

Projeto Político Pedagógico - Estrutura Curricular 3

Habilitação em Engenharia Química

Escola Politécnica da USP

---

Comissão de Coordenação de Curso da Engenharia Química

São Paulo, abril de 2013

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	4
1.1	Breve histórico da Escola Politécnica da USP e características comuns aos cursos .....	4
1.1.1	Nascimento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo .....	4
1.1.2	A Universidade de São Paulo .....	4
1.1.3	Escola Politécnica da USP em números .....	4
1.1.4	Missão .....	6
1.1.5	Visão .....	6
1.1.6	Valores .....	6
1.1.7	Entidades de Pesquisa e Desenvolvimento Associadas à Escola Politécnica da USP .....	7
1.1.8	Entidades estudantis da Escola Politécnica da USP .....	7
1.1.9	Serviço de Ouvidoria da Escola Politécnica da USP .....	7
1.1.10	Programas de Intercâmbio Internacionais .....	7
1.1.11	Atribuições profissionais do Engenheiro .....	8
1.1.12	Objetivos comuns aos cursos da Escola Politécnica da USP .....	9
1.1.13	Perfil comum dos egressos .....	9
1.1.14	Habilidades e competências comuns dos egressos .....	9
1.1.15	Duração dos cursos .....	10
1.1.16	Na sala de aula .....	10
1.1.17	Acompanhamento do ensino .....	10
1.1.18	Comissão de Graduação .....	10
1.1.19	Coordenação do Ciclo Básico .....	11
1.1.20	Coordenação dos Cursos Quadrimestrais .....	11
1.1.21	Programa de Orientação Pedagógica .....	11
1.1.22	Avaliação .....	13
1.1.23	Excelência Acadêmica .....	15
1.2	Nova estrutura curricular: maior flexibilidade dos cursos da Escola Politécnica da USP .....	15
1.2.1	Princípios comuns aprovados .....	17
1.2.2	Recomendações e comentários adicionais .....	18
1.2.3	Outras orientações comuns .....	19
1.3	Núcleo Comum da nova estrutura curricular da Escola Politécnica da USP .....	19
2	A HABILITAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA .....	24
2.1	Histórico .....	25
2.1.1	Relevância Social .....	26
2.1.2	Diretrizes .....	27
2.2	Processo Pedagógico .....	28
2.2.1	Campo de atuação .....	30
2.2.2	Missão e Objetivos para o Curso .....	30
2.2.3	Perfil profissional .....	31
2.3	Matriz Curricular .....	31
2.4	Perfil Pedagógico do Professor .....	35
2.5	Acompanhamento de egressos .....	36
2.6	Crêterios de Avaliação do Processo de Ensino-Aprendizagem .....	37
2.7	Corpo Docente .....	38
2.7.1	Curriculum resumido dos docentes .....	39
2.8	Ordenamento do estágio e trabalho de conclusão de curso .....	45
2.9	Infraestrutura .....	48
2.9.1	Biblioteca .....	48
2.9.2	Informática .....	48
2.9.3	Espaço Físico .....	48

2.9.4	Laboratórios .....	49
2.9.5	Oficina Mecânica .....	51

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Breve histórico da Escola Politécnica da USP e características comuns aos cursos

Os itens a seguir trazem informações de interesse histórico e geral sobre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, assim como características comuns aos seus diferentes cursos.

### 1.1.1 Nascimento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Em 24 de agosto de 1893 a iniciativa de Paula Souza e Pujol concretizou-se na Lei 191 que estabeleceu o Estatuto da Instituição, inaugurada seis meses depois. O primeiro ano letivo iniciado, em 1894, contou com 31 alunos regulares e 28 ouvintes matriculados nos quatro cursos oferecidos: Engenharia Civil, Industrial, Agrícola e curso anexo de Artes Mecânicas.

A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo surgiu, portanto, num momento fundamental da vida de São Paulo. Foi um dos pilares de implantação da indústria e, mais tarde, propulsora do processo de modernização tecnológica, intervindo diretamente na vida econômica do Estado e contribuindo para transformá-lo no principal centro econômico do País.

### 1.1.2 A Universidade de São Paulo

A Universidade de São Paulo foi criada em 1934 num contexto marcado por importantes transformações sociais, políticas e culturais, pelo decreto estadual nº 6.283, de 25 de janeiro de 1934, por decisão do governador de São Paulo, Armando de Salles Oliveira. A Escola Politécnica da USP foi incorporada à USP nesta data.

### 1.1.3 Escola Politécnica da USP em números

Criada em 1893

Área edificada: 141.500 m<sup>2</sup>

Departamentos: 15

Laboratórios: 103

#### Docentes

Total: 457

Homens (89,5%): 409

Mulheres (10,5 %): 48

Dedicação em tempo integral (73,53 %): 336

Titulação de doutor ou acima (94,53 %): 432

#### Funcionários técnico-administrativos

Total: 478

Homens (59,62 %): 285

Mulheres (40,38 %): 193

Nível superior (20,5 %): 98

Nível técnico (43,51 %): 208

Básico (35,99 %): 172

### **Alunos matriculados**

#### **Graduação**

Alunos regulares: 4.520

Alunos especiais: 37

#### **Pós-Graduação**

Mestrado: 841

Doutorado: 733

Especiais: 963 (1º período de 2009)

### **Concluintes e títulos outorgados**

Concluintes na graduação: 25.563 (1885-2008)

Títulos outorgados na pós-graduação (até 2008) :

Mestrado: 5.278

Doutorado: 2.214

### **Graduação**

Cursos oferecidos: 17

Habilitações e ênfases:

Engenharia Ambiental (Modalidade Semestral)

Engenharia Civil (Modalidade Semestral)

Engenharia de Computação (Modalidade Quadrimestral)

Engenharia de Materiais (Modalidade Semestral)

Engenharia de Minas (Modalidade Semestral)

Engenharia de Petróleo (Modalidade Semestral)

Engenharia de Produção (Modalidade Semestral)

Engenharia Elétrica, ênfase em Computação (Modalidade Semestral)

Engenharia Elétrica, ênfase em Automação e Controle (Modalidade Semestral)

Engenharia Elétrica, ênfase em Energia e Automação (Modalidade Semestral)

Engenharia Elétrica, ênfase em Telecomunicações (Modalidade Semestral)

Engenharia Elétrica, ênfase em Sistemas Eletrônicos (Modalidade Semestral)

Engenharia Mecânica (Modalidade Semestral)

Engenharia Mecatrônica (Modalidade Semestral)

Engenharia Metalúrgica (Modalidade Semestral)

Engenharia Naval (Modalidade Semestral)

Engenharia Química (Modalidade Quadrimestral)

Inscritos no vestibular da Escola Politécnica da USP: cerca de 12 mil

Vagas no vestibular: 820

#### **Pós-Graduação *stricto sensu***

Programas oferecidos: 11

Mestrado: 10

Doutorado: 9

#### **Pós-Graduação *lato sensu***

Especialização e MBA: 21

#### **Produção científica**

No Brasil: 22.899

No exterior: 6.686

#### **Bibliotecas**

Acervo: 590.319 documentos

Empréstimos: 93.212

Consultas: 405.348

Frequência de usuários: 180.141 usuários/ano

#### **1.1.4 Missão**

A Escola Politécnica da USP tem como missão preparar profissionais competentes para liderar o desenvolvimento tecnológico do Estado de São Paulo e do Brasil, proporcionando com isso a melhoria da qualidade de vida da sociedade.

#### **1.1.5 Visão**

É visão da Escola Politécnica da USP ser escola de engenharia líder e reconhecida como referência a nível mundial.

#### **1.1.6 Valores**

São valores da Escola Politécnica da USP:

- sistematizar o saber historicamente acumulado pela humanidade;
- construir novos conhecimentos e disseminá-los;
- formar engenheiros competentes, necessários à sociedade nas diferentes habilitações;
- desenvolver integralmente o aluno, de maneira que ele compreenda e pense de forma analítica os diferentes fenômenos de ordem humana, natural e social;

- fazer da graduação a base para o processo de educação continuada.

#### **1.1.7 Entidades de Pesquisa e Desenvolvimento Associadas à Escola Politécnica da USP**

FDTE - Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia

FCAV - Fundação Carlos Alberto Vanzolini

IEE - Instituto de Eletrotécnica e Energia

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

CTH - Centro Tecnológico de Hidráulica

#### **1.1.8 Entidades estudantis da Escola Politécnica da USP**

Grêmio Politécnico

Atlética

Centros Acadêmicos

Poli Junior

IPoli

#### **1.1.9 Serviço de Ouvidoria da Escola Politécnica da USP**

A Ouvidoria é um serviço de atendimento a questões envolvendo informações, reclamações, críticas e sugestões a respeito da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

#### **1.1.10 Programas de Intercâmbio Internacionais**

A Escola Politécnica da USP possui convênios com dezenas de instituições de ensino e pesquisa do exterior, a exemplo da França, Itália, Alemanha, Coréia, Espanha e Estados Unidos, o que possibilita que seus alunos façam intercâmbio internacional. A Escola oferece três modalidades de intercâmbio, sendo que uma delas permite ao aluno obter duplo diploma, um da Escola e outro da instituição estrangeira:

##### **Intercâmbio Aberto**

O aluno interessado neste tipo de intercâmbio tem a vantagem de escolher a instituição de ensino estrangeira onde deseja estudar, não podendo optar pelas escolas que mantêm parceria com a Escola Politécnica ou com a USP e nem participa de processo seletivo específico na Escola Politécnica da USP.

##### **Aproveitamento de Estudos**

Para participar dos programas de intercâmbio de Aproveitamento de Estudos, o aluno deve escolher uma das instituições de ensino estrangeiras parceiras da Escola Politécnica da USP ou da USP e participar de processo seletivo específico (da Comissão de Relações Internacionais da Escola Politécnica da USP – CRInt ou da Vice-Reitoria Executiva de Relações Internacionais da USP - VRERI).

### **Duplo Diploma**

O diferencial desse tipo de intercâmbio é que o aluno se forma obtendo dois diplomas: da Escola Politécnica da USP e da instituição estrangeira na qual realizou parte de seus estudos. O programa é válido para as escolas que mantêm convênio com a Escola Politécnica da USP. Elas oferecem ao participante um “pacote fechado” de disciplinas – há pouca flexibilidade na escolha das disciplinas que serão cursadas.

#### **1.1.11 Atribuições profissionais do Engenheiro**

Segundo o CONFEA (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia) as atribuições profissionais definem que tipo de atividades uma determinada categoria profissional pode desenvolver. Toda atribuição é dada a partir da formação técnico-científica. As atribuições estão previstas de forma genérica nas leis e, de forma específica, nas resoluções do Conselho Federal.

O CONFEA, ao propor resoluções, toma por base os currículos e programas fornecidos pelas instituições de ensino de engenharia, arquitetura, agronomia e demais profissões da área tecnológica, sendo que as disciplinas de características profissionalizantes é que determinam as atribuições profissionais.

Em suas resoluções o CONFEA discrimina, para efeito de fiscalização, todas as atividades técnicas que o profissional pode desenvolver, de acordo com sua modalidade. A sua Resolução nº 218, de 29/07/73, relaciona 18 atividades técnicas e determina a competência de várias modalidades da engenharia.

Posteriormente, outras resoluções foram baixadas para atender a novas modalidades e, inclusive, atualizar outras; trata-se, portanto, de um processo dinâmico.

Para efeito de fiscalização do exercício profissional correspondente às diferentes modalidades da Engenharia, Arquitetura e Agronomia em nível superior e em nível médio, por lei, ficaram designadas as seguintes atividades:

- Atividade 01 - Supervisão, coordenação e orientação técnica;
  - Atividade 02 - Estudo, planejamento, projeto e especificação;
  - Atividade 03 - Estudo de viabilidade técnico-econômica;
  - Atividade 04 - Assistência, assessoria e consultoria;
  - Atividade 05 - Direção de obra e serviço técnico;
  - Atividade 06 - Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;
  - Atividade 07 - Desempenho de cargo e função técnica;
  - Atividade 08 - Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica;
- extensão;
- Atividade 09 - Elaboração de orçamento;
  - Atividade 10 - Padronização, mensuração e controle de qualidade;
  - Atividade 11 - Execução de obra e serviço técnico;
  - Atividade 12 - Fiscalização de obra e serviço técnico;
  - Atividade 13 - Produção técnica e especializada;
  - Atividade 14- Condução de trabalho técnico;
  - Atividade 15- Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;



- Atividade 16 - Execução de instalação, montagem e reparo;
- Atividade 17- Operação e manutenção de equipamento e instalação;
- Atividade 18 - Execução de desenho técnico.

#### **1.1.12 Objetivos comuns aos cursos da Escola Politécnica da USP**

Os objetivos comuns da graduação na Escola Politécnica da USP se coadunam com os objetivos dos cursos de graduação na Universidade e, de forma estrita, aos objetivos da própria Universidade, instituição de raízes longínquas na história da civilização ocidental, alicerçada na busca constante de articulação do tripé pesquisa, docência e extensão, que são:

- sistematização do saber historicamente acumulado pela humanidade, construção de novos conhecimentos e sua disseminação;
- formação dos agentes e profissionais necessários à sociedade, nas diferentes habilitações da engenharia, competentes em sua respectiva especialidade;
- desenvolvimento integral do estudante, de maneira que compreenda e pense de forma analítica e crítica os diferentes fenômenos de ordem humana, natural e social;
- a graduação como etapa inicial formal, que constrói a base para o permanente e necessário processo de educação continuada.

#### **1.1.13 Perfil comum dos egressos**

Para a consecução desses objetivos gerais, os cursos de Engenharia da Escola Politécnica da USP foram planejados a partir de conceitos que deveriam garantir a formação do seguinte perfil dos egressos: adequada formação científica; sólida formação em técnicas da engenharia; capacidade de interpretação, análise e crítica das organizações; preparo para enfrentar situações novas, com iniciativa e criatividade; capacidade de buscar e gerar conhecimento tecnológico e metodológico; consciência e preparo para ser um agente da evolução econômica e social; e consciência para desenvolver uma conduta profissional ética.

#### **1.1.14 Habilidades e competências comuns dos egressos**

Para atender ao perfil definido para o futuro engenheiro, os currículos das diversas habilitações da Escola Politécnica da USP estão planejados para levar ao desenvolvimento integral do aluno. O engenheiro formado deve ter sido estimulado a desenvolver um perfil profissional caracterizado por competências e habilidades a seguir descritas:

- a. Ter capacidade de conceber e analisar sistemas, produtos e processos.
- b. Ter capacidade de operar e manter sistemas.
- c. Ter capacidade de planejar e ser objetivo no estabelecimento de metas, de elaborar soluções técnica e economicamente competitivas, de supervisionar e de coordenar projetos de Engenharia.
- d. Ter visão crítica de ordem de grandeza na solução e interpretação de resultados de engenharia.
- e. Ter capacidade de liderança para trabalhar em equipe.
- f. Ter iniciativa e criatividade para tomada de decisões.
- g. Ter visão clara do papel de cliente, produtor, fornecedor e consumidor.

- h. Saber bem usar as ferramentas básicas da informática.
- i. Ter a capacidade de comunicar oralmente e de registrar, de forma ética, seu conhecimento, tanto em português como em pelo menos uma língua estrangeira, preferencialmente o inglês.

Os currículos devem estar organizados para também desenvolver no estudante um senso crítico e de cidadania que o possibilite a ter as seguintes atitudes no exercício profissional:

- compromisso com a qualidade do que faz.;
- compromisso com a ética profissional;
- responsabilidade social, política e ambiental;
- postura pró-ativa e empreendedora;
- compreensão da necessidade da permanente busca de atualização profissional.

#### **1.1.15 Duração dos cursos**

Todas as habilitações oferecidas na Escola Politécnica da USP são diurnas e em período integral. Na condição ideal, a duração de todas as habilitações é de 5 anos, permitindo-se um prazo máximo de 15 semestres para a conclusão do curso.

#### **1.1.16 Na sala de aula**

Como regra, o número de horas aula semanais está limitado a 28 horas, sendo que, destas, 10 horas devem ser de aulas práticas ou em laboratórios ou em campo ou em exercícios.

Na dimensão da sala de aula, limita-se a 60 alunos as turmas de disciplinas teóricas e a 20 alunos as turmas de disciplinas de laboratório.

#### **1.1.17 Acompanhamento do ensino**

As atividades de graduação da Escola Politécnica da USP seguem os preceitos estabelecidos no Regimento Geral da Universidade de São Paulo e nas resoluções aprovadas no Conselho de Graduação - CoG e emitidas pela Pró-Reitoria de Graduação.

Adicionalmente, seguem os preceitos do Regimento Interno da Escola Politécnica da USP que está em consonância com o Regimento Geral da USP.

