

Projeto Político Pedagógico - Estrutura Curricular 3

Habilitação em Engenharia Metalúrgica

Escola Politécnica da USP

Comissão de Coordenação de Curso da Engenharia Metalúrgica – CoC-PMT
Coordenador: Prof. Dr. Samuel M. Toffoli

São Paulo, abril de 2013

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
1.1.Breve histórico da Escola Politécnica da USP e características comuns aos cursos	3
1.1.1.Nascimento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	3
1.1.2.A Universidade de São Paulo	3
1.1.3.Escola Politécnica da USP em números	3
1.1.4.Missão	5
1.1.5.Visão	5
1.1.6.Valores	5
1.1.7.Entidades de Pesquisa e Desenvolvimento Associadas à Escola Politécnica da USP	5
1.1.8.Entidades estudantis da Escola Politécnica da USP	5
1.1.9.Serviço de Ouvidoria da Escola Politécnica da USP	5
1.1.10.Programas de Intercâmbio Internacionais	5
1.1.11.Atribuições profissionais do Engenheiro	6
1.1.12.Objetivos comuns aos cursos da Escola Politécnica da USP	7
1.1.13.Perfil comum dos egressos	7
1.1.14.Habilidades e competências comuns dos egressos	7
1.1.15.Duração dos cursos	8
1.1.16.Na sala de aula	8
1.1.17.Acompanhamento do ensino	8
1.1.18.Comissão de Graduação	8
1.1.19.Coordenação do Ciclo Básico	9
1.1.20.Coordenação dos Cursos Quadrimestrais	9
1.1.21.Programa de Orientação Pedagógica	9
1.1.22.Avaliação	11
1.1.23.Excelência Acadêmica	13
1.2.Nova estrutura curricular: maior flexibilidade dos cursos da EPUSP	13
1.2.1.Princípios comuns aprovados	14
1.2.2.Recomendações e comentários adicionais	15
1.2.3.Outras orientações comuns	16
1.3.Núcleo Comum da nova estrutura curricular da Escola Politécnica da USP	17
2. A Habilitação em Engenharia de Materiais	23
2.1. O Núcleo Comum em Engenharia de Materiais	23
2.2. Objetivo do curso	24
2.3. Perfil do aluno formado	25
2.4. Habilidades e competências	25
2.5. Duração do curso	25
2.6. Metodologia de ensino	26
2.7. Conteúdo fundamental específico	26
2.8. Conteúdo profissionalizante do curso	27
2.9. Conteúdo profissionalizante complementar	27
3. Salas de aula	28
4. Laboratórios	28
5. Infraestrutura em recursos de informática	28
6. Infraestrutura – Biblioteca	29
7. Estrutura Curricular da etapa profissionalizante	30
8. O Corpo Docente	32
9. As Ementas das Disciplinas	33

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 m²

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, Coreia, 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.

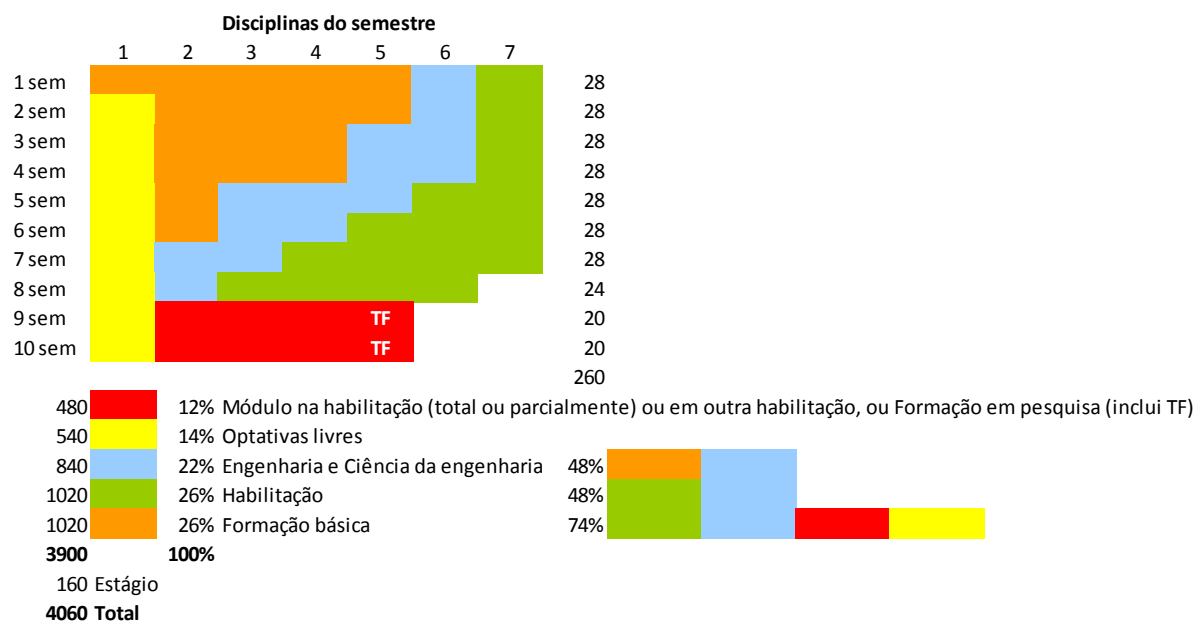
Com base nessas premissas, o trabalho do grupo propôs uma flexibilização baseada em duas estratégias.

