materiais se propôs a formar um profissional com perfil generalista, com capacidade de atuação em diversas áreas de materiais, aproveitando-se para sua formação do caráter pluri e interdisciplinar da Ciência dos Materiais. A primeira turma ingressou em 1999 colando grau em 2003. Em 2005 os estudantes dos cursos de engenharia da FAENQUIL participaram do Exame Nacional de Desempenho Estudantil (ENADE) sendo que os alunos do curso de engenharia de materiais da FAENQUIL obtiveram a maior nota dentre todos os alunos de engenharia de materiais no país.

JUSTIFICATIVA

O Departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena tem tradição de mais de trinta anos de desenvolvimento de pesquisa básica e aplicada nas múltiplas facetas da área de ciência e engenharia de materiais e mais recentemente capacitação na formação de recursos humanos qualificados, tanto em nível de graduação como de pós-graduação. Paralelamente nos últimos anos vem ocorrendo uma crescente demanda por profissionais que estejam habilitados para atuar em ciências aplicadas e tecnologia. Isto é claramente verificado dentro de um largo espectro de serviços, desenvolvimentos de novos materiais, processos e produtos de alta tecnologia, que contribuem com o desenvolvimento da economia e melhoria da qualidade de vida. Certamente essa demanda cada vez maior por profissionais diferenciados comporta uma participação ativa e criativa de indivíduos com formação em Engenharia Física.

A demanda por recursos humanos habilitados e com formação mais aplicada existe tanto em laboratórios de pesquisa das diversas áreas de conhecimento, como no uso da tecnologia em aplicações ligadas à indústria que desenvolve novos materiais, processos e produtos para diversas aplicações em diversos setores, como petróleo e gás, siderometalúrgico, químico e petroquímico, aeroespacial, automobilístico e eletromédico, e especialmente à nascente indústria baseada na nanotecnologia. Estas atividades exigem profissionais com formação científica essencialmente interdisciplinar.

A localização do município de Lorena, estrategicamente situada no centro do eixo Rio-São Paulo, oferece um mercado de trabalho ímpar para empresas e profissionais diferenciados



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

para atuar na fabricação de equipamentos, partes, componentes, materiais inteligentes para indústrias de fabricação de precisão, microeletrônica, aeroespacial, automotivo, siderometalúrgico, petróleo e gás, entre outros. A região do Vale do Paraíba é a segunda região exportadora do país em termos de valor econômico, atrás apenas da região metropolitana de São Paulo, atestando a vocação e competência da região na geração de bens de alto valor agregado. Além do mais, a região do Vale do Paraíba cumpre as seguintes funções para o estado de São Paulo: 1ª) Parque industrial ligado ao retroporto da bacia petrolífera de Santos, pois o litoral sul do estado não é propício à instalação de infraestrutura portuária: a Baixada Santista está saturada e a Serra do Mar impede a instalação de empresas fornecedoras de infraestrutura na costa litorânea; e o litoral norte por causa das suas inequívocas características turísticas e de área de preservação ambiental; 2ª) Corredor de ligação com todo o litoral Atlântico do país; 3ª) Receptor de matérias-primas do Norte, Sul, Sudeste e Nordeste do país para o litoral e para o eixo Rio-São Paulo, sendo, portanto, a região preferida para o desenvolvimento das indústrias de exploração e processamento de petróleo e gás. A atração desta e de outras indústrias para a região serão estimuladas pela oferta de instituições de ensino e pesquisa de alto nível, sendo exemplo disto a presença destas instituições no interior do estado de São Paulo (cinco *campi* da USP, três *campi* da UNICAMP, 22 *campi* da UNESP, além dos dois *campi* da UFSCar) numa densidade dez vezes superior ao que foi estabelecido pelo Estado no Vale do Paraíba. O futuro do Vale do Paraíba é caminhar para ser a confluência de empresas politecnológicas rumando para ser similar aos grandes corredores industriais mundiais: Tóquio / Osaca, Los Angeles / São Francisco, Boston / Nova Iorque / Filadélfia / Washington, Roterdã / Stuttgart e Pequim / Xangai / Guangzhou, entre outros.

Esta proposta de criação do curso de Engenharia Física vem ao encontro da demanda mencionada acima e deverá prover os estudantes com os conhecimentos, as competências e as habilidades, a partir da competência acadêmica e técnico-científica do Departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena, aliadas à tradição de pesquisa tecnológica do Departamento. Nesse contexto a proposta de criação deste curso contém atividades de caráter aplicado desde o início da graduação visando a sua inserção competitiva do profissional no mercado de trabalho ao mesmo tempo em que procurará desenvolver mentalidade empreendedora para transformar idéias e conhecimentos em produtos.