Nestas condições, as atividades que gerem ou estão ligadas ao ensino de graduação na Escola Politécnica da USP estão distribuídas em coordenações executivas – do Ciclo Básico e dos Cursos Quadrimestrais - que possuem como atribuições cumprir o que é estabelecido pela Comissão de Graduação e pela egrégia Congregação da Escola.

#### **1.1.18 Comissão de Graduação**

De acordo com o Regimento Interno da Escola Politécnica da USP, compete à Comissão de Graduação:

I – Traçar as diretrizes e zelar pela execução de programas de ensino de graduação de responsabilidade da Escola Politécnica da USP, cumprindo o que for estabelecido pelo Conselho de Graduação e pela Congregação;

II – Apreciar e submeter a aprovação da Congregação, os programas de ensino de cada disciplina dos currículos da Escola, propostos pelos Conselhos dos Departamentos e acompanhar sua tramitação pelos órgãos superiores da USP;

III – Propor à Congregação, ouvidos os Departamentos interessados, o número de vagas e a estrutura curricular dos cursos da Escola;

IV – Submeter à Congregação propostas de criação, modificação ou extensão de cursos, ouvidos as Coordenadorias de Grandes Áreas;

V – Propor à Congregação os critérios para transferência de alunos;

VI – Emitir parecer circunstanciado nos pedidos de revalidação de diplomas de engenheiro e encaminhá-los ao Conselho Técnico Administrativo (CTA);

VII – Analisar a sistemática empregada para a execução do exame vestibular e propor eventuais alterações a serem discutidas a nível de Congregação para posteriores sugestões de alterações a serem encaminhadas aos órgãos competentes;

VIII - Exercer as demais funções que lhe forem conferidas pelo Regimento Geral da USP, bem como as decorrentes de normas emanadas do Conselho de Graduação.

#### **1.1.19 Coordenação do Ciclo Básico**

A Coordenação do Ciclo Básico tem por finalidade coordenar e acompanhar as atividades do Núcleo Comum do ciclo básico, que compreende disciplinas dos cinco primeiros semestres dos cursos de graduação da Escola Politécnica da USP, onde são ministrados conteúdos para uma sólida formação em ciências básicas, alicerce da formação do engenheiro. Essas disciplinas são responsabilidade da Escola e de outras unidades da USP.

A Coordenação do Ciclo Básico, visando maior integração didática das atividades do curso básico com o restante da Escola Politécnica da USP, 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 (avaliação feita pelos alunos no final da disciplina), rendimento e aproveitamento do curso.

#### **1.1.20 Coordenação dos Cursos Quadrimestrais**

A Coordenação dos Cursos Quadrimestrais tem a finalidade precípua de coordenar as atividades das disciplinas dos módulos acadêmicos e de estágio de graduação da Escola Politécnica da USP, incluindo-se aí as disciplinas ministradas por outras Unidades da USP para cursos da modalidade quadrimestral.

#### **1.1.21 Programa de Orientação Pedagógica**

O Programa de Orientação Pedagógica da Escola Politécnica da USP 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 orientador pedagógico e 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.

Inicialmente o programa era dirigido aos alunos do primeiro ano, mas atualmente ele abrange praticamente todos os alunos de graduação da Escola Politécnica da USP.

### **Objetivos**

O objetivo principal do programa é auxiliar na integração do aluno ingressante à dinâmica da Escola Politécnica da USP e às características da vida universitária, oferecendo-lhe a necessária orientação no encaminhamento de suas atividades acadêmicas e também, na medida do possível, colaborar para a busca de soluções de quaisquer questões que, por algum motivo, possam estar afetando o seu desempenho acadêmico, favorecendo, com isso, o seu desenvolvimento como pessoa, como cidadão, e como profissional.

Para que esse objetivo maior seja atingido, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos para o programa:

- buscar a melhoria das condições de convivência oferecidas aos alunos;
- realizar e apoiar atividades de orientação acadêmica que divulguem informações precisas e corretas, numa linguagem capaz de ser facilmente assimilada pelos alunos das várias habilitações e ênfases;
- divulgar informações a respeito da organização universitária e seu funcionamento, bem como, sobre o sistema educacional e as instituições de ensino de forma geral;
- colaborar para a melhoria de desempenho no processo de aprendizado, visando à redução dos índices de reprovação e de evasão;
- estimular os alunos a buscarem o conhecimento técnico-científico e o aperfeiçoamento pessoal;
- estimular os alunos a buscarem a prática de atividades culturais e sociais;
- colaborar para o esforço da Escola no sentido de formar alunos cidadãos, com a qualificação profissional adequada, responsável pelo processo de mudança da sociedade;
- estimular a inserção do aluno no ambiente universitário, valorizando e utilizando com responsabilidade os recursos disponíveis; bem como estimular a sua participação na busca de novos recursos;
- colaborar para a divulgação da imagem pública da Escola Politécnica da USP, uma instituição de ensino de ponta, associada aos conceitos de conhecimento, progresso e bem estar.

### **Infraestrutura disponível:**

#### **Sala de Convivência**

O programa de orientação acadêmica conta com uma sala exclusiva para o desenvolvimento de suas atividades, denominada "sala de convivência". Trata-se de um ambiente agradável onde alunos e professores podem se encontrar, conversar assuntos variados, ou apenas ler uma revista, um jornal, um livro.

#### **Plantão**

O Programa de Orientação Acadêmica presta um serviço de plantão para atendimento aos alunos, utilizando para isto um dos ambientes da sala de convivência, dotado de privacidade,

onde o aluno poderá ficar à vontade para discutir qualquer tema com um professor orientador, o qual, em comum acordo com o aluno, procurará encaminhar a solução dos problemas eventualmente existentes.

### **Internet**

A *webpage* do Programa de Orientação Acadêmica está no *site* da Escola, e pode ser acessada a partir do endereço: <http://www.poli.usp.br>. Lá podem ser encontradas informações atualizadas a respeito do programa, como a lista de orientadores, sugestões úteis, programação de atividades, entre outras.

### **Atividades Previstas**

O Programa de Orientação Acadêmica promove uma série de atividades durante o ano letivo, iniciando com a participação na semana de recepção ao calouro.

Dentre as diversas atividades previstas destacam-se as reuniões para orientação acadêmica geral, abordando-se assuntos que dizem respeito diretamente ao andamento dos cursos de graduação e às suas disciplinas. Para isto, a cada grupo de alunos, no início das aulas, é designado um professor orientador.

Ocorrem ainda algumas atividades de caráter extracurricular, tais como palestras e eventos culturais, sem relação direta com o desempenho acadêmico do aluno, visando o enriquecimento cultural, o estímulo à convivência, o lazer, e o desenvolvimento das relações sociais com a comunidade interna e externa à Escola e à USP.

## **1.1.22 Avaliação**

O programa de avaliação da Escola Politécnica da USP, coordenado pela Subcomissão de Avaliação da Comissão de Graduação e desenvolvido pela equipe de Orientação Pedagógica, possui três eixos principais: levantamento do desempenho dos discentes nas disciplinas, levantamento da opinião dos discentes e levantamento da opinião dos egressos. Isso permite a criação de um banco de dados sobre a história da qualidade de oferecimento das disciplinas de graduação e estabelecer uma rotina de discussão de seus problemas.

A avaliação, neste contexto, visa a acompanhar os processos, em bases concretas, para se colocar em ação, e corrigir desvios de rumos, a proposta pedagógica estabelecida para a Escola Politécnica da USP. Após a implantação da reforma, os diversos setores que envolvem a graduação da Escola Politécnica da USP se alinham na elaboração de metodologias para se buscar e se manter a excelência no ensino da engenharia.

### **Desempenho Discente**

O desempenho dos discentes é acompanhado por meio de consulta ao banco de dados do sistema Júpiter da USP. A Subcomissão de Avaliação elabora relatórios estatísticos que são apresentados a Comissão de Graduação da Escola.

### **Opinião dos Discentes**

O levantamento de opinião dos discentes sobre a graduação ocorre por meio de aplicação de questionário ótico e questionário *online*, elaborados de maneira participativa com os discentes, por meio dos Representantes de Classe, e com os docentes.

Os questionários constam de:

- grupo de questões padrão para todos os cursos;
- grupo de questões personalizadas por curso ou módulo / semestre;
- espaço para questões abertas e comentários adicionais.

A aplicação e compilação dos resultados são sempre feitas pelos próprios discentes, especificamente por Representantes de Classe previamente definidos. Esses discentes têm apoio computacional e logístico da Subcomissão de Avaliação para que a compilação seja feita em um tempo suficientemente curto, de modo a que seus resultados possam ser apresentados e discutidos durante o semestre letivo em que a disciplina ocorre.

As informações obtidas a partir dos questionários fazem parte de um processo mais amplo de avaliação da graduação, que está sendo implantado paulatinamente e que vem se aprimorando ao longo do tempo. Em uma primeira etapa, já em andamento, os resultados são discutidos em reuniões de módulos ou semestres acadêmicos onde estejam presentes todos os docentes (responsáveis por disciplinas), a representação discente das classes as quais o módulo é oferecido e eventualmente membros da Subcomissão de Avaliação.

Atualmente, esse processo abrange praticamente todos os alunos de graduação da Escola Politécnica da USP e visa essencialmente a promover a discussão sobre a qualidade dos cursos (aulas, material didático, integração entre as disciplinas de um mesmo módulo ou semestre) e promover a percepção de eventuais falhas nos conteúdos curriculares e na inter-relação entre os diversos módulos ou semestres anteriores da Estrutura Curricular.

É importante ressaltar que para o sucesso desse processo ele intencionalmente evita abordagens que visem o controle do andamento das aulas ou ordenamento, promoção ou punição de docentes e disciplinas bem ou mal avaliados.

Organograma do processo:

- Subcomissão de Avaliação apresenta sugestão de calendário de atividades de avaliação;
- Subcomissão de Avaliação promove a definição dos Representantes de Classe e respectivos suplentes;
- reunião de Módulo Acadêmico (MA) com a definição do Coordenador do Módulo;
- Representante de Classe reúne-se com a classe e apresenta questionário padrão com cinco questões comuns e permanentes; definição de eventuais personalizações;
- Subcomissão de Avaliação providencia impressão dos questionários e respectivas folhas óticas ou organização do sistema de questionário online; personalização por período da estrutura curricular de cada curso;
- Representantes de Classe aplicam os questionários e encaminham à Subcomissão de Avaliação para tratamentos dos dados;
- Subcomissão de Avaliação e Representantes de Classe compilam questões e processam tratamentos estatísticos;
- Representantes de Classe compilam às questões abertas, filtram comentários improcedentes e preparam uma redação concisa sobre cada docente e turma da disciplina;
- Subcomissão de Avaliação prepara relatórios particulares e gerais, que são arquivados em bancos e encaminhados para os coordenadores de disciplina, de módulo ou semestre e para as Coordenações de Curso;

- Cada Coordenador de módulo ou Coordenador de curso promove reunião, para análise do andamento do módulo ou semestre e discussão motivada nos resultados dos questionários, e nos relatos verbais dos Representantes de Classe presente;
- Representantes de Classe reúnem-se com as classes, e apresentam retorno das discussões com os docentes e coordenadores; espera-se também, que os docentes conversem diretamente com a classe, sobre os resultados e possíveis ações futuras, inclusive a curto prazo.

#### **Opinião do egresso**

O levantamento de opinião dos egressos ocorre através de questionário *online*, elaborado em conjunto com as Coordenações de Curso. Com esse trabalho pretende-se estabelecer contato com egressos, identificar interesses em cursos e pesquisas, obter opiniões sobre a estrutura curricular com base na experiência profissional, buscar interesses em comum para reflexão do que deve ser o Núcleo Comum com base na experiência profissional, reforçar a importância dos cursos de engenharia da Escola Politécnica da USP e os impactos na sociedade.

#### **1.1.23 Excelência Acadêmica**

Aos alunos que se destacam nas diversas habilitações da engenharia, a Universidade de São Paulo e a Escola Politécnica da USP prestam homenagens com prêmios de reconhecimento pelo mérito acadêmico em cerimônias que marcam, com láureas, a transição entre a vida acadêmica e a vida profissional.

São diversos prêmios, entre honorarias, medalhas, diplomas, viagens, e montantes em dinheiro.

### **1.2 Nova estrutura curricular: maior flexibilidade dos cursos da Escola Politécnica da USP**

Passados mais de 10 anos de sua última grande reforma curricular, a Escola Politécnica da USP iniciou, em 2010, um processo de discussão sobre o tipo de profissional engenheiro que deve formar e o modo como o ensino de graduação deve ser nela conduzido.

Dentre as propostas resultantes, a de maior impacto foi a que propôs a flexibilização dos itinerários formativos dos alunos nas diferentes modalidades ou habilitações, proposta por grupo que contava com a participação de representantes da Comissão de Graduação - CG da Escola e da comunidade acadêmica envolvida. Em março de 2010 o subgrupo concluiu o seu trabalho, cuja essência foi aprovada em reunião da CG de novembro de 2011 e pela sua Congregação em setembro de 2012, passando a ser adotada a partir de 2014 para orientar os Projetos Políticos Pedagógicos da chamada Estrutura Curricular 3 ou EC3.

As premissas adotadas para o trabalho do subgrupo foram:

- a Escola Politécnica da USP deve continuar formando os líderes locais e nacionais das diferentes áreas da Engenharia;
- o modo como o conhecimento em todas as áreas evolui, o caráter cada vez mais sistêmico da profissão de Engenheiro e a dinâmica de mudanças da sociedade, dentre outros pontos, exigem uma formação permanente do engenheiro ao longo de sua vida profissional e leva a mudanças de suas atividades e funções, sugerindo uma formação

durante a graduação pautada em conhecimentos que lhe assegurem as bases conceituais dessa trajetória multifacetada;

- o País e o estado de São Paulo necessitam da formação de um grande contingente de engenheiros que sejam capazes de enfrentar os problemas contemporâneos, nas áreas pública e privada, sugerindo uma formação durante a graduação também pautada em conhecimentos que assegurem ao jovem engenheiro uma rápida inserção profissional;
- a flexibilização da carreira não se opõe à ideia da existência de um corpo de disciplinas básicas de caráter geral, reunidas no Núcleo Comum da Escola;
- a flexibilização da carreira não se opõe à ideia de se formar um engenheiro generalista, tampouco de formar um engenheiro especialista;
- o quinto ano com um número de créditos por semestre inferior ao dos demais anos;
- busca de homogeneização do número de créditos das diferentes habilitações da Escola, assim como da sua distribuição entre disciplinas básicas e de ciências da engenharia, que cobrem grande parte dos tópicos do núcleo de conteúdos básico; de disciplinas profissionais, que cobrem o núcleo de conteúdos profissionalizantes e o núcleo de conteúdos específicos; e de optativas livres;
- existência de mecanismos que o ajudem o aluno a corrigir eventuais opções insatisfatórias, evitando-lhe causar prejuízo e precarização da sua situação;
- formação assegurada mínima na habilitação do aluno, atendendo às exigências da Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, bem como as do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia - CONFEA, no que se refere às atividades, competências e caracterizações do âmbito de atuação das diferentes modalidades profissionais da Engenharia;
- complementação da formação do aluno podendo ser feita fora da sua habilitação, ou mesmo fora da Escola Politécnica da USP ou do País (formação internacional);
- oferecimento pela Escola Politécnica da USP de diferentes alternativas de itinerários formativos, que atendam à tradição da Escola, às vocações dos alunos e às necessidades do estado e do País;
- aproximação entre as formações de graduação e de pós-graduação, de modo a acelerar o processo de titulação dos alunos que se encaminham para a atividade de pesquisa;
- existência de mecanismos transparentes e ágeis para orientar os alunos na escolha ou na mudança do seu itinerário formativo;
- continuação do uso do critério de desempenho acadêmico como base para o ordenamento e a seleção dos alunos.

Com base nessas premissas, o trabalho do grupo propôs uma flexibilização baseada em duas estratégias.