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 enviar 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/On	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 da Escola Politécnica

Disciplinas (Sequencia Aconselhada)		Disciplina requisito	Crédito Aula / Trab.
1º SEMESTRE			
MAC2166	Introdução à Computação		4/0
MAT2453	Cálculo Diferencial e Integral I		6/0
IFXXX1	Física Experimental		3/0
PCC3100	Geometria e Representação Gráfica		3/1
MAT2457	Álgebra Linear I		4/0
	Restante a ser preenchido pela CoC		
			20/1
2º SEMESTRE			
MAT2454	Cálculo Diferencial e Integral II	MAT2453	4/0
PME3100	Mecânica I	MAT2453 MAT2457	6/0
IFXXX2	Física II	MAT2453	2/0
MAT2458	Álgebra Linear II	MAT2457	4/0
	Restante a ser preenchido pela CoC		
			16/0
3º SEMESTRE			
MAT2455	Cálculo Diferencial e Integral e III	MAT2454 MAT2458	4/0
IFXXX3	Física III	MAT2453 IFXXX2	4/0
IFXXXlabII	Laboratório de Física II	IFXXX2 PME3100	2/0
03XXX	Probabilidade	MAT2454	2/0
	Restante a ser preenchido pela CoC		
			12/0
4º SEMESTRE			
MAT2456	Cálculo Diferencial e Integral IV	MAT2454 MAT2458	4/0
PRO3200	Estatística	0302503	4/0
IFXXXlab3	Laboratório de Física III	IFXXX3	2/0
	Restante a ser preenchido pela CoC		
IFXXX4	Física IV (não obrigatória)	0302503 IFXXX3	4/0
			10/0
5º SEMESTRE			
MAP3121	Métodos Numéricos	MAC2166 MAT2455	4/0
	Restante a ser preenchido pela CoC		
IFXXXLab4	Laboratório de Física IV (não obrigatória)	IFXXX4	2/0
			4/0
	Total do Núcleo Comum		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 METALÚRGICA

A partir do ano de 2014, o ingresso no vestibular (uma vez por ano) de um aluno que objetive obter o grau de Engenheiro de Materiais se faz na carreira de número 775 do vestibular da FUVEST, denominada “Engenharia na Escola Politécnica”, dentro da opção de curso “Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Materiais”, com 40 vagas oferecidas. No primeiro ano, os 40 ingressantes cursam disciplinas básicas das Ciências Exatas e da Engenharia. Nos dois anos seguintes, os alunos vão sendo gradativamente introduzidos aos conceitos mais específicos da Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Materiais. A escolha pela carreira em Engenharia de Materiais em si se dá, neste contexto, ao final do terceiro ano, sendo oferecidas 20 vagas por ano.

2.1. O Núcleo Comum em Engenharia de Materiais

Os alunos ingressantes no vestibular para os cursos de Engenharia de Materiais e Engenharia Metalúrgica cursam estrutura curricular idêntica até o final do sexto semestre, quando então optam por uma das duas habilitações. Assim, além das disciplinas obrigatórias do Núcleo Comum da Escola Politécnica (discriminadas no item 1.3 acima), os alunos têm que cursar as seguintes disciplinas obrigatórias pertencentes à estrutura curricular comum para as duas habilitações:

Quadro 3: Estrutura das disciplinas obrigatórias do Núcleo Comum da Engenharia de Materiais (excluídas aquelas pertencentes ao Núcleo Comum da Escola Politécnica)

Disciplinas (Sequência Aconselhada)		Disciplina requisito	Crédito Aula / Trab.
1º SEMESTRE			
PQI3101	Fundamentos das Transformações Químicas		3/0
PMT3150	Introdução à Engenharia Metalúrgica		2/0
PMT3151	Introdução à Engenharia de Materiais		2/0
2º SEMESTRE			
PRO3103	Princípios de Administração de Empresas		4/0
PMT3110	Introdução à Ciência dos Materiais para Engenharia		4/0
PQI3103	Conservação de Massa e Energia		4/0
3º SEMESTRE			
PMT3205	Físico-química para Engenharia Metalúrgica e de Materiais I		4/0
PMI3200	Matérias Primas Minerais		2/0
PMT3202	Diagramas de Equilíbrio		2/0