Por último, mas não menos importante, o interesse pela carreira pode ser atestada pela relação candidato/vaga média igual a 20, do curso pioneiro oferecido pela UFSCar nos dez anos



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

de existência do curso, sendo uma das mais elevadas dentre as carreiras oferecidas no vestibular da referida universidade.

RECURSOS HUMANOS

Os recursos humanos disponíveis no Departamento de Engenharia de Materiais são insuficientes para criação do curso de Engenharia Física requerendo assim a contratação de novos docentes que venham a atuar no novo curso quanto de funcionários não docentes para suporte técnico e administrativo.

Solicitação de novos docentes

A grade curricular do curso de Engenharia Física prevê o oferecimento de 241 créditos aula, distribuídos em 225 créditos em disciplinas obrigatórias, 12 créditos em disciplinas optativas eletivas e 4 créditos em disciplinas optativas livres. Pelo tipo de conteúdo serão 191 créditos aula em disciplinas teórico-expositivas e 50 créditos aula em disciplinas experimentais. Considerando a carga didática de 12 créditos aula por docente por ano na graduação e que as turmas terão 40 alunos nas disciplinas teórico-expositivas e 20 alunos nas disciplinas experimentais e considerando que 1 crédito aula experimental equivale a 2 créditos aula efetivos, haverá a necessidade de contratação de 24 docentes cuja distribuição pelos departamentos responsáveis pelas disciplinas da grade curricular do curso de Engenharia Física está detalhada na Tabela 1.

Tabela 1 – Claros docentes requeridos para criação do curso de Engenharia Física na EEL.

Departamento	Créditos aula efetivos	Número de docentes para cada 12 créditos	Número de docentes solicitados
Básico	98	8,2	8
Engenharia de Materiais	164	13,7	14
Engenharia Química	24	2,0	2
Total	286		24



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

O cronograma de contratações de docentes (Tabela 2) prevê o início do curso em 2012 e, portanto, trabalha com o cenário de contratações realizadas no ano anterior ao do oferecimento das disciplinas e especialmente da implantação dos laboratórios de graduação de Engenharia Física.

Tabela 2 – Cronograma de contratação de claros docentes.

Ano	Básico	Eng. de Materiais	Eng. Química	Total
2011	4	2	1	7
2012	4	2		6
2013		5		5
2014		3	1	4
2015		2		2
Total	8	14	2	24

Solicitação de funcionários não docentes

A criação dos novos laboratórios profissionalizantes de Engenharia Física necessitará de profissionais responsáveis pela guarda, conservação, manutenção e limpeza dos equipamentos, instrumentos e materiais utilizados, bem como do local do trabalho. Como as disciplinas de laboratório serão parte essencial da formação do engenheiro físico propiciada pelas disciplinas do núcleo profissionalizante do curso, dois tipos de técnicos far-se-ão necessários:

- Especialistas com conhecimentos técnicos de laboratórios de Física Experimental, Computação, Eletrônica, Automação e Controle, Fabricação e de Processamento e Caracterização de Materiais e competência gerencial para administrar as atividades de ensino de graduação e pós-graduação e prover suporte aos professores coordenadores dos laboratórios de ensino. O perfil profissional dos técnicos especialistas requer formação em um curso superior de Informática, Tecnologia Elétrico-Eletrônica, Controle e Automação, Mecatrônica e Fabricação Mecânica ou graduação em Física, Engenharia Física, Engenharia Elétrica, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Mecânica, Engenharia Mecatrônica e Engenharia de Materiais. São previstas as contratações de seis especialistas de laboratório para ocuparem as vagas nos seguintes laboratórios: 1) Laboratórios de Física Experimental I, II e III, 2) Laboratório de Eletrônica, 3)



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

Laboratório de Automação, Controle e Fabricação e 4) Laboratório de Processamento e Caracterização de Materiais.