*A primeira [estratégia] pela criação de um vetor de formação, que se inicia no segundo e vai até o último semestre do curso, que abre ao aluno a possibilidade de cursar disciplinas optativas livres, na sua habilitação, em outras habilitações da Escola ou em outras unidades da USP. A segunda estratégia pela oferta de módulos de formação no quinto ano, que compõem a essência desse ano, devendo o aluno cursar um dentre os módulos de sua habilitação, ou um módulo oferecido por outra habilitação ou, ainda, um módulo compartilhado, definido conjuntamente por duas ou mais habilitações; o aluno poderá também optar por um módulo voltado à pós-graduação. A proposta de distribuição de créditos entre disciplinas básicas e disciplinas de uma habilitação é tal que, mesmo ao optar*

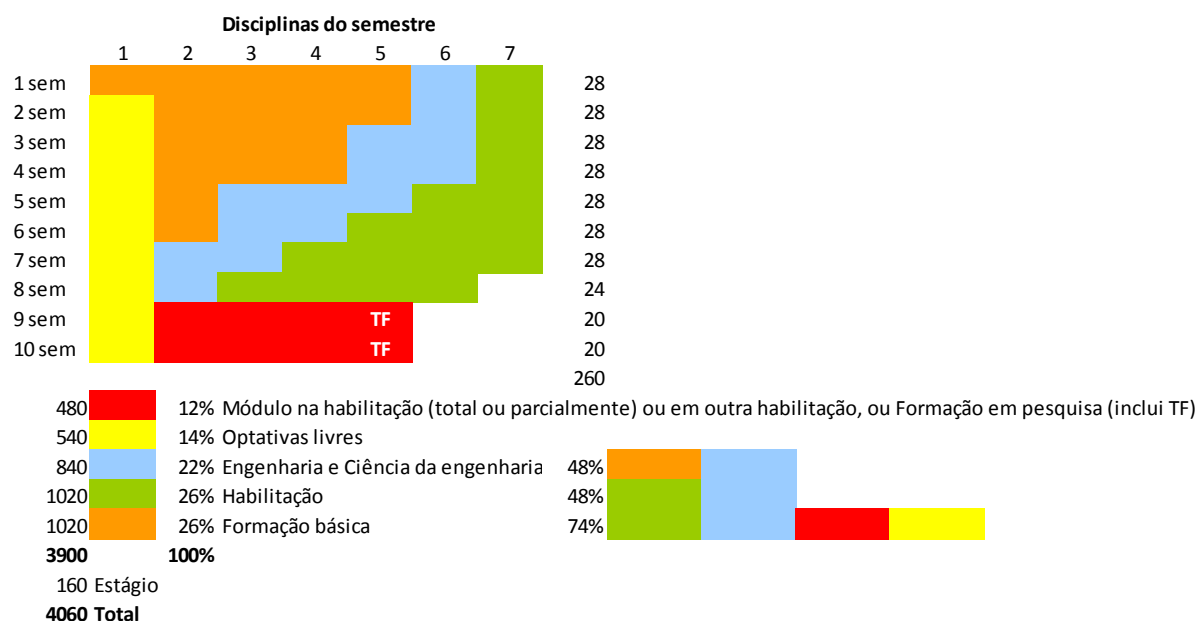


*sistematicamente por optativas livres e por um módulo de quinto ano fora da sua habilitação, o aluno terá assegurado um diploma na sua habilitação que atende à legislação.*

### 1.2.1 Princípios comuns aprovados

Com o objetivo de flexibilizar as habilitações e ênfases da Escola Politécnica da USP, a sua Comissão de Graduação – CG definiu que os processos de revisão das estruturas curriculares dos seus cursos incorporarão os seguintes princípios, ilustrados na Figura 1:

- uma iniciação profissional desde o primeiro ano e um ciclo básico que perpassa o segundo ano (bloco laranja, e blocos azul e verde);
- uma flexibilização curricular com disciplinas optativas livres (bloco amarelo);
- uma formação com carga horária mínima na habilitação / ênfase do aluno, atendendo às exigências do Conselho Nacional de Educação (blocos laranja, azul e verde, e eventual bloco vermelho);
- uma flexibilização curricular pela opção por um dentre os Módulos de formação previamente montados, que podem ser constituídos no todo ou em parte na habilitação / ênfase do aluno, ou por Formação em pesquisa (por exemplo, pós-graduação), cuja escolha seja feita a critério do aluno, respeitando-se as orientações da Comissão de Coordenação de Cursos da sua habilitação / ênfase (bloco vermelho – 5º ano);
- uma homogeneização da carga curricular dos vários cursos da Escola;
- a possibilidade de as coordenações de cursos realizarem ajustes nos blocos de cores da Figura 1, em função de necessidades específicas de cada habilitação / ênfase ou do ciclo básico.



Os números da figura são indicativos e servem de orientação para as coordenações de habilitações / ênfases.

As CoCs podem realizar ajustes em função de necessidades específicas de cada habilitação / curso ou do ciclo básico.

**Figura 1.** Esquema de flexibilização das habilitações / cursos a ser atendido nos processos de revisão das estruturas curriculares dos cursos da Escola Politécnica da USP

### 1.2.2 Recomendações e comentários adicionais

Com relação aos Módulos de formação (bloco vermelho – 5º ano), o subgrupo propôs três itinerários formativos:

- Módulos didático-pedagógicos previamente montados para complementação da formação, com flexibilidade de o aluno optar por fazê-lo:
  - na sua habilitação;
  - em outra habilitação.

Os módulos poderão ser totalmente fechados ou contar com disciplinas eletivas optativas ou optativas livres. Poderão ser criados módulos envolvendo duas ou mais habilitações. Os módulos serão propostos pelas diferentes Comissões de Coordenação de Curso – CoC / Departamentos e terão Projetos Políticos Pedagógicos específicos.

- Formação em pesquisa, para aqueles que queiram fazer mestrado

Tendo em vista que a regulamentação da USP permite que uma disciplina de pós-graduação seja cursada por um aluno de graduação e que a mesma seja aproveitada para os dois níveis, a proposta é que, por iniciativa das CoC e conforme os interesses da respectiva habilitação / ênfase, os programas de pós-graduação da Escola fossem convencidos a aceitarem, sob condições específicas, alunos de 5º ano da Escola mesmo sem o diploma de graduação. O aluno teria assim a possibilidade de, em seis anos, receber também o diploma de mestrado.

- Formação por programas internacionais de intercâmbio estudantil

Alunos participantes de programas de Duplo Diploma que cumpram integralmente suas exigências podem ser dispensados de cumprir o Módulo de formação do quinto ano.

A Comissão de Graduação aprovou que a escolha do itinerário seja feita a critério do aluno, mas desde que sejam respeitadas as orientações da CoC da sua habilitação / ênfase.

Para viabilizar a implementação do esquema geral aprovado das estruturas curriculares, o subgrupo que estudou a flexibilização dos itinerários formativos propôs as seguintes recomendações adicionais:

- criação de mecanismo claro e transparente, pelo qual os alunos possam se informar sobre as diferentes habilitações e ênfases; o processo de escolha da habilitação precisa também contar com mecanismo claro e transparente em relação a seus critérios, e eficiente principalmente quanto aos prazos; cuidados devem ser tomados para que a opção da habilitação não gere tensão entre os alunos, pela competição por vaga;
- criação de mecanismos de regulação na passagem do quarto ano para o quinto, a ser regulado caso a caso, pela CoC pertinente, mas de forma harmonizada; o mecanismo pode ser mais rigoroso para aqueles que optem pela Formação em pesquisa;
- criação e oferecimento de disciplinas optativas que possam interessar a alunos de diferentes habilitações, para serem cursadas como optativas livres;
- maior aproximação entre a Comissão de Graduação e a Comissão de Pós-graduação da Escola Politécnica da USP, e entre as CoC e as coordenações dos programas de pós-graduação da Escola, para discutir a proposta de Formação em pesquisa;

- alinhamentos nos horários de oferecimento de disciplinas que possam ser seguidas como optativas por alunos de outras habilitações.

### 1.2.3 Outras orientações comuns

Foram também aprovadas pela CG da Escola as seguintes orientações comuns, a serem integradas aos novos Projetos Políticos Pedagógicos dos cursos:

- todas as disciplinas da Escola Politécnica da USP devem envidar esforços para oferecerem facilidades adicionais à disciplina via sistema *Moodle*, ou outro sistema equivalente (apostilas, vídeos, lista de exercícios, programação de aulas etc.); a CG da Escola, no âmbito do Programa de Estímulo ao Ensino de Graduação - PEEG da Pró-reitoria de Graduação, priorizará os pedidos para essa finalidade específica;
- as disciplinas da Escola poderão ser oferecidas, com rodízio entre os oferecimentos sucessivos, em inglês; o objetivo é incrementar a internacionalização da Escola, assim como induzir o hábito saudável da leitura e da escrita em inglês em seus alunos;
- criação de Comissão de Ética da Graduação, subordinada à CG da Escola, com objetivo de acolher e analisar casos que infrinjam o Código de Ética da USP, no que diz respeito à graduação, e sugerir, de acordo com o Regime Disciplinar vigente, as punições cabíveis à Diretoria ou à Congregação da Escola;
- o uso de aulas gravadas é um importante instrumento de apoio ao processo de aprendizagem; as CoC devem promover iniciativas nesse sentido e a CG e a Diretoria da Escola Politécnica da USP criar as condições necessárias para a sua efetivação.

## 1.3 Núcleo Comum da nova estrutura curricular da Escola Politécnica da USP

A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, desde sua criação, em 1893, teve papel fundamental no desenvolvimento do País através de seus formandos, pesquisas e projetos. Para enfrentar os novos desafios a Escola Politécnica da USP se mantém em constante atualização, modificando seus cursos, temas de investigação e abrangência de suas ações.

Apesar de seu tamanho e diversidade, a Escola Politécnica da USP, desde a reforma da década de 1970, oferece uma forte formação comum nas disciplinas básicas para todos os cursos da graduação. Na nova proposta de estrutura curricular, o conjunto de disciplinas comuns e oferecidas no mesmo momento para todos os cursos da Escola foi denominado de Núcleo Comum. O Núcleo Comum visa não só a garantir um sólido conhecimento em conceitos necessários para o bom acompanhamento nas disciplinas profissionalizantes, como a promover uma interação entre estudantes com diferentes interesses, uma vez que os alunos são distribuídos de maneira aleatória em suas turmas, desconsiderando o seu curso de ingresso.

Na nova concepção dos cursos de engenharia da Escola Politécnica da USP, como ilustrado na Figura 2, o Núcleo Comum se distribui pelos cinco primeiros semestres e recebe esse nome porque é comum e oferecido da mesma maneira para todos os cursos. Os tópicos abordados nas disciplinas do Núcleo Comum são: computação e métodos numéricos, cálculo e álgebra linear, geometria e representação gráfica, física, probabilidade e estatística.

Nuc. Com. (Cred Aulas)		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	Semestre (Cred Aulas)
1º semestre	20	Comp (4)		Calc 1 (6)		FExp (3)		GD(3)		AL 1 (4)						28
2º semestre	16			Calc 2 (4)		Mecânica (6)		Osc/Ond		AL 2 (4)						28
3º semestre	12			Calc 3 (4)		Física III (4)		LFa (2)		Prob(2)						28
4º semestre	10			Calc 4 (4)		Estatística (4)		LFb (2)								28
5º semestre	4			Met Num (4)												28
	62															

**Figura 2.** Núcleo Comum da Estrutura Curricular, indicando o número de créditos-aula por semestre do Núcleo Comum (à esquerda) e do semestre do curso (à direita)

As disciplinas do Núcleo Comum correspondem a 27,5% da carga horária mínima definida na Resolução CNE/CES 11-2002 e se referem a tópicos do núcleo de conteúdos básicos dessa resolução (Quadro 1). Na estratégia de definição das novas estruturas curriculares dos cursos da Escola Politécnica da USP, os conhecimentos da resolução CNE/CES 11-2002 que não estão contemplados no Núcleo Comum da Escola Politécnica da USP serão abordados dentro de cada curso ou conjunto específico de cursos, visando melhor concatenação com as disciplinas de cunho profissionalizante de cada um. Por exemplo, química ou ciência dos materiais são contempladas em outras disciplinas na grade curricular, localizadas fora do Núcleo Comum. A razão para isso é que, dependendo da modalidade, existe a necessidade de maior aprofundamento ou abrangência de determinada ciência e isso faz com que o tópico seja tratado de forma diferenciada em cada um dos cursos ou conjunto de cursos.

**Quadro 1.** Correspondências entre as disciplinas do Núcleo Comum e os tópicos do núcleo de conteúdos básicos da Resolução CNE/CES 11-2002

Núcleo Comum do Curso da Poli (carga horária total: 630 horas, ou 27,5% da carga horária mínima)	Núcleo de conteúdos básicos da Resolução CNE/CES 11-2002
I - Introdução à Computação II - Representação Gráfica II - Cálculo I III - Cálculo II IV - Cálculo III V - Cálculo IV VI - Álgebra Linear I VII - Álgebra Linear II VIII - Probabilidade IX - Estatística X - Métodos Numéricos XI - Mecânica XII - Física II (Oscilações e Ondas) XIII - Física III (Eletromagnetismo) XIV - Física Experimental XV - Lab. de Física II (Me., Osc. e Ondas - LFa) XVI - Lab. de Física III (Eletromagnetismo - LFB)	I - Metodologia Científica e Tecnológica; II - Comunicação e Expressão; III - Informática; IV - Expressão Gráfica; V - Matemática; VI - Física; VII - Fenômenos de Transporte; VIII - Mecânica dos Sólidos; IX - Eletricidade Aplicada; X - Química; XI - Ciência e Tecnologia dos Materiais; XII - Administração; XIII - Economia; XIV - Ciências do Ambiente; XV - Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

O Núcleo Comum contribui para o estabelecimento de um perfil generalista do egresso, pelo qual um engenheiro de determinada modalidade consegue interagir plenamente com um engenheiro de outra modalidade, sem se opor à ideia da formação especializada de acordo com as necessidades de cada uma. O Núcleo Comum está estruturado também de forma a facilitar a flexibilização das carreiras oferecidas dentro da Escola Politécnica da USP. Além disso, a formação básica sólida contribui para a maior facilidade na solução de problemas inéditos e para a harmonização de currículos de maneira interinstitucional, como é o caso dos programas de internacionalização da graduação, que possuem exigências relativas à sua estrutura local de ensino. Assim, a harmonização da formação básica é imprescindível na formação do engenheiro global.

Como mostrado na Figura 2, o Núcleo Comum é composto por disciplinas que se iniciam no primeiro semestre e terminam no quinto semestre. Nenhum semestre da estrutura curricular compreende apenas disciplinas do Núcleo Comum, pois foi identificada a necessidade da existência de disciplinas profissionalizantes logo no início do curso (primeiro semestre) para motivar os estudos e contextualizar os temas abordados nas disciplinas básicas. Esse diálogo entre teoria e prática é fundamental na formação do engenheiro, pois este utilizará, com frequência, conceitos básicos na solução de problemas. Assim, o Núcleo Comum foi concebido com mais disciplinas nos primeiros semestres, deixando de existir a partir do 6º semestre. Outra característica que reforça o conceito de Núcleo Comum consiste na previsão de carga horária para que os alunos possam cursar optativas livres, ampliando assim o conceito da generalidade e da universalidade da formação acadêmica.

As disciplinas de matemática tratam da linguagem matemática em seu estado diferencial e integral, visualização geométrica em coordenadas, equacionamentos, análises estatísticas e probabilidades. As disciplinas de física abordam assuntos da mecânica, oscilações, ondas e eletromagnetismo, incluindo experimentos em laboratórios. Adicionalmente, a computação é explorada de forma introdutória e também no estudo de métodos numéricos, e uma base em estatística será fornecida.

Um aspecto importante nesta concepção é que haverá participação de docentes do Instituto de Matemática e Estatística da USP, do Instituto de Física da USP e da própria Escola Politécnica da USP nas disciplinas, com acompanhamento da evolução, visando maior contextualização dos temas e organicidade do Núcleo Comum.

Especificamente, a composição das disciplinas no Núcleo Comum da Escola Politécnica da USP almeja uma formação focada em:

- linguagens matemáticas indo do concreto ao abstrato e vice-versa;
- análises fenomenológicas da natureza envolvendo interpretações e formalismos contínuos e discretos;
- compreensão de modelos lógicos com transição entre absoluto e probabilístico;
- compreensão de modelos de tratamento computacional de fenômenos da natureza de forma absoluta e probabilística.

Entende-se que esses elementos são indispensáveis para a formação plena do engenheiro e a sua atuação no mundo contemporâneo, tanto como profissional quanto como cidadão consciente de suas ações. Por se tratar de uma escola de engenharia, nessa formação são utilizados recursos de tecnologia na metodologia de ensino, com aplicação de tarefas que exigem a manipulação de recursos computacionais e execução de projetos com propósitos reais.

As linguagens matemáticas são tratadas por três conjuntos de disciplinas:

- Cálculos (Cálculo I a Cálculo IV, 18 créditos-aula ou c.a.);
- Álgebras lineares (8 c.a.);
- Geometria e Representação Gráfica (3 c.a.).

A disciplina de Cálculo I (1º semestre, 6 c.a) apresenta ao aluno uma nova visão da matemática em relação ao ensino médio, onde os conceitos de limites e continuidade são tratados. Dessa forma, o estudante pode aplicar modelos infinitesimais que se aproximam mais dos fenômenos reais. Esses modelos são explorados em diferentes funções matemáticas na disciplina de Cálculo II (2º semestre, 4 c.a.). Esses estudos também são aprofundados na leitura de gráficos com conceitos de máximos, mínimos e gradiente. Na disciplina de Cálculo III (3º semestre, 4.c.a.), o estudante aplica essa linguagem em situações de duas e três variáveis e em diferentes sistemas de coordenadas, generalizando os conceitos anteriormente vistos e agregando novos conceitos. Nesse ponto, conceitos essenciais para a engenharia que envolvam volumes e superfícies são ministrados, como os conceitos de Green, Gauss e Stokes, assim como a interpretação física de entes matemáticos como gradiente, divergente e rotacional. No entanto, nem todas as modelagens matemáticas convergem ou possuem soluções próprias. Esses casos são abordados na disciplina de Cálculo IV (4º semestre, 4 c.a.) com o estudo de sequências e séries e de técnicas de resolução de equações diferenciais em diversas situações.