PQI3201	Fenômenos de Transporte I		4/0
QFL2129	Química Inorgânica		4/0

4º SEMESTRE

PMT3206	Físico-química para Engenharia Metalúrgica e de Materiais II		4/0
IFXXXX4	Física IV	0302503 IFXXXX3	4/0
PMI3201	Técnicas de Caracterização de Materiais		2/0
QFL2308	Introdução à Química Orgânica		4/0
QFL2426	Físico-Química XVII		4/0

5º SEMESTRE

PMT3305	Físico-Química para Metalurgia e Materiais III		2/0
PMT3303	Matérias-Primas Metalúrgicas		2/0
PMT3313	Fenômenos de Transporte em Eng ^a Metalúrgica e de Materiais		4/0
PMT3309	Metalurgia Física		4/0
PEF3307	Resistência dos Materiais		4/0
PMT3311	Cerâmica Física		3/0
PMT3301	Fundamentos de Cristalografia e Difração		3/0
PEA3395	Eletrotécnica Geral		2/0

6º SEMESTRE

PMT3306	Mecânica dos Materiais		4/0
PMT3302	Transformações de Fases		4/0
PEA3393	Laboratório de Eletricidade Geral I		2/0
PHD3318	Introdução à Engenharia Ambiental		2/0
PMR3371	Elementos de Máquinas		2/0
PMT3312	Processamento de Pós Metálicos e Cerâmicos		2/0
PMT3304	Modelos Matemáticos e Simulação		4/0
PMT3308	Estrutura e Propriedades dos Polímeros		3/0
PMT3310	Introdução ao Método e à Redação Científica		1/1
	Disciplina Optativa Livre		4/0
	Total do Núcleo Comum – Engenharia de Materiais		105/1

2.2. Objetivo do curso

O curso de Engenharia Metalúrgica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo tem por objetivo formar Engenheiros Metalurgistas plenos, num curso de 10 semestres (5 anos), capacitados para atuarem profissionalmente nas áreas de Metalurgia Extrativa, Metalurgia de Transformação, Caracterização de Produtos Metalúrgicos, Controle da Qualidade e Otimização de Propriedades e da Vida em Serviço de Produtos Metalúrgicos. Conforme artigo 13 da Resolução nº248 de 31 de julho de 1973 do CONFEA e legislação aplicável em vigor nos diversos níveis Federal e Estadual.

2.3. Perfil do aluno formado

Deseja-se que o aluno formado em Engenharia Metalúrgica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo tenha sólida formação fundamental em Matemática e Física para engenharia, tenha conhecimentos muito bons das chamadas Ciências de Engenharia tais como Físico-Química, Fenômenos de Transporte, Computação, Resistência dos Materiais, Eletrotécnica Geral, Mecânica dos Fluidos, Modelagem Matemática e Estatística, tenha conhecimentos teóricos e práticos de todas as disciplinas ditas profissionalizantes, tais como Metalurgia Física, Siderurgia, Transformações de Fases, Metalurgia Extrativa dos Metais Ferrosos e Não-Ferrosos, Preservação do Meio Ambiente, Fundição, Conformação Mecânica, Soldagem, Metalurgia do Pó, Tratamentos Térmicos, Superficiais e de Acabamento, Técnicas de Caracterização e de Análise Microestrutural dos Materiais, Mecânica da Fratura, Corrosão, Análise de Falhas e Seleção de Materiais. Além do acima exposto, deseja-se que o egresso do curso de Engenharia Metalúrgica tenha com conhecimentos das chamadas disciplinas relacionadas à gestão da produção, tais como Administração Geral e da Produção, Custos, Análise de Empreendimentos, Matemática Financeira e Noções de Direito. Deseja-se que os alunos formados desenvolvam adicionalmente comportamento ético, noções de cidadania, espírito crítico e empreendedor, e capacidade de liderança e inovação.

2.4. Habilidades e competências

Os egressos do curso de Engenharia Metalúrgica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo deverão ser capazes de projetar instalações metalúrgicas, delinear processos metalúrgicos, operar e gerenciar a execução da produção metalúrgica, operar e gerenciar os laboratórios de controle de qualidade metalúrgica, executar atividades de pesquisa básica e aplicada nas áreas de processos, ensaios e caracterização de produtos metalúrgicos, especificar e selecionar materiais e efetuar a análise de falhas de materiais em serviço.