- Técnicos de laboratórios com formação técnica nível médio em Informática, Eletrônica, Eletroeletrônica, Mecânica, Metalurgia e Química se fazem necessários às atividades de apoio técnico aos laboratórios de ensino de Engenharia Física e aos laboratórios interdisciplinares de Processamento e Ensaio de Materiais, destinados aos cursos de engenharia física e outros cursos de engenharia da EEL. Estes profissionais atuarão sob a orientação de docentes e dos especialistas de laboratório, na preparação, desenvolvimento e execução de atividades técnicas laboratoriais. Auxiliarão, ainda, os docentes nas atividades de ensino preparando materiais e equipamentos necessários para as aulas práticas e demonstrativas, fazendo acompanhamento e supervisão dos alunos durante as aulas práticas e provendo suporte às atividades experimentais dos alunos de iniciação científica e de pós-graduação. Prevê-se a contratação de oito técnicos de laboratório.

A implantação do curso de Engenharia Física se dará em um novo prédio de graduação a ser construído no campus II da EEL. O curso de Engenharia Física juntamente com o curso de Engenharia de Materiais necessitará a contratação de funcionários para as secretarias dos cursos e para a Biblioteca (setorial) Especializada em Engenharia de Materiais. São previstas as contratações de um técnico administrativo de nível superior, dois técnicos administrativos de nível médio e de um técnico nível superior em biblioteconomia.

A Tabela 3 apresenta o cronograma de contratação dos funcionários não docentes.

Tabela 3 – Cronograma de contratação de funcionários não docentes.

Ano	Administrativo Nível médio	Administrativo Nível superior	Técnico Nível médio	Especialista Nível superior	Total
2011	2	2	2	2	8
2012			2	2	4
2013			4	2	6
2014					
2015					
Total	2	2	8	6	18



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

INFRAESTRUTURA REQUERIDA.

A criação de um novo curso de Engenharia no campus II da EEL necessitará a construção de um segundo prédio de graduação, com as mesmas características e dimensões do prédio de graduação do campus II, ocupado atualmente pelos quatro cursos de graduação da EEL. O prédio de graduação de dois pavimentos possui área total de 1200 m² e contém no pavimento superior duas salas de aula para 60 alunos cada, três salas de aula para 48 alunos cada, uma sala de informática “Pró-Alunos” e uma sala administrativa onde está instalado o serviço de apoio e um pequeno espaço para ocupação de docentes no intervalo de aulas. No pavimento inferior existem disponíveis seis salões de 60 m² cada para os laboratórios de graduação.

Além da construção de um novo prédio para o curso de Engenharia Física, será necessário o investimento para instalação de seis laboratórios para as práticas essenciais para a formação integral e tecnológica do engenheiro físico. O curso prevê 1980 horas de atividades experimentais em disciplinas do ciclo profissional.

Devido ao custo e às características de alta tecnologia dos laboratórios, eles também deverão ser utilizados para realização de pesquisas por alunos de graduação e pós-graduação. Os laboratórios serão organizados de acordo com a seguinte estrutura:

1. Laboratório de Computação
2. Laboratório de Eletrônica
3. Laboratório de Vácuo e Baixas Temperaturas
4. Laboratório de Análise de Materiais
5. Laboratório de Propriedades Físicas
6. Laboratório de Automação, Controle e Fabricação
7. Laboratório de Processamento de Materiais

Laboratório de Computação

Neste laboratório serão ministradas aulas das disciplinas Informática Aplicada, Computação Aplicada à Engenharia, Desenho e Tecnologia Mecânica, Projeto Assistido por Computador, Cálculo Numérico, Métodos de Matemática Aplicada e Métodos Computacionais da Física e será disponibilizado para os alunos fazerem as atividades de iniciação científica, de projeto integrado e de trabalho de graduação que necessitem de ferramentas computacionais de modelagem e cálculo computacional.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

A formação do moderno engenheiro requer o conhecimento de ferramentas computacionais como desenho assistido por computador (CAD), programação científica em linguagem de alto nível (Matlab), modelagem física pelo método dos elementos finitos (CAE) e simulação de processos (Simulink).

Laboratório de Eletrônica

Neste laboratório serão ministradas aulas práticas das disciplinas Circuitos Elétricos, Eletromagnetismo, Eletrônica e Microprocessadores e também será disponibilizado para os alunos desenvolverem os projetos de circuitos e dispositivos eletrônicos de outras disciplinas do curso e das atividades de iniciação científica, de projeto integrado e de trabalho de graduação.

O aprendizado prático de Eletrônica é essencial no desenvolvimento de aplicações tecnológicas de sensores, dispositivos e equipamentos eletrônicos. Atualmente a Eletrônica é onipresente em todos os equipamentos e instrumentos, interfaceados com sistema de controle e automação computacional, agregando inteligência através de “softwares” de aquisição e controle. Assim, o moderno laboratório de Eletrônica deve prover instrumentos contendo interface para computador, “softwares” para desenvolvimento de interfaces eletrônicas e de instrumentação virtual e “softwares” comerciais para simulação e prototipação de circuitos eletrônicos, além de kits atuais de desenvolvimento de circuitos com microprocessadores e microcontroladores.