Dentro da linguagem matemática inserida no currículo dos cálculos existe a análise geométrica do espaço com o cálculo vetorial. Esse assunto, que rege boa parte dos fenômenos da natureza, é lecionado na disciplina de Álgebra Linear I (1º semestre, 4 c.a.). Esses conceitos são vistos concomitantemente na prática na disciplina de Geometria e Representação Gráfica (1º semestre, 3 c.a.) com o uso de ferramentas gráficas profissionais de geometria plana, descritiva e cotada. Esse aprendizado prático ocorre com a utilização de sistemas de *Computer Aided Design* e com o planejamento e execução de um projeto real onde a modelagem geométrica é empregada. Formas de equacionamento desse espaço são abordadas na disciplina de Álgebra Linear II (2º semestre, 4 c.a.) com o aprendizado de transformações lineares, auto valores e auto vetores para manipulação de equações diferenciais em situações lineares de recorrência e em sistemas dinâmicos.

Os fenômenos da natureza são estudados em profundidade nas disciplinas de física e mecânica (Física Experimental, Mecânica, Física II, Física III e Laboratórios de Física II e de Física III, totalizando 19 c.a.). Extensões desses conceitos, como física moderna e contemporânea e atividades experimentais associadas, não fazem parte do Núcleo Comum pois são abordados de maneira personalizada dentro de cada curso ou conjunto de cursos específico.

No primeiro semestre o aluno começa a se familiarizar com os conceitos dos cálculos, álgebras lineares e geometria descritiva, que serão objeto de estudo ao longo de outros semestres. Para que o aluno tenha tempo de amadurecer e aplicar esses conceitos de forma sistemática em outras disciplinas, eles são utilizados como ferramentas apenas no segundo semestre, onde o aluno tratará formalmente das leis da natureza, inicialmente através das disciplinas de Física II (2 c.a.) e de Mecânica (6 c.a.). Por essa razão, a disciplina de Física Experimental (3 c.a.), ministrada no primeiro semestre do curso, utiliza apenas a linguagem matemática e os conceitos de física adquiridos pelo aluno durante o ensino médio. Assim, o propósito da disciplina de Física Experimental é propiciar ao estudante um primeiro contato com rotinas de laboratório e com a metodologia científica, utilizando seus conhecimentos anteriores e estimulando-o a estabelecer relações entre a natureza, a linguagem matemática e os modelos físicos. Já no segundo semestre, a disciplina de Mecânica (6 c.a.) utiliza o cálculo vetorial e aborda a mecânica clássica no corpo pontual e rígido, estudando os diferentes movimentos e analisando a conservação de momento e energia. O comportamento ondulatório, presente na mecânica clássica, é lecionado também no segundo semestre na disciplina de Física II



(Oscilações e Ondas, 2 c.a.), que utiliza equações lineares como ferramenta matemática. Esses temas são fortalecidos no terceiro semestre pela realização de atividades experimentais na disciplina de Laboratório de Física II (2 c.a.). Os caracteres corpuscular e ondulatório são discutidos na disciplina de Física III (3º semestre, 4 c.a.) através dos fundamentos de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo, sendo esses tratados com as teorias de Green, Gauss e Stokes. A realização de atividades experimentais ocorre através da disciplina de Laboratório de Física III (4º semestre, 2 c.a.), voltada para aplicação prática dos conceitos de Física III em circuitos e sistemas elétricos.

Na disciplina de Introdução à Computação (1º semestre, 4 c.a.) são vistos conceitos de linguagens algorítmicas em funções, vetores e matrizes. O tema gerador que serve de eixo central é a programação computacional com a finalidade de resolver problemas. Nesta disciplina o aluno desenvolve, logo no primeiro semestre do curso, competências em metodologia de programação e familiarização com uma linguagem de programação. Pretende-se que a habilidade desenvolvida para resolver problemas por meio de computação seja explorada pelas diversas disciplinas subsequentes do Núcleo Comum, e em particular na disciplina de Métodos Numéricos (5º semestre, 4 c.a.) que revisa toda a linguagem matemática desenvolvida ao longo dos semestres anteriores e aprofunda o estudo de sistemas lineares, aproximação de funções e solução de equações não lineares e diferenciais por meio da resolução concreta de problemas de engenharia empregando métodos computacionais.

O Núcleo Comum conta também com a disciplina de Probabilidade (3º semestre, 2 c.a.), pois esta teoria é essencial para abordagens atuais de certos fenômenos da natureza que abandonam as certezas determinísticas de séculos passados e utilizam conceitos probabilísticos. Complementarmente, a disciplina de Estatística (4º semestre, 4 c.a.) explora os conceitos de estimativa, testes de hipóteses, análise de variância, intervalos de confiança e regressão que permitem, a partir da coleta, análise e interpretação de dados e informações, estimar as incertezas associadas a eventos futuros e orientar as decisões de Engenharia em face de tais incertezas.

O Quadro 2 traz a estrutura das disciplinas que compõem o Núcleo Comum.

**Quadro 2.** Estrutura das disciplinas obrigatórias do Núcleo Comum

Disciplinas (Sequencia Aconselhada)		Disciplina requisito	Crédito Aula / Trab.
<b>1º SEMESTRE</b>			
<b>MAC2166</b>	Introdução à Computação		4/0
<b>MAT2453</b>	Cálculo Diferencial e Integral I		6/0
<b>IFXXXX1</b>	Física Experimental		3/0
<b>PCC3100</b>	Geometria e Representação Gráfica		3/1
<b>MAT2457</b>	Álgebra Linear I		4/0
	Restante a ser preenchido pela CoC		
			20/1
<b>2º SEMESTRE</b>			
<b>MAT2454</b>	Cálculo Diferencial e Integral II	MAT2453	4/0
<b>PME3100</b>	Mecânica I	MAT2453 MAT2457	6/0
<b>IFXXXX2</b>	Física II	MAT2453	2/0
<b>MAT2458</b>	Álgebra Linear II	MAT2457	4/0
	Restante a ser preenchido pela CoC		
			16/0
<b>3º SEMESTRE</b>			

<b>MAT2455</b>	Cálculo Diferencial e Integral e III	MAT2454 MAT2458	4/0
<b>IFXXXX3</b>	Física III	MAT2453 IFXXXX2	4/0
<b>IFXXXXlabII</b>	Laboratório de Física II	IFXXXX2 PME3100	2/0
<b>03XXXX</b>	Probabilidade	MAT2454	2/0
	Restante a ser preenchido pela CoC		
			12/0

**4º SEMESTRE**

<b>MAT2456</b>	Cálculo Diferencial e Integral IV	MAT2454 MAT2458	4/0
<b>PRO3200</b>	Estatística	0302503	4/0
<b>IFXXXXlab3</b>	Laboratório de Física III	IFXXXX3	2/0
	Restante a ser preenchido pela CoC		
<b>IFXXXX4</b>	Física IV (não obrigatória)	0302503 IFXXXX3	4/0
			10/0

**5º SEMESTRE**

<b>MAP3121</b>	Métodos Numéricos	MAC2166 MAT2455	4/0
	Restante a ser preenchido pela CoC		
<b>IFXXXXLab4</b>	Laboratório de Física IV (não obrigatória)	IFXXXX4	2/0
			4/0
	<u>Total do Núcleo Comum</u>		62/1

Observações: (1) Disciplinas do IME estão passando nos departamentos, CG e congregação de lá (mantém códigos, ajustam conteúdos e nomes. Apenas Métodos Numéricos tem novo código pois é totalmente diferente). (2) Disciplinas da Física ainda estão sem códigos, e ementas de Física III e Física IV ainda necessitam de pequenos ajustes a serem decididos de comum acordo. Física IV e Laboratório de Física IV não são disciplinas do bloco laranja e não são obrigatórias.

## 2 A HABILITAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

Anualmente ingressam na Escola Politécnica 820 alunos, sendo que 60 alunos são selecionados para a habilitação em Engenharia Química. Os dois primeiros anos do curso são feitos no regime semestral.

O curso de Engenharia Química, a partir do terceiro ano, é oferecido no formato Cooperativo em módulos quadrimestrais. Cinco módulos acadêmicos alternam-se com quatro módulos de estágio. Nos módulos acadêmicos, a ênfase é na permanência do aluno dentro da universidade. Já nos módulos de estágio, são reservados quadrimestres na grade curricular para o exercício, por parte dos alunos, de atividades remuneradas em empresas e instituições, no Brasil e no exterior, que mantêm convênios com a Escola Politécnica. Desse modo, o aluno pode se dedicar exclusivamente às atividades acadêmicas e ao estágio. Cada programa de estágio é aprovado pela Escola para verificação da sua adequação ao projeto pedagógico.

Durante o módulo de estágio, o estudante é supervisionado e avaliado pela empresa/instituição, e, também, pela Escola, por meio de relatórios e acompanhamento por um professor. A educação cooperativa estimula e valoriza o contato do aluno com a prática profissional, possibilitando uma formação teórica e aplicada em engenharia química.



De um modo geral, o engenheiro químico da Escola Politécnica caracteriza-se por sólida formação básica, boa formação conceitual nas ciências da engenharia e com visão de aplicação da engenharia.

## 2.1 Histórico

Criado em 1925, o Curso de Engenharia Química da Escola Politécnica resultou da evolução de três outros cursos: o de Engenharia Industrial, ministrado entre 1893 e 1926, o de Químicos, oferecido no período de 1918 a 1928 e o de Químicos Industriais que funcionou de 1920 a 1935.

Desde a fundação da Escola Politécnica em 1893, no currículo do curso de Engenharia Industrial destacava-se muita química básica e particular atenção já era dedicada à química industrial orgânica. Esse curso foi substituído em 1918 por outros dois, um deles o Curso de Química (4 anos) que formava profissionais destinados tanto aos laboratórios quanto ao projeto e operação da indústria. Em 1920 foi implantado o curso de Química Industrial (3 anos). Finalmente em 31 de dezembro de 1925 foi criado o Curso de Engenharia Química (5 anos). Além das disciplinas características da Engenharia - Matemática, Álgebra, Geometria, Física, Desenho - enfatizava as químicas básicas e aplicadas. Seu currículo já apresentava o início do que se tornaria muito importante a partir da década de 50, ou seja, Aplicações de Transferência Calor e Termodinâmica, bem como de disciplinas de Bioquímica que ainda hoje estão crescendo em importância.

Em 1940 e 1955 ocorreram duas grandes revisões do currículo de graduação nas quais destacam-se a introdução do Cálculo Diferencial e Integral, Cálculo Vetorial, Mecânica Racional, Resistência dos Materiais, Economia, Cálculo Numérico, Mecânica dos Fluidos e a disciplina de Operações e Processos Unitários, além das disciplinas optativas oferecidas ao final do curso. Nessas reformas, acompanhou-se a tendência das grandes universidades estrangeiras de diminuição da parte descritiva dos processos químicos e aumento dos Fundamentos de Engenharia Química.

Nos 15 anos seguintes o curso consolidou-se com várias modificações, em particular, o ensino de operações unitárias desdobrando-se em uma disciplina de transmissão de calor e instrumentação e em outra de transporte de massa com forte ênfase em destilação.

Em 1961 as sete Cátedras de Química e Engenharia Química da EPUSP foram reunidas formando o atual Departamento de Engenharia Química.

Com a Reforma Universitária em 1969, foram criados os Institutos de Matemática, Física e Química da Universidade de São Paulo. Em 1970, com a implantação da Reforma, as disciplinas oferecidas pela Escola Politécnica, correspondentes às químicas fundamentais ( Inorgânica, Orgânica, Analítica e Físico-Química ) foram transferidas para o Instituto de Química. Assim, as antigas Cátedras de Engenharia Química passaram a constituir o atual Departamento de Engenharia Química da EPUSP e as disciplinas correspondentes foram para ele transferidas.

Várias alterações no currículo seguiram-se então de 1970 a 74. Entre elas destacam-se a implantação das três disciplinas de Fenômenos de Transporte (quantidade de movimento, calor e massa), a de Cálculo de Reatores, e as de Análise de Processos Químicos, Instrumentação e Controle, Projeto e Simulação de Processos Químicos, além das de Ciência dos Materiais de Engenharia e a de Engenharia de Alimentos. Este currículo de 1974 revelou-se moderno e eficiente para a formação de profissionais competentes e altamente qualificados para enfrentar os desafios do crescente desenvolvimento tecnológico a que o país vem se submetendo desde então. Ele ainda é a base do atual currículo no qual foram introduzidas as disciplinas de Laboratórios de Engenharia Química,

Corrosão, Ciências do Ambiente, Combustão e Combustíveis e Engenharia Bioquímica. Em 1989 foi realizada uma reforma do curso, com a adequação de várias ementas e a criação da disciplina de Prevenção de Perdas.

Desde a sua fundação em 1893, a EPUSP assumiu como missão preparar profissionais competentes para liderar o desenvolvimento tecnológico do país. Isto tem sido viabilizado pelas atividades de ensino e da pesquisa tecnológica de ponta somadas ao intercâmbio com os setores produtivos. Agindo sempre no sentido de inovar, a Escola Politécnica iniciou em 1989 uma experiência pioneira no Brasil, de implantação de cursos Cooperativos de Engenharia Química, de Produção e de Computação. O modelo adotado foi baseado em modelo praticado na Universidade de Waterloo no Canadá.

Assim, em 1989, teve início o curso Cooperativo de Graduação em Engenharia Química, no então Campus Avançado da Escola Politécnica em Cubatão e que funcionou até 1996. O curso foi implantado com currículo semelhante ao do Campus de São Paulo, porém, além dos nove períodos (quadrimestres) letivos o aluno realizava seis períodos de estágio.

A educação Cooperativa é uma modalidade de ensino desenvolvida em cooperação com empresas e outras instituições. Na sua estrutura alternam-se módulos quadrimestrais acadêmicos e de estágio nos quais, ou o aluno dedica-se integralmente às atividades acadêmicas, ou às de estágio.

Na Reforma Curricular ocorrida em 1997, devido à experiência extremamente positiva do curso cooperativo realizado em Cubatão, o curso de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP adotou este sistema para todos alunos do Campus de São Paulo. O Curso de Engenharia Química da EPUSP tornou-se Cooperativo para todos os alunos que optam por Engenharia Química.

A nova Estrutura Curricular - EC3 - da Escola Politécnica foi discutida e elaborada, buscando a modernização do currículo de todos os cursos da EPUSP. A estrutura do curso de Engenharia Química da EPUSP pode ser subdividida em um Núcleo Comum, distribuído nos 5 primeiros períodos, e um núcleo específico e profissionalizante, distribuído ao longo de todo o curso.

A Escola Politécnica já formou mais de 2000 engenheiros químicos, que atuam nos mais diferentes segmentos, no Brasil e no exterior.

### **2.1.1 Relevância Social**

A engenharia pode ser definida como a aplicação da ciência para a conversão de recursos naturais e não-naturais em processos e produtos para o uso do homem em seu meio. A adequada interação do engenheiro com a sociedade e o ambiente é fundamental para o desenvolvimento da profissão de forma eficaz e responsável.

No caso particular da Engenharia Química o foco é na viabilização de processos químicos e bioquímicos nos quais matérias-primas são transformadas em produtos industriais. O Engenheiro Químico pode atuar na análise, no desenvolvimento, no gerenciamento e no projeto de processos e produtos da engenharia onde fenômenos físico-químicos são relevantes.

A Engenharia Química desempenha um papel primordial no desenvolvimento de amplo espectro de indústrias, não apenas químicas, mas de transformação, tanto de base quanto de produtos acabados, tais como: Química, Petroquímica, Petróleo e Gás, Biotecnologia, Celulose e Papel, Fertilizantes, Especialidades Químicas, Fármacos, Alimentos, Açúcar e Álcool, Cosméticos, Tintas e Vernizes, entre outras. Observa-se a crescente importância da engenharia química em outros segmentos além dos tradicionais, tais como: biomedicina, eletrônica, ambiental, bioquímica, bioengenharia.

Consequentemente, tem-se um forte impacto na economia e na sociedade, não apenas na sua capacidade de gerar riquezas e empregos, mas também na busca de soluções tecnológicas satisfatórias para enfrentar os problemas que advém do próprio desenvolvimento.