2.5. Duração do curso

O curso de Engenharia Metalúrgica tem duração de 10 semestres (cinco anos). O curso de insere na Grande Área de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, juntamente com o próprio curso de Engenharia Química, o Curso de Engenharia de Minas, Engenharia de Petróleo e o Curso de Engenharia de Materiais. O chamado “Núcleo Comum” da Escola Politécnica é um conjunto de disciplinas fundamentais, distribuídas do primeiro ao quinto semestre de todos os cursos da EPUSP, onde são ministradas as disciplinas de formação básica, notadamente em Matemática e Física, porém incluindo algumas disciplinas específicas da área, notadamente “Introdução à Ciência dos Materiais para a Engenharia” no primeiro ano, presente em quase todos os cursos de Engenharia da Escola Politécnica, e sua continuação “Ciência dos Materiais”, no segundo e terceiro semestres, específica aos alunos dos curso de Engenharia Mecatrônica e Engenharia Química, sendo que essa disciplina é optativa para os alunos dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Após a separação dos dois cursos, os dois anos subsequentes constituem o chamado ciclo profissionalizante, quando são ministradas as disciplinas diretamente relacionadas ao desenvolvimento de habilidades profissionais e as disciplinas complementares de formação em engenharia e as relacionadas ao desenvolvimento de capacitação gerencial. Para concluir o curso são necessários 260 créditos equivalentes a uma carga horária de 4425 horas.

2.6. Metodologia de ensino

O curso é fundamentado em aulas teóricas expositivas e expositivas dialogadas, aulas de exercícios, aulas práticas de laboratório, elaboração de trabalhos de revisão com pesquisa bibliográfica pertinente, organização e apresentação de seminários, análise de casos, visitas técnicas a empresas e estágios. O curso exige de cada aluno a redação e apresentação de um trabalho de formatura, realizado durante o primeiro e o segundo semestres do último ano letivo do curso. O curso abre 20 vagas por ano para a matrícula de novos alunos. É importante ressaltar que boa parte dos alunos desenvolve atividades de iniciação científica, o que permite um maior contato do aluno com as atividades de pesquisa desenvolvidas no departamento. Outro aspecto recente de importância é o gradativo processo de internacionalização pelo qual o curso tem passado, reflexo de um extensivo processo pelo qual a Escola Politécnica tem passado ao longo dos últimos 10 anos. Os alunos têm a oportunidade de fazerem parte de seus cursos em instituição estrangeira conveniada (sempre dentre as melhores em seus respectivos países), para o que são submetidos a exame de seleção. Existem duas modalidades principais de estágio no exterior: o “programa de duplo-diploma” e o de “aproveitamento de estudos”. No primeiro, o aluno tipicamente cursa seu curso na EPUSP até o final do 7º semestre, após o que passa dois anos na instituição estrangeira, cursando disciplinas e participando de todas as atividades às quais um aluno regular dessa instituição tem que atender. Após esse período, o aluno retorna à EPUSP, conclui suas atividades referentes ao 10º semestre de seu curso e conclui o curso, recebendo, então, os diplomas (regulares) das duas instituições onde fez seu curso: da EPUSP e da estrangeira. Todos os seus créditos cursados na instituição conveniada no exterior são aceitos integralmente. Na outra modalidade, “aproveitamento de estudos”, o aluno tem mais flexibilidade quanto ao semestre em que cursa um ou dois semestres na instituição estrangeira. Porém, o aproveitamento de créditos como disciplinas equivalentes tem que ser solicitados ao retornar ao Brasil. Mesmo sem equivalência de disciplinas, todos os créditos cursados no exterior são lançados em seu histórico escolar. Por fim, existe ainda a possibilidade de o aluno envolver-se em estágio técnico no exterior, tipicamente por um semestre.

2.7. Conteúdo fundamental específico

Os cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais contém um bloco de disciplinas em comum, que objetiva fornecer ao aluno uma formação generalista no que comumente se designa por “Ciência dos Materiais”. Estas disciplinas, apesar de não serem propriamente “profissionalizantes”, fornecem ao aluno a base para que as disciplinas do núcleo profissionalizante venham a ser desenvolvidas. As disciplinas associadas a este conteúdo fundamental específico são: “Fundamentos de cristalografia e Difração”; “Transformações de fases”; “Diagramas de Fases”; “Estrutura e propriedades dos polímeros”; “Metalurgia Física” e “Cerâmica Física”, perfazendo um total de 21 créditos ou 315 horas/aula, o que corresponde a aproximadamente 7,1% do total do curso.

2.8. Conteúdo profissionalizante do curso

O ciclo profissionalizante obrigatório do curso inicia-se já no 5º semestre letivo e termina no 8º semestre. Este ciclo compreende 111 créditos em seu total, o que corresponde aproximadamente a 40% da carga horária total do curso. Para a formação profissionalizante em Engenharia Metalúrgica são ministradas disciplinas associadas a cada um dos setores da Engenharia Metalúrgica, a saber:

Processos de Metalurgia Extrativa; Processos de Conformação, Otimização e Soldagem e Projeto de Engenharia.

Assim, em Processos de Metalurgia Extrativa, tem-se: Beneficiamento de Minérios, Fenômenos de Transporte em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Físico-Química para Engenharia Metalúrgica e de Materiais I (Termodinâmica), Físico-Química para Engenharia Metalúrgica e de Materiais II (Cinética química), Laboratório de Processos Metalúrgicos, Matérias-primas metalúrgicas, Siderurgia – I (Processos de redução), Siderurgia II (Aciaria) e Metalurgia extrativa dos Não ferrosos.