Laboratório de Vácuo e Baixas Temperaturas

Neste laboratório serão ministradas aulas práticas da disciplina Métodos Experimentais da Física I, cujo conteúdo teórico-prático será constituído por técnicas de geração de baixo e alto vácuo, tipos de bombas de vácuo, instrumentação, estudo de técnicas de adsorção, determinação de composição de gases residuais por espectrometria de massa, detecção de vazamentos em equipamentos de alto vácuo, geração e emprego de baixas temperaturas em sistemas de medição de propriedades de materiais em temperaturas criogênicas ($T < 100 \text{ K}$) e caracterização de propriedades de materiais em baixas temperaturas.

Laboratório de Análise de Materiais

Neste laboratório serão ministradas aulas práticas das disciplinas Técnicas de Caracterização de Materiais e Métodos Experimentais da Física II. Serão ministradas aulas práticas de técnicas de análise de materiais incluindo as seguintes técnicas de análise térmica:



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

análise térmica diferencial (DTA), calorimetria exploratória diferencial (DSC), termogravimetria (TGA), análise termomecânica dinâmica (DMA) e dilatométrica; as principais técnicas de análise microestrutural: microscopia óptica (MO), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e difração de raios X (DRX); e análise química instrumental por fluorescência de raios X.

Atualmente o emprego de técnicas analíticas de materiais constitui-se em ferramentas essenciais no desenvolvimento de materiais avançados e dispositivos.

Laboratório de Propriedades Físicas

Neste laboratório serão ministradas aulas práticas da disciplina Métodos Experimentais da Física III. Serão constituídas por métodos de medição das principais propriedades físicas dos materiais: condutividade elétrica e térmica, susceptibilidade elétrica e magnética, características dielétricas e multiferróicas e propriedades ópticas.

Laboratório de Automação, Controle e Fabricação

Neste laboratório serão ministradas aulas práticas das disciplinas Automação e Controle e Processos de Fabricação.

A formação do engenheiro físico requererá competência no desenvolvimento de protótipos de dispositivos e sistemas que requerem o controle automatizado, a sua integração com sistemas flexíveis de manufatura e o gerenciamento de modernos processos de fabricação, em especial, de sistemas de fabricação programáveis CNC. Este laboratório proverá o engenheiro físico da capacitação não apenas na operação desses sistemas de fabricação, mas também em sua concepção e desenvolvimento.

Laboratório de Processamento de Materiais

Neste laboratório serão ministradas aulas práticas da disciplina Processos de Fabricação utilizados na fabricação de dispositivos mecânicos, eletrônicos e ópticos. Será baseado em equipamentos para deposição de filmes finos empregando processos físicos de deposição (“sputtering”, deposição química de vapor e deposição por plasma) e processos de automontagem de filmes poliméricos.

Com a infraestrutura deste laboratório, os estudantes poderão desenvolver protótipos de sensores e dispositivos e desenvolver técnicas de preparação de materiais nanoestruturados seguindo a filosofia “bottom-up”.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

Na Tabela 4 está apresentado o quadro resumo dos custos dos sete laboratórios de Engenharia Física. Nas Tabelas 5a a 5g estão discriminados os equipamentos e respectivas estimativas de custo para cada um dos laboratórios de ensino.

Tabela 4 – Quadro resumo dos custos dos laboratórios de Engenharia Física.

Quadro resumo dos custos dos laboratórios de Engenharia Física

	Laboratório	Custo (R\$)
1	Laboratório de Computação	205.000,00
2	Laboratório de Eletrônica	534.000,00
3	Laboratório de Vácuo e Baixas Temperaturas	650.000,00
4	Laboratório de Análise de Materiais	1.940.000,00
5	Laboratório de Propriedades Físicas	615.000,00
6	Laboratório de Automação, Controle e Fabricação	1.010.000,00
7	Laboratório de Processamento de Materiais	400.000,00
	TOTAL:	5.354.000,00

Tabela 5a – Relação de equipamentos para o laboratório de Computação.