### 2.1.2 Diretrizes

Principais diretrizes do Curso de Engenharia Química da EPUSP:

- (1) Melhoria das instalações físicas da graduação (salas de aula e laboratórios), incluindo:
  - modernização da infraestrutura das salas de aula, no que se refere à utilização de equipamentos de multimídia;
  - reforma de laboratórios didáticos;
  - modernização dos laboratórios didáticos.
- (2) Modernização do currículo do Curso de Engenharia Química.

A partir de 2014, a Escola Politécnica pretende implementar a primeira etapa da nova Estrutura Curricular. Disciplinas e seus conteúdos foram revistas e várias reformulações serão implementadas.

- (3) Promover a integração das disciplinas e a interdisciplinaridade.

O conceito de módulo acadêmico e de curso seriado valorizam a integração das disciplinas. A interdisciplinaridade pode ser viabilizada, por exemplo, pelo desenvolvimento de um projeto que envolve diferentes disciplinas do módulo, fornecendo ao aluno uma visão global e sistematizada da engenharia, ao invés de caracterizá-la como um agrupamento de disciplinas.

- (4) Incentivar atitude pró-ativa do professor como supervisor de estágio.

Um dos grandes desafios de um corpo docente em regime de dedicação integral é manter presente a percepção da realidade do mundo do trabalho e da sua dinâmica. O acompanhamento e supervisão do estágio tende a propiciar está atualização, o que naturalmente enriquece o curso.

- (5) Utilização do ambiente virtual como ferramenta de ensino-aprendizagem..

A utilização de ferramentas virtuais (Stoa, “applets” e outras) já é uma realidade no curso. Estas ferramentas possibilitam o gerenciamento do curso: disponibilizando material bibliográfico, tarefas, cronograma de disciplina, plantão de dúvidas, entre outras possibilidades.

- (6) Consolidação do Laboratório Aberto.

Na disciplina Laboratório de Fundamentos de Engenharia Química foi implantada a atividade “Laboratório Aberto”, na qual os alunos (em grupos de cinco alunos) são apresentados a um problema “real” de engenharia, e devem apresentar soluções para o mesmo. Face à complexidade do problema são necessários ensaios experimentais, modelagem física, modelagem matemática, elaboração de relatórios e uma apresentação do trabalho desenvolvido para um grupo de professores. Tal atividade estimula a atitude de engenheiro, a criatividade e o trabalho em equipe.

- (7) Revisão da atual estrutura de oferecimento dos módulos acadêmicos e de estágios.

Deve-se analisar se a atual estrutura de oferecimento de módulos – Tabela 1 do item Matriz Curricular – é a mais eficaz na formação dos alunos. Alterações nesta estrutura podem proporcionar

um melhor desempenho dos alunos. A experiência adquirida com operação do curso nos últimos anos permite uma avaliação mais acurada da atual situação.

(8) Consolidação do escritório de estágios no Departamento.

Para suprir a o número de vagas de estágio dos módulos ME1 e ME4, cerca de 240 vagas/ano, o Departamento conta com um engenheiro coordenador de estágios do curso cooperativo, o qual tem como atribuição manter contato contínuo com as empresas e instituições para captação de vagas de estágios. A necessidade de captar vagas de estágios junto às empresas/instituições, bem como a administração e supervisão desses estágios, requer uma infra-estrutura física e recursos humanos maiores que os atuais. Assim, o Departamento tem incrementado o suporte administrativo à tarefa de angariar estágios para os cursos cooperativos de Engenharia Química.

(9) Incentivar a participação dos alunos nos programas de Iniciação Científica, principalmente como módulo de estágio, no Brasil e no exterior..

A Iniciação Científica proporciona uma formação diferenciada ao aluno e futuro engenheiro, pois estimula o trabalho criterioso e investigativo e enriquece a formação básica. É importante a alocação de bolsas de Iniciação Científica com recursos provenientes de empresas e instituições conveniadas com a Escola, inclusive em programas de intercâmbio com o exterior.

(10) Desenvolver publicações didáticas (apostilas, livros, apresentações multimídia) e outras iniciativas de práticas de ensino (p.ex. experimentos *web-lab*) pelo corpo docente.

(11) Consolidação do intercâmbio internacional com universidades do Exterior.

Agregar ao intercâmbio de alunos o estabelecimento de parcerias entre a Escola Politécnica e as universidades do exterior com o objetivo de desenvolver pesquisas científicas e tecnológicas.

(12) Captar recursos externos para a melhoria da infra-estrutura da graduação, através do envio de projetos específicos às agências de fomento.

(13) Realização de “Workshop de Estágios da Engenharia Química”, a cada ano.

O “Workshop” conta com a participação de alunos, professores e representantes de empresas. O objetivo é analisar as perspectivas na área de engenharia química e as experiências dos alunos em seus estágios.

(14) Acompanhamento dos egressos do curso de Engenharia Química e “Workshop de Egressos”.

A Coordenação de Estágios do curso promove a atualização do cadastro dos egressos e promove uma rede de relacionamento. O objetivo do Workshop de Egressos é propiciar a interação da Escola com os politécnicos formados, visando à melhoria do curso de graduação.

## 2.2 Processo Pedagógico

De um modo geral o aluno da EPUSP caracteriza-se por uma sólida formação nas disciplinas fundamentais básicas, uma boa formação conceitual em engenharia e na formação profissionalizante, que é valorizada com a educação cooperativa.

Um diferencial do curso de Engenharia Química da Poli é o seu modelo cooperativo, pioneiro no Brasil. A partir do terceiro ano, o curso é oferecido na estrutura quadrimestral, intercalando-se

cinco quadrimestres acadêmicos e quatro quadrimestres de estágio. Dessa forma, o aluno pode se dedicar de forma intensa ao estudo ou estágio, em cada quadrimestre.

A educação cooperativa é uma metodologia de ensino que promove o aprendizado contínuo através de aulas e aprendizagem baseadas no trabalho. Este modelo viabiliza a integração entre as empresas e a instituição de ensino na formação de profissionais habilitados para enfrentar o dinamismo do mercado de trabalho, que exige rápida adequação do engenheiro e conhecimentos atualizados com as inovações tecnológicas.

A experiência adquirida nos estágios é trazida para a sala de aula. Este processo é um fator motivador para o aluno, além de impor a atualização contínua do currículo acadêmico. Outro aspecto positivo é o desenvolvimento de habilidades e competências em ambientes que promovem maiores desafios para o desenvolvimento humano e profissional. Além disso, a participação do professor orientador no acompanhamento do módulo de estágio permite uma maior interação entre a universidade e a empresa.

Várias iniciativas tem sido propostas e implantadas para a melhoria do processo pedagógico, destacando-se: o laboratório aberto, os módulos de disciplinas optativas, a modernização curricular, o trabalho de conclusão de curso, e os intercâmbios internacionais. Apresenta-se, na sequência, uma breve descrição destas atividades:

**Laboratório aberto:** Na disciplina Laboratório de Fundamentos de Engenharia Química foi implantada a atividade “Laboratório Aberto”, na qual os alunos (em grupos de cinco alunos) são apresentados a um problema “real” de engenharia, e devem apresentar soluções para o mesmo. Face à complexidade do problema são necessários ensaios experimentais, modelagem física, modelagem matemática, elaboração de relatórios e uma apresentação do trabalho desenvolvido para um grupo de professores. Tal atividade estimula a atitude de engenheiro, a criatividade e o trabalho em equipe.

Outra importante característica do Curso é o intercâmbio internacional com universidades da Europa. Esta internacionalização promove a formação de um profissional com visão e mobilidade internacional. A Escola Politécnica mantém desde 1999 acordos com escolas francesas (p.ex. com as Ecoles Centrales, com Ecole Polytechnique, com a École Nationale des Pons et Chaussées, com a École Nationale Supérieure de Chimie de Paris) para desenvolvimento de programas de duplo diploma de graduação. Além do Programa de Duplo Diploma, também existem os convênios de intercâmbio internacional que propiciam a alunos de graduação passar períodos de seis meses a dois anos estudando em universidades do exterior, com quem os grupos de pesquisa mantêm acordos de colaboração (Cofecub, Probral, etc.). Atualmente os alunos do curso de Engenharia Química tem oportunidade de participar destes intercâmbios, p.ex. com o ENSIACET (Toulouse, França) e com a Universidade de Karlsruhe (Karlsruhe, Alemanha).

Implementou-se, em 2005, a Comissão de Modernização PQI2015, com o objetivo de elaborar uma proposta de modernização curricular para o Curso de Engenharia Química da EPUSP. O trabalho foi desenvolvido em quatro etapas: análise do panorama da engenharia química no Brasil e no mundo e das perspectivas para as próximas duas décadas; caracterização do perfil considerado adequado para o futuro engenheiro químico; levantamento de informações referentes aos cursos de engenharia química de importantes instituições no exterior; proposição da atualização da atual estrutura curricular, particularmente quanto aos conteúdos.

As propostas para reformulação do currículo de engenharia química foram discutidas no departamento de Engenharia Química da EPUSP em reuniões periódicas com os docentes e

representantes discentes. As propostas visam a modernização do currículo: minimizando a repetição de conteúdos das disciplinas, estimulando o desenvolvimento de trabalhos práticos pelos alunos, atualizando-se os conteúdos dos cursos e promovendo a integração das disciplinas e a interdisciplinaridade. Parte das propostas consideradas consensuais, no âmbito do departamento, foram implementadas nos últimos.

Uma reforma curricular mais profunda será implementada em toda a EPUSP, a partir de 2014. Esta reforma terá impacto importante na modernização do curso de Engenharia Química. A estrutura do curso de Engenharia Química da EPUSP pode ser subdividida em um Núcleo Comum, distribuído nos 5 primeiros períodos, e um núcleo específico e profissionalizante, distribuído ao longo de todo o curso.

### **2.2.1 Campo de atuação**

O domínio de atuação do engenheiro químico é bastante amplo; tanto na diversidade de segmentos industriais, quanto na pluralidade das formas de atuação deste profissional.

O engenheiro químico pode atuar em uma grande variedade de segmentos industriais, tais como: Químico, Petroquímico, Petróleo e Gás, Biotecnologia, Celulose e Papel, Fertilizantes, Especialidades Químicas, Fármacos, Alimentos, Açúcar e Álcool, Cosméticos, Tintas e Vernizes, entre outras.

O engenheiro químico está habilitado para atuar nas áreas de planejamento, projeto, construção, operação, processo e gerência de plantas químicas industriais e correlatas. Também são importantes áreas de atuação do engenheiro químico: pesquisa e desenvolvimento de processos e produtos, engenharia ambiental, segurança do trabalho, engenharia de qualidade, vendas e assistência técnicas, marketing, gestão de negócios e área financeira.

### **2.2.2 Missão e Objetivos para o Curso**

Em conformidade com as orientações do Conselho Nacional de Educação, a Escola Politécnica e Departamento de Engenharia Química têm como missão a formação de um engenheiro com forte formação básica e perfil generalista. Com capacidade para identificar e resolver problemas, considerando-se os seus aspectos econômicos, sociais, ambientais e culturais, e de acordo com as demandas da sociedade.

Desde a sua fundação, a Escola Politécnica tem participado das conquistas tecnológicas do país, capacitando engenheiros com uma formação ampla para que exerçam suas funções de forma plena e imbuídos do espírito de inovação.

A contínua reestruturação da indústria química brasileira e a crescente demanda por engenheiros químicos em outras áreas (Engenharia Ambiental, Engenharia Bioquímica, Engenharia de Alimentos e Engenharia de Bioprocessos) exigem um novo perfil do profissional da engenharia química. Cabe às instituições de ensino, além de garantir um ambiente de aprendizado eficiente para que o aluno desenvolva as suas competências e habilidades, uma maior orientação individual para que cada aluno explore as suas aptidões e descubra vocações para a eficácia da sua educação.

Devido ao grande sucesso da experiência prévia do Curso Cooperativo no Campus Avançado da EPUSP em Cubatão, o Departamento implantou no Campus de São Paulo, o Curso Cooperativo para todos os alunos ingressantes em Engenharia Química na EPUSP a partir de 2001.

A educação cooperativa promove o desenvolvimento de competências e habilidades do aluno, por meio de uma metodologia de ensino de aprendizado contínuo: através de aulas e aprendizagem baseadas no trabalho. Este modelo viabiliza a integração entre as empresas e a instituição de ensino na formação de profissionais habilitados para enfrentar o dinamismo do mercado de trabalho, que exige rápida adequação do engenheiro e conhecimentos atualizados com as inovações tecnológicas.

### **2.2.3 Perfil profissional**

Escola Politécnica forma engenheiros químicos com forte formação básica e perfil generalista. Com capacidade para identificar e resolver problemas, considerando-se os seus aspectos econômicos, sociais, ambientais e culturais, e de acordo com as demandas da sociedade. A educação cooperativa viabiliza a formação de profissionais habilitados para enfrentar o dinamismo do mercado de trabalho, que exige rápida adequação do engenheiro e conhecimentos atualizados com as inovações tecnológicas.

O perfil profissional do Engenheiro Químico da Escola Politécnica está baseado nas seguintes habilidades e competências:

- Formação científica básica forte
- Visão crítica, reflexiva e humanista
- Aplicação da ética e responsabilidade profissionais
- Visão sistêmica de processos químicos
- Aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos na engenharia;
- Capacidade de análise de projetos e processos químicos
- Capacidade de planejamento e coordenação de projetos e processos químicos
- Capacidade de desenvolver trabalhos em equipes multidisciplinares.
- Capacidade para atender às mudanças da sociedade e setores produtivos

## **2.3 Matriz Curricular**

A partir do terceiro ano o Curso de Engenharia Química da EPUSP é oferecido no formato Cooperativo em módulos quadrimestrais. O Curso de Engenharia Química é seriado, alternando cinco Módulos Acadêmicos (MA1 a MA5) e quatro Módulos de Estágio Cooperativo (ME1 a ME4) ao longo da realização do Curso. A Tabela 1 apresenta seqüenciamento de Módulos Acadêmicos e de Estágio.

No modelo Cooperativo, o ano letivo é dividido em três quadrimestres que vão de janeiro a abril, de maio a agosto e de setembro a dezembro.

**Tabela 1.** Seqüência dos Módulos Acadêmicos e de Estágios

## Curso Quadrimestral (Cooperativo) – Engenharia Química

	1º Quadrimestre				2º Quadrimestre				3º Quadrimestre			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1º ano			1º semestre						2º semestre			
2º ano			3º semestre						4º semestre			
3º ano	MA1				MA2				ME1			
4º ano	MA3				ME2				MA4			
5º ano	ME3				MA5				ME4			

Os módulos acadêmicos (MA1 a MA5) são desenvolvidos no Departamento de Engenharia Química. Durante os módulos acadêmicos, exige-se a total dedicação do aluno às disciplinas. O sistema do curso é seriado, significando que o aluno tem que ser aprovado em todas as disciplinas que compõem o módulo que estiver cursando. Cada módulo (quadrimestre) é composto por 15 semanas letivas e uma semana para as provas de recuperação. Existe um período de recesso entre um quadrimestre e o seguinte.

Nos módulos de estágios os alunos desenvolvem de atividades remuneradas em empresas, centros de pesquisa, universidades e instituições, no Brasil e no exterior, que mantêm convênios com a Escola Politécnica. Cada programa de estágio é aprovado pela Escola para verificação da sua adequação ao projeto pedagógico.

Os Cursos Cooperativos foram instalados na Escola Politécnica em 1989, sendo oficialmente reconhecido pelo Ministério da Educação e do Desporto, através da Portaria nº 146, de 22 de fevereiro de 1995.

A Tabela 3 apresenta a Estrutura Curricular – 2014 – do Curso de Engenharia Química, discriminando-se as disciplinas, os respectivos créditos, requisitos e carga horária apresenta dados referentes à distribuição da carga horária do curso nos diferentes grupos de disciplinas. Evidencia-se, pela carga horária, a forte formação básica e o papel do estágio no aprendizado.