As disciplinas associadas ao Processo de Conformação, Otimização e Soldagem são as seguintes: Metalografia e Tratamento Térmico dos Metais, Transformação Mecânica I, Processamento de Pós Metálicos e Cerâmicos, Tecnologia e Ciência da Fundição de Metais, Transformação Mecânica II, Soldagem e Junção dos Materiais e Corrosão e proteção.

As disciplinas associadas ao Projeto de Engenharia são: Laboratório de Eletricidade Geral; Eletrotécnica Geral; Resistência dos Materiais; Laboratório de Manufatura Mecânica; Elementos de Máquinas; Modelos Matemáticos e Simulação; Mecânica dos Materiais; Mecânica dos Materiais Metálicos e Seleção de Materiais e Análise de Falhas.

Além das disciplinas relacionadas a cada um dos setores da Engenharia Metalúrgica, o ciclo profissionalizante do curso contempla algumas disciplinas de caráter geral para a formação profissional do engenheiro em Gestão na Indústria, a saber: Instituições de Direito; Introdução à Engenharia Ambiental; Estatística I; Princípios de Administração de Empresas e Princípios da Gestão de produção e logística.

2.9. Conteúdo profissionalizante complementar

Disciplinas Optativas: a nova estrutura curricular do curso prevê que o aluno escolha 20 créditos-aula a serem cursadas de livre escolha do aluno, no período ao longo dos semestres 6 a 10. Além das disciplinas relativas à suas áreas de estudo, já disponíveis, o aluno poderá optar por cursar disciplinas de outros departamento da Escola Politécnica, ou mesmo de outra unidade dentro da universidade.

Módulo de Especialização: além disso, a nova estrutura curricular prevê que o aluno escolha um ou mais módulos de especialização a ser cursado ao longo do 9º e 10º semestres, num total de 14 e 15 créditos-aula, respectivamente aos nono e décimo semestres. Dentro das opções de módulos a serem oferecidos dentro da área de Metalurgia e Materiais, serão três principais opções. Entretanto, o aluno poderá optar por cursar um ou mais módulos (dependendo da carga horária – variável – de módulo para módulo) oferecidos por outros departamentos da Escola Politécnica. Esses módulos deverão ser escolhidos dentre aqueles credenciados pela Comissão de Coordenação de Cursos do curso de Engenharia Metalúrgica.

Atividades Complementares: algumas atividades devem ser consideradas como complementares à formação do aluno. Duas destas atividades são responsáveis por significativa carga horária do curso e são obrigatórias. Trata-se do “Estágio Supervisionado” e do “Trabalho de Formatura”, trabalho de conclusão de curso, previsto pela legislação e sendo desenvolvido nos dois semestres do quinto ano, perfazendo no total 585 horas/aula (13,5% do curso).

3. SALAS DE AULA

As aulas do núcleo comum da Escola Politécnica são ministradas principalmente nas dependências do Prédio do Biênio da Escola Politécnica. Já no ciclo profissionalizante, as aulas são ministradas primariamente nas dependências do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, que dispõe de 4 salas de aulas com 50 lugares, um anfiteatro para 120 lugares e uma sala de aula específica para as aulas ministradas no Laboratório de Metalografia. Disciplinas isoladas dentro do conteúdo profissionalizante são ainda ministradas nas dependências dos seguintes departamentos da Escola Politécnica: Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Departamento de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos, Departamento de Engenharia Civil - Estruturas, Departamento de Engenharia Elétrica e Departamento de Engenharia de Produção. As salas de aula contem instalações para a utilização de recursos audiovisuais.

4. LABORATÓRIOS

Os laboratórios utilizados no Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais para o curso de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais são os seguintes: Laboratório de Análises Térmicas, Laboratório de Caracterização de Dispersões Cerâmicas, Laboratório de Caracterização Microestrutural, Laboratório de Computação em Ciência dos Materiais, Laboratório de Processos Eletroquímicos, Laboratório de Ensaaios Mecânicos, Laboratório de Fusão-Redução, Laboratório de Moagem de Alta Energia, Materiais de Carbono e Compósitos para Altas Temperaturas, Laboratório de Junção, Laboratório de Materiais Compósitos, Laboratório de Microscopia de Varredura e Microanálise, Laboratório de Processos Metalúrgicos, Laboratório de Soldagem, Laboratório de Análise de Materiais Poliméricos, Laboratório de Processamento de Materiais Poliméricos, Laboratório de Processamento de Materiais Cerâmicos, Laboratório de Síntese de Materiais Cerâmicos e Poliméricos.