1 - Laboratório de Computação

Item	Quant.	Equipamento	Custo total (R\$)
1	40	Microcomputadores	80.000,00
2	1	Servidor	10.000,00
3	2	Impressora laser	5.000,00
4	1	Plotter	5.000,00
5	1	Projetor multimídia	5.000,00
6	40	Mesas digitalizadoras	40.000,00
7	40	Licenças acadêmicas de Matlab/Simulink	20.000,00
8	40	Licenças acadêmicas de software de simulação	20.000,00
9	40	Licenças acadêmicas de software de modelagem CAD	20.000,00
		SUBTOTAL:	205.000,00



Tabela 5b – Relação de equipamentos para o laboratório de Eletrônica.

2 - Laboratório de Eletrônica

Item	Quant.	Equipamento	Custo total (R\$)
1	20	Osciloscópio digital, dois canais e interface USB	100.000,00
2	20	Gerador de função	80.000,00
3	40	Fonte de alimentação simétrica	40.000,00
4	40	Multímetros de bancada 6,5 dígitos com interface USB	140.000,00
5	20	"Protoboards"	4.000,00
6	40	Microcomputadores	40.000,00
7	20	Interfaces para aquisição de dados	20.000,00
8	20	Licenças acadêmicas de software de simulação de circuitos e prototipação	20.000,00
9	20	Licenças acadêmicas de software de aquisição de dados	20.000,00
10	20	Conjunto de sensores: temperatura, luz, torque, corrente, campo magnético e rotação	10.000,00
11	20	Kit microcontrolador	20.000,00
12	20	Kit processamento de sinais	20.000,00
13	20	Kit gravação de EPROM	20.000,00
		SUBTOTAL:	534.000,00

Tabela 5c – Relação de equipamentos para o laboratório de Vácuo e Baixas Temperaturas.

3 - Laboratório de Vácuo e Baixas Temperaturas

Item	Quant.	Equipamento	Custo total (R\$)
1	10	Sistemas de vácuo	300.000,00
2	2	Criostatos de temperatura variável	50.000,00
3	1	Espectrômetro de massa	100.000,00
4	10	Isotermas de adsorção de gases	200.000,00
		SUBTOTAL:	650.000,00



Tabela 5d – Relação de equipamentos para o laboratório de Análise de Materiais.

4 - Laboratório de Análise de Materiais

Item	Quant.	Equipamento	Custo total (R\$)
1	1	Difratômetro de Raios X	120.000,00
2	1	Microscópio eletrônico de varredura	180.000,00
3	1	Fluorescência de Raios X	300.000,00
4	1	Microscópio de força atômica	200.000,00
5	1	Calorímetro exploratório diferencial (DSC)	100.000,00
6	1	Analizador termomecânico dinâmico (DMA)	200.000,00
7	1	Termobalança (TGA)	200.000,00
8	1	Dilatômetro	160.000,00
9	1	Espectrômetro Raman	160.000,00
10	1	Espectrômetro Mössbauer	160.000,00
11	1	Espectrômetro FTIR	160.000,00
		SUBTOTAL:	1.940.000,00

Tabela 5e – Relação de equipamentos para o laboratório de Propriedades Físicas.

5 - Laboratório de Propriedades Físicas

Item	Quant.	Equipamento	Custo total (R\$)
1	1	Magnetômetro	180.000,00
2	1	Analizador de impedância	80.000,00
3	1	Ponte de impedância	40.000,00
4	1	Potenciostato	35.000,00
5	1	Analizador de rede	100.000,00
6	1	Sistema de caracterização de semicondutores	40.000,00
7	1	Sistema de caracterização óptica	140.000,00
		SUBTOTAL:	615.000,00



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena - EEL

Tabela 5f – Relação de equipamentos para o laboratório de Automação, Controle e Fabricação.

6 - Laboratório de Automação, Controle e Fabricação

Item	Quant.	Equipamento	Custo total (R\$)
1	10	Sistemas didáticos de controle elétrico	120.000,00
2	10	Sistemas didáticos de controle pneumático	120.000,00
3	1	Sistema de fabricação por prototipação rápida	250.000,00
4	1	Centro de usinagem CNC	500.000,00
5	10	Microcomputadores	20.000,00
		SUBTOTAL:	1.010.000,00

Tabela 5g – Relação de equipamentos para o laboratório de Processamento de Materiais.

7 - Laboratório de Processamento de Materiais

Item	Quant.	Equipamento	Custo total (R\$)
1	1	Sistema de deposição por sputtering	100.000,00
2	1	Sistema de deposição de polímeros por automontagem	100.000,00
3	1	Sistema de deposição CVD	100.000,00
4	1	Sistema de deposição eletrolítica	100.000,00
		SUBTOTAL:	400.000,00