**Tabela 2.** Estrutura curricular do curso de Engenharia Química – EC3 2014

ESTRUTURA CURRICULAR 2014 - EC3						
Curso: ENGENHARIA QUÍMICA				Durações:		
Código: 03091				Ideal:	10 sem.	
Período: Integral				Mínima:	8 sem.	
				Máxima:	18 sem.	
Disciplinas Obrigatórias Sequência Aconselhada	Disciplina Requisito	Aula	Trab.	Total	Carga Hor. Semestral	Período ideal
Cálculo Diferencial e Integral para Engenharia I		6		6	90	1
Álgebra Linear para Engenharia I		4		4	60	1
Introdução à Computação para Engenharia		4		4	60	1
Geometria e Representação Gráfica		3		3	45	1
Laboratório de Física I		3		3	45	1
PQI 3101 Fundamentos das Transformações Químicas		3		3	45	1
PQI 3102 Introdução à Engenharia Química		2	1	3	60	1
<b>Soma</b>				26	405	
Cálculo Diferencial e Integral para Engenharia II		4		4	60	2
Álgebra Linear para Engenharia II		4		4	60	2
Mecânica		6		6	90	2
Oscilações e Ondas		2		2	30	2
PMT 2100 Introdução à Ciência dos Materiais para Engenharia		4		4	60	2
PQI 3103 Conservação de Massa e Energia		4		4	60	2
PQI 3104 Termodinâmica Química I		4		4	60	2
<b>Soma</b>				28	420	
Cálculo Diferencial e Integral para Engenharia III		4		4	60	3
Eletromagnetismo		4		4	60	3
Laboratório de Física II para Engenharia		2		2	30	3
Probabilidade em Engenharia		2		2	30	3
QFL 2129 Química Inorgânica		4		4	60	3
PEF 2407 Resistência dos Materiais		4		4	60	3
PMT 2200 Ciência dos Materiais		4		4	60	3
PQI 3201 Termodinâmica Química II		4		4	60	3
<b>Soma</b>				28	420	
Cálculo Diferencial e Integral para Engenharia IV		4		4	60	4
Física Moderna		4		4	60	4
Laboratório de Física III para Engenharia		2		2	30	4
Estatística		4		4	60	4
QFL 2426 Físico-Química XVII	QFL 2129	4		4	60	4
QFL 2308 Introdução à Química Orgânica		4		4	60	4
PQI 3202 Fenômenos de Transporte I		6		6	90	4
<b>Soma</b>				28	420	
Métodos Numéricos para Engenharia		4		4	60	A1
Laboratório de Física Moderna		3		3	45	A1
QFL 2309 Reatividade dos Compostos Orgânicos	QFL 2308	6		6	90	A1
QFL 2427 Físico Química XVIII	QFL 2426	4		4	60	A1
PQI 3301 Fenômenos de Transporte II		6		6	90	A1
PQI 3302 Operações Unitárias I		4		4	60	A1
<b>Soma</b>				27	405	

QFL 2201 Química Analítica	QFL 2129	6	6	90	A2	
PQI 3303 Fenômenos de Transporte III		6	6	90	A2	
PQI 3304 Operações Unitárias II		4	4	60	A2	
PQI 3305 Engenharia de Reações Químicas I		4	4	60	A2	
PEA 2494 Eletricidade Geral II		4	4	60	A2	
PRO 2273 Introdução à Economia		4	4	60	A2	
Soma				28	420	
PQI 3300 Estagio Cooperativo I		2	15	17	480	E1
PHD 2219 Introdução à Engenharia Ambiental		2		2	30	A3
PQI 3401 Engenharia de Reações Químicas II		4		4	60	A3
PQI 3402 Operações Unitárias III		4		4	60	A3
PQI 3403 Análise de Processos da Indústria Química		4		4	60	A3
PQI 3404 Engenharia Bioquímica I		5		5	75	A3
PQI 3405 Engenharia de Alimentos I		4		4	60	A3
PQI 3406 Corrosão e Seleção de Materiais		3		3	45	A3
PQI 3412 Segurança de Processos da Indústria Química		2		2	30	A3
Soma				28	420	
PQI 3400 Estagio Cooperativo II		2	15	17	480	E2
PQI 3407 Controle de Processos da Indústria Química		4		4	60	A4
PQI 3408 Simulação de Processos da Indústria Química		4		4	60	A4
PQI 3409 Laboratório de Operações Unitárias e Reatores		2		2	30	A4
PQI 3410 Engenharia Bioquímica II		4		4	60	A4
PQI 3411 Trabalho de Conclusão de Curso I		1	1	2	45	A4
PQI 3413 Síntese e Projeto de Processos		6		6	90	A4
PRO 2275 Princípios de Administração de Empresas		4		4	60	A4
Soma				26	405	
PQI 3500 Estagio Cooperativo III		2	15	17	480	E3
PRO 2276 Princípios da Gestão de Produção e Logística		4		4	60	A5
PRO 2277 Princípios da Gestão de Projeto		2		2	30	A5
PQI 3501 Trabalho de Conclusão de Curso II		1	2	3	75	A5
Optativa eletiva I		4		4	60	A5
Optativa eletiva II		4		4	60	A5
Optativa eletiva III		4		4	60	A5
Soma		19		21	345	
PQI 3600 Estagio Cooperativo IV		2	15	17	480	E4

Deve-se salientar que a Estrutura Curricular do curso de Engenharia Química **não segue in totum as recomendações para a EC3** apresentadas na Figura 1, embora comungue dos objetivos gerais da reforma curricular e tente seguir as recomendações tanto quanto possível. Em virtude da estrutura quadrimestral dos três últimos anos do curso, que impõe restrições, por exemplo, à realização de disciplinas optativas fora do Departamento, **não** é possível adotar todas as recomendações e manter a estrutura quadrimestral como concebida. Esse fato foi reconhecido nas discussões sobre a EC3 nos fóruns apropriados, no âmbito da Escola Politécnica (Comissão de Graduação) e do Departamento de Engenharia Química (Comissão de Coordenação de Curso).

## 2.4 Perfil Pedagógico do Professor

O perfil do professor universitário tem se deslocado do professor especialista para o mediador de aprendizagem. Consoante com esta visão, o Departamento de Engenharia Química da EPUSP reconhece a importância e estimula as seguintes competências do professor, para o processo de ensino-aprendizagem:

- Além do domínio dos conhecimentos na área em que atua, o professor deve buscar a contínua atualização destes por meio de: pesquisas, participação em encontros e congressos, contato com as novas tecnologias (visitas e estágios a laboratórios e plantas industriais). A sólida formação acadêmica do corpo docente tem sido valorizada por meio da qualificação mínima exigida nos concursos de ingresso na carreira docente.
- Domínio do processo de ensino-aprendizagem, deslocando o foco da transmissão de conhecimento para o desenvolvimento das habilidades profissionais dos alunos.
- Integração da disciplina ministrada no currículo. O professor deve ter plena consciência da importância e da real inserção das disciplinas ministradas no currículo do Curso. No caso do Curso Cooperativo existe um forte estímulo a esta integração, por meio das reuniões de planejamento e acompanhamento dos módulos, permitindo-se, assim, um maior conhecimento dos processos e conteúdos das demais disciplinas do módulo e estimulando-se a integração e a interdisciplinaridade.
- O professor agindo como motivador do desenvolvimento dos alunos. Valorizando as conquistas dos alunos e ajudando na identificação e eventuais correções de rotas ao longo ao longo do curso. No módulo de estágio, quando o aluno está ausente do ambiente acadêmico, o processo de acompanhamento pelo professor é importante pois os desafios no ambiente profissional são geralmente bem distintos dos verificados no módulo acadêmico. O programa de tutoria implantado, em fase experimental, em 2008, é muito importante neste contexto.
- O professor atuando como cidadão e na sua dimensão política. O professor com a sua experiência profissional e de vida pode, e deve, encaminhar questões presentes na sociedade e na evolução desta. Esta interação tem surgido com frequência quando da participação do aluno no processo de inserção profissional e durante a realização do estágio, pois se defronta com a realidade da vida profissional.
- A atualização do professor com as tecnologias educacionais. Tem-se estimulado a utilização das diferentes tecnologias educacionais nas diferentes disciplinas. Um exemplo são os trabalhos desenvolvidos em grupo pelos alunos, no qual incentiva-se a formação do grupo e a sua atuação de forma “profissional”. Outro exemplo é a gestão das disciplinas por tecnologias de comunicação (p.e.: Moodle e COL) .

Para a inserção dos professores no processo pedagógico proposto, a Escola Politécnica e o Departamento de Engenharia Química tem desenvolvido várias políticas e tomado algumas iniciativas, como segue:

- A política de que os docentes freqüentem cursos para melhoria pedagógica e didática das aulas de graduação. Vários professores participaram dos Cursos sobre Técnicas de Ensino na Engenharia, ministrados pelo Prof. Dr. Marcos Masseto, docente da Faculdade de Educação da USP e da PUC.

- Em 2008, o Departamento de Engenharia Química participou com professores e pós-graduandos de um curso de curta duração – 18 horas - sobre Ensino de Engenharia Química ministrado pelo Professor Richard M. Felder da North Carolina State University. O Prof. Felder é autoridade mundial na área de ensino de engenharia, co-autor de livro *Elementary Principles of Chemical Processes* e escreve a "coluna" "Random Thoughts" sobre ensino de engenharia química no periódico "Chemical Engineering Education". O curso foi ministrado na UNICAMP e foi transmitido por vídeo conferência para a EPUSP e UFSCar.
- Outra importante atividade na área de ensino de engenharia química foi a realização do XII ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE O ENSINO DE ENGENHARIA QUÍMICA - ENBEQ – 2007 – organizado pela Departamento de Engenharia Química da EPUSP, sob coordenação da Profa. Dra. Maria Cândida Reginato Facciotti. O evento foi realizado em Águas de São Pedro no Hotel Fazenda Fonte Colina Verde, no período de 30 de setembro a 3 de outubro de 2007. O ENBEQ – Encontro Brasileiro sobre o Ensino de Engenharia Química é um evento tradicional na comunidade acadêmica de ensino de Engenharia Química no Brasil e é realizado pela Associação Brasileira de Engenharia Química (ABEQ) a cada dois anos. Este tradicional evento visa estimular as discussões sobre diversos aspectos ligados ao ensino da Engenharia Química e a formação do profissional Engenheiro Químico. Participam deste evento professores dos cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Química de várias universidades do país, além de outros profissionais interessados no ensino de EQ e representantes discentes, totalizando cerca de 150 participantes.
- Tem-se estimulado a participação de professores do Departamento em congressos de ensino de engenharia, tais como: COBENGE e ENBEQ.
- A importância do estágio na formação do engenheiro químico, e principalmente a experiência de mais de 15 anos do Curso Cooperativo de Engenharia Química da EPUSP, estão relatados em vários artigos publicados em revistas e congressos nacionais e internacionais dos Professores Patrícia H. L. S. Matai e Cláudio R. de F. Pacheco, do Departamento de Engenharia Química. Como texto síntese tem-se o capítulo "O estágio e o ensino de engenharia", de autoria do Prof. Cláudio R. de F. Pacheco e do Prof. Dr. Marcos Masseto, do livro "Ensino de Engenharia – Técnicas para Otimização das Aulas", lançado em 2007.

## 2.5 Acompanhamento de egressos

O relacionamento do departamento com os ex-alunos é realizado por meio da AEP - Associação dos Engenheiros Politécnicos, trata-se de uma entidade sem fins lucrativos, a qual trabalha em benefício dos ex-alunos da Escola Politécnica. Eventos tradicionais como Jantar dos formandos de 10, 25 e 50 anos, Homenagem ao professor do ano, Coquetel de Recepção aos Calouros, Viagens, Confraternização AEP, como também eventos esportivos, além de muitos projetos como: Bolsa de Estudos aos alunos carentes e o POLI MAPCOM, configuram a interação com os ex-alunos.

O projeto Poli Mapcom representou uma inovação no processo de gestão de carreiras e de capital humano no meio universitário. O processo do mapeamento consiste basicamente na aplicação de um questionário de preferências comportamentais, em que as escolhas resultarão na elaboração do seu perfil de competências, que será entregue em uma devolutiva grupal (reunião de

feedback com até 30 participantes) coordenada por profissionais especializados em gestão e orientação de carreiras. Outro aspecto do mapeamento é o fornecimento de informações estratégicas para melhoria da gestão educacional.

Uma outro importante projeto é o “Workshop de Egressos”. O objetivo é propiciar a interação da Escola com os politécnicos formados, visando à melhoria do curso de graduação.

Em 2010, realizou-se o “I Workshop de Egressos”. Numa primeira etapa, realizou-se uma pesquisa com os egressos do Curso Cooperativo com os seguintes objetivos:

- Obter o perfil dos egressos.
- Avaliar a inserção dos engenheiros formados no curso no mundo do trabalho
- Promover o levantamento de sugestões e opiniões acerca do curso.

A pesquisa foi realizada através de questionário eletrônico, com questões previamente discutidas no âmbito da Coordenação do Curso. Selecionaram-se os formandos por amostragem, estatisticamente representativa, de cada turma formada, para aplicação do questionário.

Participaram do “Workshop”, engenheiros egressos do curso e professores. Neste evento, foram apresentados os resultados do estudo do perfil de egressos e foram discutidos alguns temas, como por exemplo:

- Modernização curricular
- Mecanismos de interação com a EPUSP, por meio de cursos de extensão e especialização, pós-graduação e convênios
- Inserção no mundo do trabalho
- Habilidades e competências a serem desenvolvidas pelos alunos do curso

## 2.6 Critérios de Avaliação do Processo de Ensino-Aprendizagem

A avaliação das disciplinas dos primeiro anos do curso são feitas a partir de questionário respondido pelos alunos, sob coordenação da representação discente, e orientada pela Comissão de Ciclo Básico da Escola Politécnica. Ao final de cada semestre são realizadas reuniões para análise e discussão dos resultados do processo de avaliação. Participam desta reunião a coordenação do ciclo básico, o orientador pedagógico, os professores responsáveis pelas disciplinas e a representação discente. Este processo, em operação há alguns anos, tem fornecido importantes subsídios para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem do Ciclo Básico.

Como já observado, a partir do terceiro ano o Curso Cooperativo de Engenharia Química é operado em módulos acadêmicos módulos de estágio. É importante lembrar que o sistema do curso é seriado, significando que o aluno tem que ser aprovado em todas as disciplinas que compõem o módulo que estiver cursando. Tanto o planejamento quanto a condução dos trabalhos num dado módulo acadêmico têm sido realizados e avaliados através de reuniões de planejamento e de acompanhamento. Os módulos são planejados em período que antecede o módulo pelos professores em conjunto com o coordenador do módulo e o coordenador do curso. Os professores apresentam os planejamentos das respectivas disciplinas, no qual expõem os objetivos e o programa da disciplina, assim como o calendário de atividades (inclusive o de avaliações). Os objetivos das reuniões de planejamento são: promover a integração entre os professores do módulo, troca de idéias e de informações referentes às disciplinas do módulo acadêmico.

As reuniões de planejamento tem se mostrado um instrumento útil para a organização do curso pois tem sido possível detectar, entre outras coisas, superposições de tarefas possibilitando

uma distribuição mais homogênea durante o módulo acadêmico, contribuindo para a melhoria da qualidade do curso. Outro ponto importante é a possibilidade de detectar problemas no transcurso do módulo e, se possível, solucioná-los. Assim como os alunos tem que se dedicar à todas as disciplinas dividindo o seu tempo e dedicação a todas (lembrando que o curso é seriado), é interessante que os professores de um dado módulo tenham conhecimento das atividades das outras disciplinas e busquem a interdisciplinaridade. Isto cria um engajamento com as atividades do módulo em andamento. São convidados a participar das reuniões de planejamento, representantes discentes que promovem a discussão sobre o desempenho dos alunos e dos docentes ao longo do módulo acadêmico.

Uma das principais atribuições da Coordenadoria dos Cursos Quadrimestrais – CCQ - da EPUSP é avaliação do processo de Ensino-Aprendizagem de cada módulo acadêmico e de estágio. A representação discente de cada módulo acadêmico apresenta um relatório circunstanciado de avaliação do último módulo cursado, no qual são discutidas questões relacionadas aos aspectos pedagógicos e de conteúdo de cada uma das disciplinas do módulo acadêmico. O relatório é analisado e discutido no âmbito da CCQ, que conta com a participação do coordenador do curso, do professor coordenador do módulo, da representação discente e demais professores interessados. Cada professor recebe a avaliação da respectiva disciplina. Os relatórios são, então, enviados à Diretoria da Escola Politécnica e às Chefias dos Departamentos responsáveis pelas disciplinas ministradas.

Este processo tem sido bastante eficaz e muito contribuiu para a reformulação do currículo do curso e da forma de operação do curso.

Reuniões periódicos tem sido realizadas no âmbito do Departamento de Engenharia Química com a participação de professores e alunos para avaliação do Curso e para elaboração de proposta de melhorias. Dentre os principais pontos discutidos nos últimos dois anos, destacam-se:

- As atribuições dos professores no processo de avaliação e acompanhamento de módulo de estágios. Como resultado elaborou-se um roteiro de visita para o professor, com o objetivo de avaliar a empresa ou instituição que oferta o estágio, o estágio proposto e o aluno.
- Avaliação da qualidade dos estágios realizados pelos alunos. Apresentaram-se os perfis dos estágios realizados nos últimos três anos por atividade, segmento e local de trabalho.
- Análise das propostas de modernização curricular.
- Melhorias na operacionalização do Curso Cooperativo. Apresentaram-se sugestões quanto ao sequenciamento dos módulos acadêmicos e de estágio, com o objetivo de de um melhor aproveitamento dos alunos nos módulos acadêmicos.
- Estimular a participação dos alunos nos programas de Iniciação Científica. De fato, nos últimos anos, tem-se observado um maior interesse dos alunos por trabalhos de Iniciação Científica, que pode ser caracterizada como um módulo de estágio.