5. INFRAESTRUTURA EM RECURSOS DE INFORMÁTICA

A infraestrutura de informática do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais que é colocada à disposição dos alunos dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia dos Materiais é a seguinte: uma rede local composta de 30 microcomputadores, com acesso à Internet por fibra ótica, sendo que quatro dos computadores estão ligados a impressoras e/ou scanner de alta resolução. Aproximadamente outra dezena está conectada a sistemas de aquisição de imagens de microscópios. Existem softwares específicos para microscopia ótica (aquisição e análise de imagens), microscopia eletrônica (reconstrução tridimensional de topografia); microanálise química EDS com correção ZAF, curvas de transformação de fases em aços, soldagem, cálculo de diagramas de fases, seleção de materiais e simulação física de processos. Adicionalmente, existem duas estações de trabalho e um microcomputador para termodinâmica computacional; sala para alunos de graduação com 10 microcomputadores em rede com servidor local; diversos microcomputadores dedicados à aquisição de dados nos vários laboratórios. Deve-se ressaltar ainda que o Centro de Computação Eletrônica da USP e a Assessoria de Informática da Escola Politécnica fornecem suporte técnico de hardware e software para todos os usuários do sistema.

6. INFRAESTRUTURA – BIBLIOTECA

A Biblioteca da Escola Politécnica é composta de uma Biblioteca Central e de Bibliotecas Setoriais nos diversos departamentos. A Biblioteca Setorial do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, que serve aos alunos dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais, ocupa uma área de 260,90 m², possuindo 12 lugares da Sala de Leitura Externa, duas salas de estudo individual, uma sala de estudo em grupo, uma sala para pesquisa em CD_ROM, 20 lugares junto ao acervo, quatro estações de consulta a Bases de Dados e Internet, bagageiro para guarda de materiais. O acervo é composto de 6.166 volumes de livros, 40.422 volumes de periódicos (249 títulos estrangeiros e 29 outros, nacionais), 652 volumes de teses e dissertações, 180 multimeios e 1043 outros documentos. Estão disponíveis as bases de dados CENWIN, COMPENDEX e METADEX, Normas ASTM, Portal CAPES, SIBINET, serviços de empréstimos entre Bibliotecas: EEB, visitas monitoradas, pesquisa bibliográfica, normas teóricas ABNT, periódicos eletrônicos. A localização de documentos pode se feita por catálogo local, Banco de Dados Bibliográficos da USP-DEDALUS, IBICT na Internet e catálogos de Bibliotecas na Internet (UNICAMP, UNESP, UNM, CISTI). Cópias de documentos podem ser obtidas por computação tradicional, COMUT, Consórcio INSTEC-LIGDOC e British Library. A Biblioteca Setorial de Engenharia Metalúrgica e de Materiais pode ser acessada através do endereço <http://www.epbib.usp.br>.

7. ESTRUTURA CURRICULAR DA ETAPA PROFISSIONALIZANTE

Sétimo semestre, curso: ENGENHARIA METALÚRGICA

Disciplina	Créditos
PMT3401 Laboratório de Processos Metalúrgicos	2-0
PMT3410 Siderurgia I - Processos de Redução	3-0
PMT3405 Corrosão e Proteção dos Materiais	2-0
PMT3408 Eletrometalurgia	2-0
PMT3409 Metalurgia Extrativa dos Metais Não-Ferrosos	4-0
PMT3422 Conformação dos Materiais Metálicos	3-0
PMT3402 Metalografia - Teórica	2-0
PMT3403 Metalografia - Experimental	4-0
PMI3459 Beneficiamento de Minérios	2-0
Total	24-0

Carga horária semestral (excluindo optativas): 360 horas/aula

Oitavo semestre, curso: ENGENHARIA METALÚRGICA

Disciplina	Créditos
PMT3411 Siderurgia II - Aciaria	3-0
PMT3425 Tecnologia e Ciência da Fundição de Metais	3-0
PMT3404 Soldagem e Junção de Materiais	4-0
PMT3412 Hidrometalurgia	2-0
PMT3413 Análise de Falhas	3-0
PMT3414 Seleção de Materiais	3-0
PMT3415 Introdução aos Materiais Compósitos	2-0
PRO3404 Princípios de Gestão da Produção e Logística	4-0
Total	24-0

Carga horária semestral (excluindo optativas): 360 horas/aula

Nono semestre, curso: ENGENHARIA METALÚRGICA

Disciplina	Créditos
PMT3595 Trabalho de Formatura I	1-6
PMT3597 Estágio Supervisionado	1-6
Total	2-12

Carga horária semestral (excluindo optativas): 390 horas/aula

Décimo semestre, curso: ENGENHARIA METALÚRGICA

Disciplina	Créditos
PMT3596 Trabalho de Formatura II	1-6
Total	1-6

Carga horária semestral (excluindo optativas): 195 horas/aula

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

- Em cada um dos semestres de números 6 a 10 o aluno deverá cursar 4 créditos de disciplinas optativas livres, totalizando, portanto, 20 créditos-aula em disciplinas optativas livres.

- Nos semestres de número 9 e 10 o aluno deverá cursar disciplinas que fazem parte de módulo de especialização, sendo 14 créditos-aula no 9º semestre e 15 créditos-aula no 10º semestre. Desse modo, a carga do aluno totalizará 20 créditos-aula em cada um desses dois semestres.