## **2.7 Corpo Docente**

O corpo docente do Departamento de Engenharia Química é composto por 29 professores, sendo 26 docentes em Regime de Dedicação Integral e Exclusiva (RDIDP), 2 docentes em Regime de Turno Completo (RTC) e 1 em Regime de Tempo Parcial (RTP).

No quadro que segue constam os docentes do Departamento (15 doutores, 9 associados e 5 titulares). Na sequência são apresentados os currículos resumidos de cada um dos docentes do departamento.

### **Docentes do Departamento de Engenharia Química**

#### **Doutores (MS-3)**

Adriano Rodrigues Azzoni  
Andre Goncalves Antunha  
Antonio Carlos Silva Costa Teixeira  
Augusto Camara Neiva  
Hercílio Gomes de Melo  
Idalina Vieira Aoki  
Isabel Correia Guedes  
José Luís de Paiva  
José Luis Pires Camacho  
Luiz Alexandre Kulay  
Luiz Valcov Loureiro  
Masazi Maeda  
Rita Maria de Brito Alves  
Song Won Park  
Wilson Miguel Salvagnini

#### **Associados (MS-5)**

Aldo Tonso  
Ardson dos Santos Vianna Junior  
Galo Antonio Carrillo Le Roux  
Jorge Andrey Wilhelms Gut  
Jose Mangolini Neves  
Marcelo Martins Seckler  
Maria Elena Santos Taqueda  
Pedro de Alcântara Pessôa Filho

#### **Titulares (MS-6)**

Carmen Cecilia Tadini  
Claudio Augusto Oller do Nascimento  
Darci Odloak  
Reinaldo Giudici  
Roberto Guardani

### **2.7.1 Currículo resumido dos docentes**

#### **Adriano Rodrigues Azzoni**

Possui graduação, mestrado e doutorado em Engenharia Química (Processos Biotecnológicos) pela Universidade Estadual de Campinas, com estágio de um ano nos Estados Unidos (Iowa State University e ProdiGene Inc.), realizado durante o doutorado. Realizou pós-doutorado no Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética da UNICAMP (2002-2004) na área de clonagem, purificação e determinação funcional e estrutural de proteínas recombinantes. Em



2004, transferiu-se para o IBB-Institute for Biotechnology and Bioengineering, Centro de Engenharia Biológica e Química, em Portugal, onde realizou pós-doutorado na área de desenvolvimento de plasmídeos para utilização em terapia gênica e vacinação por DNA. Atualmente coordena um Auxílio Jovem Pesquisador (FAPESP) na área de Engenharia de Proteínas, com o objetivo de desenvolver proteínas recombinantes especificamente desenhadas para "gene delivery" em protocolos de terapia e vacinação gênicas.

#### **Aldo Tonso**

Possui graduação (1987), mestrado (1994), doutorado (2000) e livre-docência (2012) em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo, tendo realizado a parte experimental do doutorado nos Estados Unidos (cultivos de células animais em perfusão, com Konstantin Konstantinov, na Bayer Corporation, por 27 meses). Tem experiência na área de Engenharia de Bioprocessos, com ênfase em Cultivos de Células Animais (de inseto e mamíferos) e Automação de Bioprocessos.

#### **Andre Goncalves Antunha**

Possui graduação em Engenharia Química pelo Departamento de Engenharia Química, Escola Politécnica da USP (1976), mestrado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp (1984) e doutorado em Engenharia Química pelo Departamento de Engenharia Química, EPUSP (1989). Sua experiência é focada em Termodinâmica e Fenômenos de Transporte.

#### **Antonio Carlos Silva Costa Teixeira**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1989), mestrado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1993) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1998). Atuou como pesquisador visitante na Universidade de Bremen (Alemanha), no âmbito do Programa de Cooperação Internacional Studies in Layer Melt Crystallization Processes", como bolsista da Fundação Volkswagen (1999) e na Universidade de Karlsruhe (Alemanha), no âmbito do Programa Probral - CAPES/DAAD (2002, 2008). Realizou seu pós-doutoramento junto à Universidade de São Paulo (2001-2005), com estágios na Universidade de Karlsruhe (Alemanha). Atua junto à equipe do Centro de Engenharia de Sistemas Químicos (CESQ/DEQ-EPUSP) e possui experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em reatores químicos, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento de processos de tratamento de efluentes industriais, processos oxidativos avançados, processos fotoquímicos e aplicações de modelagem molecular a problemas de engenharia química. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 2.

#### **Ardson dos Santos Vianna Junior**

Possui graduação em Engenharia Química pelo Instituto Militar de Engenharia (1987), mestrado (1991) e doutorado (2003) em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - PEQ/COPPE. Foi professor do Instituto Militar de Engenharia de 1994 a 2010. Tem experiência na área de Engenharia de Processos, atuando principalmente nos seguintes temas: fluidodinâmica, modelagem e simulação, CFD, reatores e polimerização.

#### **Augusto Camara Neiva**

Possui graduação (1976), mestrado (1985) e doutorado (1993) em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Atuou em P/D na COSIPA, no IPEN e no Instituto de Física da USP. Foi gerente industrial da Mextra Metalurgia Extrativa, em Diadema,



professor no Curso de Metalurgia da Faculdade de Engenharia Industrial e diretor do curso de engenharia da Universidade Metropolitana de Santos. Fez pós-doutoramento na Universidade de Birmingham, Inglaterra. Atua junto ao Núcleo de Economia Solidária da USP, e é avaliador de cursos e instituições do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior. Tem experiência na área de diagramas de fases, materiais magnéticos, sinterização de pós, eletroquímica, caracterização microestrutural, pátinas artificiais, espectroscopia de fluorescência de raios X e caracterização de bens culturais.

#### **Carmen Cecilia Tadini**

É graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (1977), mestrado em Engenharia de Alimentos pela Universidade de São Paulo (1988) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1994). Foi Presidente da Comissão de Pesquisa da EPUSP (2006-2010) e Pró-Reitora Adjunta de Pesquisa da USP (2010-2011). Atualmente é vice-coordenadora do NAPAN - Núcleo de Apoio à Pesquisa em Alimentos e Nutrição. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: transferência de calor de alimentos líquidos, pasteurização, novos processos em panificação, congelamento, biofilmes. É membro do corpo editorial da LWT-Food Science & Technology e Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 1D.

#### **Claudio Augusto Oller do Nascimento**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1975), mestrado em Engenharia Química pelo Departamento de Engenharia Química, EPUSP (1979), doutorado em Engenharia Química pela University of Salford (1982) e pós-doutorado pela Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (1991). Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Processos Industriais de Engenharia Química, atuando principalmente nos seguintes temas: catálise, modelagem matemática, processos oxidativos avançados, engenharia ambiental. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 1A.

#### **Darci Odloak**

Possui graduação em Engenharia Química pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1971), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1977) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade de Leeds (1980). Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Controle de Processos Químicos, atuando principalmente nos seguintes temas: model predictive control, robust stability, real time optimization. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 2.

#### **Galo Antonio Carrillo Le Roux**

É Engenheiro Químico (1987) e mestre em Engenharia Química (1991) pela Escola Politécnica da USP e doutor em Engenharia de Processos pelo Institut National Polytechnique de Toulouse (1995). Atua em modelagem, simulação, síntese e controle de Processos com ênfase em métodos de estimação de parâmetros e identificação de sistemas (problemas inversos). As aplicações abrangem uma grande gama de problemas em biotecnologia (análise de fluxos metabólicos), petróleo, petroquímica, química fina (destilação reativa), química ambiental, fotoquímica e alimentos e envolvem desde a operação de plantas industriais a mecanismos elementares de reação. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 2.

#### **Hercílio Gomes de Melo**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (1985), mestrado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1994), doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1999), doutorado em Eletroquímica - Université Pierre et Marie Curie (1999), e Pós-Doutorado no Centre Inter Universitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux (CIRIMAT) em Toulouse, França (2005-2006). Tem experiência nas áreas de Engenharia Química e de Materiais, com ênfase em Corrosão e Proteção de Materiais Metálicos, atuando principalmente nos seguintes temas: espectroscopia de impedância eletroquímica, corrosão e proteção do alumínio e de suas ligas, revestimentos ambientalmente amigáveis, aplicação de técnicas eletroquímicas para o estudo da deterioração do patrimônio histórico. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 2.

#### **Idalina Vieira Aoki**

Possui graduação em Bacharel Em Química Com Atribuições Tecnológicas pela Universidade de São Paulo (1977), mestrado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1982) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1987). Tem experiência na área de Engenharia Química e de Materiais tendo pesquisado em Corrosão, atuando principalmente nos seguintes temas: corrosão atmosférica, inibidores de corrosão e tratamento de superfícies metálicas tais como aço carbono e alumínio com polissilanos e revestimentos híbridos. Atualmente o foco da sua pesquisa está no desenvolvimento de microcápsulas contendo agentes de autorreparação ou inibidores para serem aditivados em tintas e também o desenvolvimento de nanorreservatórios obtidos pelo método layer-by-layer contendo inibidores de corrosão sobre nanopartículas de sílica, mineral haloisita e nanotubos de carbono. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 2.

#### **Isabel Correia Guedes**

Concluiu graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba (1979), obteve o título de Mestre em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1983) e o título de Doutor em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1996). Em 2003 desenvolveu projeto de pesquisa no Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. Tem experiência na área de Eletroquímica e corrosão, com ênfase para Métodos de Proteção. Sua principal linha de pesquisa tem sido o estudo de inibidores de corrosão para ligas ferrosas, principalmente para aço carbono, tanto em meio ácido como em meio neutro.

#### **Jorge Andrey Wilhelms Gut**

É graduado em Engenharia Química pela USP (1998), Doutor em Engenharia Química pela USP (2003) e Livre Docente na especialidade de Eng. de Alimentos pela USP (2012). Atua no Laboratório de Eng. de Alimentos (LEA), e sua principal linha de pesquisa é de modelagem, validação e otimização da pasteurização de alimentos líquidos usando trocadores de calor ou aquecimento por micro-ondas. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 2.

#### **José Luís de Paiva**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1985), bacharelado em Física pela Universidade de São Paulo (1986), mestrado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1993) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1999). Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Operações Industriais e Equipamentos para Engenharia Química, atuando principalmente nos seguintes temas: transferência de massa, processos químicos e fenômenos de transporte.

**José Luis Pires Camacho**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1985), mestrado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1992) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1998). Atualmente é Professor doutor da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Processos Industriais de Engenharia Química, atuando principalmente nos seguintes temas: Processos de separação, t-butil-hidroquinona, Extração líquido-líquido.

**Jose Mangolini Neves**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia (1971), mestrado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1980) e doutorado com livre docência em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1984, 1997). Foi Professor de Engenharia de Materiais na Universidade Presbiteriana Mackenzie nas áreas de Engenharia de Polímeros e Embalagens até 2011 e Pesquisador do IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo na área de Celulose e Papel até 2010. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Processos Industriais de Engenharia Química, atuando principalmente nos seguintes temas: alto rendimento, papel, branqueamento, polpação kraft e reciclagem.

**Luiz Alexandre Kulay**

Possui graduação em Engenharia Química pelo Instituto Mauá de Tecnologia (1989), mestrado em Engenharia Química pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2000) e doutorado em Engenharia Química pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2004). Complementarmente, atuou também junto à iniciativa privada como Engenheiro de Controle Ambiental da Suzano de Papel e Celulose (SPC) no período entre 1990 e 1998. Dado o caráter de sua formação nos âmbitos profissional e acadêmico, dedica esforços e faz desenvolvimentos junto à área ambiental a quase duas décadas, observando para tanto vieses de controle ambiental e de prevenção da poluição. Dois terços deste período foram dedicados em particular à pesquisa e implementação no país da técnica de gestão ambiental denominada Avaliação do Ciclo de Vida. No que se refere às áreas de atuação, são temas de pesquisas: avaliação do ciclo de vida (ACV), Life Cycle Assessment (LCA), Prevenção da Poluição (P2) e Gestão Ambiental.

**Luiz Valcov Loureiro**

Engenheiro mecânico pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1979), mestrado e doutor em Engenharia pela Ecole Centrale des Arts et Manufactures de Paris (1984). Atualmente é diretor executivo da Comissão Fulbright no Brasil (desde 2004). Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Planejamento em Ciência e Tecnologia. Foi Diretor de Programas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do MEC de 1995 a 2002. Atua principalmente nos seguintes temas: política de formação de recursos humanos, gestão de ciência e tecnologia, redes neurais, modelagem dinâmica, reconciliação de dados aplicação de internet avançada no ensino de engenharia (weblabs).

**Marcelo Martins Seckler**

Possui graduação, mestrado e doutorado em engenharia química (respectivamente na EPUSP, 1984, UFSCar, 1989, e TUDelft, Holanda, 1994). Foi professor associado pela TUDelft (2001-2003) e pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1986-2010). Tem experiência nos seguintes temas: cristalização e precipitação industriais, desenvolvimento de

processos químicos e fluidodinâmica computacional. É bolsista de Produtividade Desen. Tec. e Extensão Inovadora do CNPq - Nível 2.

#### **Maria Elena Santos Taqueda**

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal de Sergipe (1970), mestrado em Engenharia e Tecnologia Nucleares pela Universidade de São Paulo (1975), doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1986), livre docência na área de Separações Térmicas e Mecânicas pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Operações de Separação Térmicas e Mecânicas, atuando principalmente nos seguintes temas: evaporador de filme descendente, absorção, destilação, experimental design, superfície de resposta, melhoria de processos industriais.

#### **Masazi Maeda**

Possui graduação pelo Instituto Mauá de Tecnologia (1977), especialização pelo Instituto Mauá de Tecnologia (1979), mestrado pela Universidade de São Paulo (1983) e doutorado pela Universidade de São Paulo (1988).

#### **Pedro de Alcântara Pessoa Filho**

Graduou-se em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (1995), onde também realizou seu mestrado (1998) e doutorado (2002), e em 2011 obteve o título de Livre Docente na especialidade Termodinâmica Química pelo Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP. Em 2007-2008 realizou estágio de pós-doutorado na Technische Universität Kaiserslautern, Alemanha, no grupo do Prof. Gerd Maurer. Sua principal área de pesquisa é a Termodinâmica do Equilíbrio de Fases, com ênfase principalmente no estudo de processos de purificação de biomoléculas, mas com aplicações também em outros ramos do conhecimento, como Engenharia de Alimentos e Engenharia de Petróleo. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 2.

#### **Reinaldo Giudici**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1983), mestrado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1986), doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1990) e Livre-Docência (USP, 1994). Realizou estágio de pós-doutorado na McMaster University, Canadá (1992-1993). Tem experiência na área de Reatores Químicos, atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem matemática, simulação e otimização de processos, engenharia de reações químicas, engenharia de reações de polimerização, monitoramento em linha de processos de polimerização. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 1A.

#### **Rita Maria de Brito Alves**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia (1981), especialização em CENPEQ-Curso de Eng. e Processamento Petroquímico pela UFBA/PETROBRAS/PETROQUISA (1981), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (1998), doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (2003), pós-doutorado pela Institut National Polytechnique de Toulouse (2004) e pós-doutorado pela Universidade de São Paulo - Escola Politécnica (2005-2009). Atuou como Engenheira de Processos no Centro de Desenvolvimento de Tecnologia da COPENE (Atual BRASKEM-UIB). Atua principalmente nos seguintes temas de pesquisa: modelagem, simulação e otimização de processos químicos,

processos de refino de petróleo, termodinâmica de equilíbrio de fases, redes neurais, análise estatística multivariada para análise de dados e reúso de água.

#### **Roberto Guardani**

Engenheiro Químico (1976), mestre em Engenharia Química (1982), doutor em Engenharia Química (1989) e livre-docente em Engenharia Química (1997) pela Universidade de São Paulo, atua na área de Engenharia de Processos, principalmente nos seguintes temas: modelagem matemática, simulação e otimização; aplicações de redes neurais; processos de tratamento de efluentes industriais; processos envolvendo partículas, com ênfase em fluidização, cristalização, escoamento multifásico; desenvolvimento de técnicas de medição de partículas em processos. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 2.

#### **Song Won Park**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1980), mestrado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1987) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1995). Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Controle de Processos Químicos, atuando principalmente nos seguintes temas: processamento de material lignocelulósico, celulose e papel, controle de processos, fabricação de papel e máquina de papel.

#### **Wilson Miguel Salvagnini**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1974), mestrado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1979) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (1989). Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Operações Industriais e Equipamentos para Engenharia Química.

## **2.8 Ordenamento do estágio e trabalho de conclusão de curso**

No Curso Cooperativo de Engenharia Química os módulos de estágio (ME1 a ME4) são disciplinas obrigatórias e possuem validade acadêmica. A duração de cada estágio é de quatro meses. O aluno permanece na empresa/instituição em tempo integral, porque não tem atividades na universidade, nesse período.

De acordo com a legislação que rege as atividades de estágio (Lei nº - 11.788, de 25 de setembro de 2008) deve-se celebrar termo de compromisso entre o educando, a parte concedente do estágio e a instituição de ensino.

O programa de estágio é aprovado pela Escola para verificação da sua adequação ao projeto pedagógico. É permitido ao aluno do Curso Cooperativo a realização de estágio não obrigatório, desde que aprovado pela Escola Politécnica.

Os estágios Cooperativos são classificados em níveis ME1 até ME4 em função das qualificações desejáveis com respeito ao aluno, levando em conta o grau de supervisão necessário. No primeiro módulo, pretende-se que o aluno conviva e aprenda com as relações de trabalho. Nos últimos módulos, exige-se uma postura de profissional praticamente formado. O curso termina com um módulo de estágio para permitir que o aluno, quando há interesse da empresa, desenvolva programas de “trainee”. A Tabela 3 apresenta uma síntese dos objetivos, conteúdos e habilidades desejáveis nos módulos de estágio.

**Tabela 3.** Módulos de Estágio do Curso Cooperativo de Engenharia Química (ME1 a ME4): objetivos, conteúdos e habilidades

<p><b><u>Objetivos</u></b></p> <p>(a) interação do alunos com atividades da empresa ou instituição (universidade ou centro de pesquisa) e familiarização com a prática profissional (ME1);</p> <p>(b) promover, efetivar e/ou aumentar a interação com os setores industriais, de serviços das empresas (estágios em empresas) ou com o setor acadêmico (ME1 a ME4);</p> <p>(c) Realizar o módulo de estágio no setor acadêmico, podendo desenvolver atividades em: pesquisa, iniciação científica e monitoria.</p> <p>(d) realização de estágio em área técnica afim do curso (ME2) e de natureza profissional (ME3 e ME4);</p> <p>(e) promover a integração efetiva entre a Escola Politécnica e as empresas (ME1 a ME4).</p>
<p><b><u>Conteúdos</u></b></p> <p>(a) participação do aluno em processos seletivos (empresa e meio acadêmico);</p> <p>(b) a supervisão do estágio fica a cargo do Departamento, que designará um professor orientador;</p> <p>(c) o orientador de Estágio define os conteúdos os quais devem estar relacionados com áreas afins do Departamento;</p> <p>(d) apresentação de relatórios de estágio.</p>
<p><b><u>Habilidades</u></b></p> <p>(a) comunicação oral e escrita (elaboração de currículos, entrevistas, provas escritas em alguns casos);</p> <p>(b) aplicar conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;</p> <p>(c) desenvolvimento de postura profissional, de senso crítico e ético;</p> <p>(d) valorização da atividade desenvolvida e capacidade de associação do aprendizado desenvolvido em sala de aula com os da atividade profissional.</p> <p>(e) avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental</p> <p>(f) atuar em equipes multidisciplinares;</p>

As atividades de estágio são desenvolvidas em empresas e instituições, no Brasil e no exterior, que mantêm convênios com a Escola Politécnica, tais como: indústrias, escritórios, consultorias, universidades e centros de pesquisa. A diversidade das atividades que podem ser desenvolvidas pelo aluno em estágio é muito ampla, assim, cada programa de estágio é aprovado pela Escola para verificação da sua adequação ao projeto pedagógico. Durante o período de estágio, o estudante é supervisionado e avaliado pela empresa, e, também, pela Escola, por meio de relatórios e acompanhamento por um professor. A educação cooperativa estimula e valoriza o contato do aluno com a prática profissional, possibilitando a uma boa formação teórica e aplicada em engenharia química.

Os processos seletivos são realizados pelas empresas e instituições sem a interferência da Escola. Existem alguns casos de empresas e instituições que realizam o processo seletivo nas próprias dependências da Escola Politécnica. Os estágios são remunerados cabendo ao aluno definir diretamente com a empresa o valor da remuneração.

A coordenação e alocação dos alunos nas empresas são feitas por um Coordenador de Estágio que tem a função de promover o contato da Escola com as empresas e instituições, discutir vagas, visitar o ambiente de trabalho e zelar pelo bom relacionamento empresa/instituição de

ensino. A organização dos estágios é realizada durante o módulo acadêmico que antecede o de estágio. A Escola Politécnica conta com Setor de Coordenação e Controle de Estágios que oferece o suporte para que sejam celebrados os convênios (contratos) com empresas, sendo responsável pela divulgação das ofertas das vagas solicitadas

A coordenação de estágios do Departamento de Engenharia Química têm elaborado estudos e levantamentos a partir de informações coletadas do contato com os alunos em estágios e de profissionais das áreas técnicas e de recursos humanos. Estes estudos são geralmente apresentados e analisados em reuniões internas do Departamento com participação de professores e alunos. Por exemplo, nas Tabelas 4 e 5 são apresentados dados referentes às áreas de atuação e do ambiente de trabalho nos quais os alunos realizaram os seus módulos de estágio e trabalharam como formados. Este tipo de informação auxilia os alunos ingressantes no curso, pois ilustra as demandas do mercado de trabalho e perspectivas profissionais.

**Tabela 4.** Áreas de atuação da turma formada em 2006

	Turma formada em 2006				
Áreas de atuação	ME1	ME2	ME3	ME4	Formado
Pesquisa e Desenvolvimento	36,2	36,2	29,8	19,1	3,0
Gestão	2,1	8,5	8,5	6,4	5,1
Financeira	12,8	0,0	0,0	0,0	3,0
Comercial	4,3	4,3	6,4	8,5	6,1
Processos/Produção	34,0	34,0	29,8	31,9	39,4
Projetos	10,6	17,0	25,5	34,0	42,4

**Tabela 5.** Ambiente de Trabalho: turma formada em 2006

	Turma formada em 2006				
Ambiente de Trabalho	ME1	ME2	ME3	ME4	Formado
Indústria	34,0	38,3	29,8	19,1	2,9
Escritório	27,7	21,3	34,0	48,9	55,9
Laboratório/Universidade	38,3	40,4	36,2	31,9	41,2

A cada ano é realizado o “Workshop de Estágios da Engenharia Química”, que conta com a participação de alunos, professores e representantes de empresas. Através de palestras e grupos de estudos foram discutidas as perspectivas na área de engenharia química, e relataram-se as experiências dos alunos em seus estágios.



## 2.9 Infraestrutura

### 2.9.1 Biblioteca

A Biblioteca do Departamento de Engenharia Química conta com um acervo de 273 títulos de periódicos, 7.750 livros, 1.461 teses e mais de 51.000 volumes, compreendendo livros, teses e folhetos, disponíveis para consultas e empréstimos. As pesquisas bibliográficas podem ser efetuadas manualmente através de catálogos, abstracts e revisões, ou de maneira automatizada, através do Banco de Dados DEDALUS, do sistema on-line via DT/SIBI, da Internet (Current Contents, Web of Science, etc), ou ainda através da utilização de bases de dados em CD-ROM.

As instalações da Biblioteca compreendem: 26 lugares na Sala de Leitura, 8 lugares para consulta junto ao Acervo, 3 salas para estudo individual, 2 salas para pesquisa bibliográfica via Internet, 3 estações de consulta a Internet e 18 bagageiros.

Nos últimos anos os recursos para aquisição de novos livros têm sido supridos pela Escola Politécnica e pela FAPESP. Além das instalações do Conjunto das Químicas o Departamento conta com o apoio do Divisão de Bibliotecas da Escola Politécnica, com outras sete bibliotecas e perfazendo um total de 96.802 livros.

### 2.9.2 Informática

O Departamento está bem equipado com recursos de informática. Para uso dos alunos de graduação, os seguintes recursos são disponibilizados:

- Sala Pró-Aluno, instalada no piso térreo do Bloco 18, dispõe de 15 microcomputadores para uso geral dos alunos de graduação, e contam com o suporte de monitores.
- Células de ensino (salas de estudo/informática) instaladas nos diferentes blocos do departamento. Estas salas dispõem de infraestrutura de informática, e servem para uso dos alunos do terceiro, quarto e quinto anos do curso cooperativo de Engenharia Química realizarem suas tarefas extra-classe (relatórios, trabalhos computacionais, exercícios, etc). Cada uma destas células está instalada dentro de um laboratório ou grupo de pesquisa, fazendo com que os alunos de graduação convivam com o ambiente de pesquisa e compartilhem o espaço com os professores e alunos de pós-graduação no mesmo ambiente.

### 2.9.3 Espaço Físico.

O Departamento de Engenharia Química ocupa uma área total de 12.900 m<sup>2</sup>, referente a cinco Blocos do Conjunto das Químicas (Blocos 18 a 22) e mais três quartas partes do Edifício Semi-Industrial, distribuída pelas seguintes dependências:

- Bloco 18	1.350 m <sup>2</sup>
- Bloco 19	1.350 m <sup>2</sup>
- Bloco 20	2.000 m <sup>2</sup>
- Bloco 21	2.000 m <sup>2</sup>
- Bloco 22	1.350 m <sup>2</sup>



- Semi-Industrial                      4.850 m<sup>2</sup>

No Bloco 18 está instalada no piso térreo a Secretaria do Departamento, sala de reunião do Conselho, três salas de aula e uma sala de microcomputadores para uso geral dos alunos de graduação (sala Pró-Aluno). No piso superior, estão instalados salas de docentes, uma sala de microcomputadores, uma célula de ensino (sala com microcomputadores para uso exclusivo de alunos de graduação), e laboratórios de pesquisa do Laboratório de Eletroquímica e Corrosão (LEC) e do Grupo de Prevenção de Perdas.

No Bloco 19 está instalada no piso térreo a Biblioteca da Engenharia Química, e serviços de fotocópias e lanchonete. No piso superior há duas salas de aula, sendo uma delas adaptada como um anfiteatro, uma sala da zeladoria, e as instalações do centro acadêmico dos estudantes de Engenharia Química, a AEQ – Associação de Engenharia Química.

No Bloco 20 piso térreo há uma sala de aula, um laboratório didático, e dois laboratórios de pesquisa do LEB – Laboratório de Engenharia Bioquímica. No piso superior há uma sala de aulas, uma sala de microcomputadores, uma sala para alunos de pós-graduação, salas de docentes, três laboratórios do LEB, e uma célula de ensino.

No Bloco 21 piso térreo é ocupado pelo LSCP – Laboratório de Simulação e Controle de Processos, com salas de docentes, salas de microcomputadores, salas para os alunos de pós-graduação, e célula de ensino. No piso superior está instalado o laboratório didático de Química tecnológica Geral, e duas salas de aula.

No Bloco 22 piso térreo, está instalado um laboratório do LSTM – Laboratório de Separações Térmicas e Mecânicas, salas de docentes, almoxarifado de reagentes, e uma célula de ensino. No piso superior, há uma sala de aula, salas de docentes, sala de microcomputadores, laboratórios didáticos, e laboratórios de pesquisa do LABIEQ – Laboratório de Informática em Engenharia Química.

No Edifício Semi-Industrial, uma quarta parte é ocupada por laboratórios didáticos e pesquisa do LSCP (laboratório de reatores de polimerização, laboratório de reatores fotoquímicos para degradação de efluentes, equipamentos analíticos diversos), uma quarta parte é ocupada por laboratórios didáticos e de pesquisa do LEA – Laboratório de Engenharia de Alimentos, sendo que nesta parte também encontra-se instalada o Centro de Estudos e Documentação Max Feffer (contendo sala de apresentação para cursos e seminários, e sala de microcomputadores), e uma quarta parte estão instalados laboratórios didáticos, de Fenômenos de Transporte e laboratório “aberto”, e nesta parte também estão instalados os laboratórios de pesquisa do grupo de química industrial e do Grupo de Controle da Poluição.

#### **2.9.4 Laboratórios**

O departamento conta atualmente com 6 laboratórios de pesquisa, descritos a seguir:

(1) LSCP - Laboratório de Simulação e Controle de Processos (LSCP) - Este laboratório conta com ampla infraestrutura computacional (mais de 70 microcomputadores Pentium, 8 estações de trabalho RISC 6000, HP e Digital), sistemas de aquisição de dados e controle, 3 cromatógrafos a gás automatizados, além de infraestrutura para pesquisas com reatores de polimerização (analisador de distribuição de tamanho de partículas por dispersão de laser, sistema de análise de imagens, densímetro digital, reatores de polimerização batelada e contínuo de diferentes portes e concepções, reator piloto de polimerização automatizado e instrumentado, 4 cromatógrafo a gás

sendo um com sistema de amostragem "head-space" e detector de espectrômetro de massa GC-MS, espectrofotômetros Raman e infravermelho com sensores para análises in-line, 2 cromatógrafos líquido com detectores diversos, inclusive com espectrometro de massa HPLC-MS), reforma catalítica (reatores de leito fixo diferenciais e integrais), leito fluidizado e reatores fotoquímicos (reatores fotoquímicos de diferentes portes e configurações, analisador de carbono orgânico e inorgânico em soluções (TOC e IC), espectrofotômetro de UV e visível com sonda para medições "in-line" e varredura do espectro (Varian, Cary 50), conjunto para análise de DQO. Este laboratório tem realizado trabalhos conjuntos com diversas empresas, tais como Petrobrás, Rhodia, Oxiteno, Fafen-Nitrofértil e Dedini, além de projetos de intercâmbio com universidades do exterior (Universidades de Karlsruhe e de Bremen, da Alemanha, Universidade de Chile, Universidade Nacional de Misiones, Argentina, Universidade Claude Bernard de Lyon, França).

(2) LEB - Laboratório de Engenharia Bioquímica – Neste laboratório destacam-se os seguintes equipamentos: 8 reatores de bancada (1 a 15 litros), 1 planta piloto com um reator de 50 litros e outro de 400 litros. Dentre os reatores de bancada, 5 estão acoplados a microcomputadores, permitindo a utilização de técnicas avançadas de controle através de software específico Labview. Dispõe-se ainda de um cromatógrafo líquido a alta pressão (HPLC) e um analisador de gases, sistema de análise de imagens para acompanhamento de morfologia de microorganismos, equipamentos básicos para estudos de purificação de biomoléculas. Em 2002 foi montado um novo laboratório para estudo de fermentação em meio semi-sólido com um reator em escala piloto, dentro de projeto apoiado pela FAPESP e por empresa do setor. Atualmente pode-se estimar em cerca de US\$ 2 milhões o valor dos equipamentos instalados neste laboratório. Este laboratório mantém interação com outras unidades da USP, tais como, o Laboratório de Biologia Molecular do Instituto de Química da USP (IQUSP), o Laboratório de Genética de Microrganismos do Instituto de Ciências Biomédicas da USP (ICBUSP), e o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Colabora também com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), através de trabalhos conjuntos realizados com o Agrupamento de Biotecnologia do IPT.

(3) LEC - Laboratório de Eletroquímica e Corrosão – Este laboratório conta com os seguintes equipamentos principais: 1 potenciostato/galvanostato da PARC, provido de registrador e programador de potenciais, 1 microscópio metalográfico, 1 multímetro de 4 1/2 dígitos, condutivímetro e outros equipamentos auxiliares. O laboratório mantém interação com outras unidades da USP, a saber: Laboratório de Metalografia e de Microscopia Eletrônica do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da EPUSP, bem como com alguns laboratórios do Instituto de Química da USP (IQUSP). Também tem convênios com instituições da França através de programa CAPES-Cofecub.

(4) LEA - Laboratório de Engenharia de Alimentos – Este laboratório consiste basicamente de uma usina piloto, onde se encontram instalados os seguintes equipamentos principais: recravadeira, destilador de 3 corpos, engenho de provas Kepler, liofilizadores, moinhos, secador por nebulização, trocador de calor a placas, concentrador de duplo efeito, sistema de ultrafiltração, homogeneizador, câmara de umidade controlada, câmara de defumação, sistema de água gelada e torre de resfriamento. Este laboratório mantém interação com o ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos, de Campinas) desde 1974.

(5) LSTM - Laboratório de Separações Térmicas e Mecânicas. – Este laboratório consiste basicamente de uma planta piloto, onde se destacam os seguintes equipamentos: evaporadores com dispositivos promotores de película, colunas de destilação de vidro com 6" de diâmetro; evaporador

tipo termo-sifão; 6 condensadores de vidro com 6" de diâmetro; unidade de resfriamento de água; reator em escala de laboratório acoplado a coluna de destilação e condensador.

(6) LABIEQ - Laboratório de Informática de Engenharia Química (LABIEQ) - Este laboratório é constituído por um grupo de docentes e alunos de graduação e pós-graduação, que atuam em pesquisa nas áreas de Microinformática Aplicada à Engenharia Química, Termodinâmica Química Aplicada e Agitação de Líquidos. Conta com ampla infraestrutura computacional, incluindo microcomputadores, impressoras e scanners.

#### **2.9.5 Oficina Mecânica**

No Semi Industrial está instalada a oficina mecânica, que oferece suporte para serviços de manutenção mecânica e confecção de protótipos.