8. O CORPO DOCENTE

O corpo docente do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais é constituído por 25 professores que lecionam para os alunos de graduação dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Todos os 25 docentes têm título de doutor, sendo que dentre eles, 18 já defenderam teses de livre-docência. Dentro deste último grupo, 7 lograram ascensão para o cargo máximo da universidade, o de professor titular.

Assim, em resumo, em termos de posição na carreira universitária, o departamento conta com 7 professores doutores, 11 professores associados e 7 professores titulares:

Docente	Cargo	Link Currículo Lattes
André Paulo Tschiptschin	Titular	http://lattes.cnpq.br/2163698776105146
Angelo Fernando Padilha	Titular	http://lattes.cnpq.br/2985086752327431
Antonio Carlos Vieira Coelho	Associado	http://lattes.cnpq.br/4881121674066200
Cláudio Geraldo Schon	Associado	http://lattes.cnpq.br/2631107236461952
Cesar Roberto de Farias Azevedo	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/5328433871836511
Cyro Takano	Associado	http://lattes.cnpq.br/5778408055019241
Denise Romano Croce Espinosa	Associado	http://lattes.cnpq.br/5363949257736410
Douglas Gouvêa	Associado	http://lattes.cnpq.br/2698229628494630
Fernando José Gomes Landgraf	Associado	http://lattes.cnpq.br/4577368078511565
Francisco Rolando Valenzuela Diaz	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/3539158603053300
Guilherme Frederico Bernardo Lenz e Silva	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/3059638279617376
Helio Goldenstein	Titular	http://lattes.cnpq.br/7081512949222824
Helio Wiebeck	Associado	http://lattes.cnpq.br/7345295932741797
Ivan Gilberto Sandoval Falleiros	Titular	http://lattes.cnpq.br/1390870899723772
Ivette Frida Cymbaum Oppenheim	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/0844638168763671
Jorge Alberto Soares Tenório	Titular	http://lattes.cnpq.br/2812138285118897
Marcelo Breda Mourão	Associado	http://lattes.cnpq.br/1599148636050115
Marcelo de Aquino Martorano	Associado	http://lattes.cnpq.br/4997162516495710
Neusa Allonso-Falleiros	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/0840431617633648
Nicole Raymonde Demarquette	Associado	http://lattes.cnpq.br/5646835909398399
Samuel Marcio Toffoli	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/5435032272754548
Sergio Duarte Brandi	Titular	http://lattes.cnpq.br/6420235767836216
Stephan Wolynec	Titular	http://lattes.cnpq.br/7111504508400705
Ticiane Sanches Valera	Prof. Dr.	http://lattes.cnpq.br/9850742143026768
Wang Shu Hui	Associado	http://lattes.cnpq.br/7984507949644750

9. AS EMENTAS DAS DISCIPLINAS

Seguem abaixo, os resumos das ementas de todas as disciplinas ministradas para o curso de Engenharia Metalúrgica, com exceção daquelas ministradas para o núcleo comum da Escola Politécnica. A lista inclui as disciplinas optativas oferecidas pelo departamento.

PMT2301 – Fundamentos de Cristalografia e Difração

Objetivos:

1) Revisar de forma resumida e esquemática a microestrutura dos materiais. 2) Situar as técnicas de difração de raios X no universo das técnicas de análise microestrutural. 3) Introduzir conceitos básicos de cristalografia. 4) Apresentar de forma detalhada a teoria de difração. 5) Apresentar várias aplicações de difração de raios x, elétrons e nêutrons . 6) Desenvolver habilidade na interpretação de difratogramas e figuras de difração.

Conteúdo:

As microestruturas dos materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos. As principais técnicas de análise microestrutural. Sistemas e reticulados cristalinos, grupos espaciais e simetria, tipos mais comuns de estruturas cristalinas. Projeção estereográfica e projeção gnomônica. Direção do feixe difratado e a lei de Bragg. Intensidade do feixe difratado. Métodos de difração de raios X. Difração de elétrons e difração de nêutrons. Exemplos de aplicações das técnicas de difração.

PMT2302 – Transformações de Fases

Objetivos:

Entendimento dos processos de fabricação, no que se refere a tratamentos térmicos, solidificação e sinterização. Termodinâmica e cinética das transformações de fases. Controle de microestruturas.

Conteúdo:

Difusão no estado sólido. Leis de Fick; aplicações. Mecanismos atômicos; processos termicamente ativados; viabilidade termodinâmica e evidências da existência de lacunas. Difusão em materiais não metálicos. Recuperação, recristalização e crescimento de grão. Energia livre de soluções sólidas; metaestabilidade; diagramas de fases. Solidificação; nucleação, crescimento dendrítico e redistribuição de soluto; crescimento de eutéticos; macro e microestruturas brutas de fundição. Decomposição da austenita por processos de difusão; nucleação de um sólido no interior de outro; relação entre morfologia e condições de crescimento. Curvas TTT, TRC e temperabilidade dos aços. Transformações por difusão em sistemas não-ferrosos. Precipitação a baixas temperaturas (envelhecimento). Carater martensítico; transformações martensíticas e bainíticas. Revenimento dos aços. Transformações de fases em materiais cerâmicos.

PMT2303 – Fenômenos de Transporte em Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Objetivos:

Introdução de conceitos relacionados com taxa e fluxo de quantidade de movimento, calor e massa, aplicados ao processamento de materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos.

Conteúdo:

1. Transporte de quantidade de movimento. 1.1 Tipos de fluidos. Viscosidade e elasticidade. Tensão e escoamento em fluidos newtonianos e não-newtonianos. 1.2 Escoamentos laminar e turbulento. Leitos de enchimento e leito fluidizados. Movimento de partículas em fluidos. 1.3 Medidores de vazão. 1.4 Formação e movimentação de bolhas em líquidos. 1.5 Jatos gasosos em sistemas líquidos. 2 Transporte de calor. 2.1 Condutividade térmica de sólidos, fluidos e meios porosos. 2.2 Transporte de calor por convecção livre e forçada. 2.3 Condução de calor em sólidos. Regime estacionário e transiente. 2.4 Transporte de calor por radiação. 2.5 Transporte de calor na solidificação. 2.6 Comportamento térmico de leitos de enchimento fixos e em leitos fluidizados. 3 Transporte de Massa. 3.1 Difusividade em sólidos, líquidos, gasosos e meios porosos. 3.2 Transferência de massa em sistemas fluidos. Modelos para o coeficiente de transporte de massa. 3.3 Transporte de massa em sistemas heterogêneos. Reações sólidos/gás, sólido/líquido, líquido/líquido e líquido/gás.

PMT2304 – Modelos Matemáticos e Simulação

Objetivos:

Capacitar o aluno a formular modelos matemáticos de fenômenos e processos relevantes na Engenharia Metalúrgica e de Materiais com base em equações algébricas e diferenciais e fornecer ferramentas para a resolução destas equações.

Conteúdo:

1.Introdução. 2.Revisão de conceitos importantes do cálculo diferencial. 3. Desenvolvimento das equações de conservação de massa, quantidade de movimento e energia. 4. Introdução a Linguagens Visuais de Programação. 5. Método da Transformada de Laplace. 6. Método da combinação de variáveis. 7. Método da separação de variáveis. 8. Modelos clássicos em transformação de fases. 9. Métodos numéricos para resolução de equações diferenciais ordinárias. 10. Métodos numéricos para resolução de equações diferenciais a derivadas parciais.

PMT2305 – Físico-química para Engenharia Metalúrgica e de Materiais-I**Objetivos:**

Aprendizado e treinamento da aplicação das Leis da Termodinâmica às transformações (reações químicas e transformações de fase) de interesse nas Engenharias Metalúrgica e de Materiais. Desenvolver habilidade de cálculo e de interpretação do equilíbrio de sistemas unitários, binários e multicomponentes.

Conteúdo:

Introdução e Definições. Princípio Zero e Primeiro Princípio. Aplicações das funções Energia Interna, Entalpia, Calor, Trabalho e Capacidade Térmica. Definição de Calor de Transformação, de Calor de Formação e de Calor de Reação. Balanço Térmico. Segundo Princípio. Aplicações da função Entropia. Potenciais Termodinâmicos. Equação de Clausius-Clapeyron. Equação de Gibbs-Helmholtz. Diagrama de Equilíbrio para Sistemas Unitários. Introdução à Termodinâmica Estatística. Sistemas abertos / heterogêneos: Potencial Químico. Grandezas Molares. Equação de Gibbs-Duhem. Equilíbrio das fases gasosas - sistemas simples e complexos. Equilíbrio das fases condensadas: Atividade Raoultiana. Desvios da idealidade. Lei de Henry. Soluções Regulares. Generalização da constante de equilíbrio. Diagrama de Richardson-Ellingham. Atividade Henryana. Sistemas multicomponentes: parâmetros de interação. Diagrama de Equilíbrio - sistemas binários: Curvas de Energia Livre em função da composição e temperatura, Transformação espinodal, Metaestabilidade.

PMT2306 - Físico-química para a Engenharia Metalúrgica e de Materiais-II**Objetivos:**

Desenvolver habilidade de cálculo e interpretação do equilíbrio de Sistemas Multicomponentes. Dar início ao estudo dos mecanismos da Cinética das Reações presentes nos principais processos da Engenharia Metalúrgica e de Materiais: mecanismos para reações homogêneas e heterogêneas (reações sólido/fluido, líquido/líquido e líquido/gás).

Conteúdo:

Termodinâmica dos Sistemas Multicomponentes: Escala de atividade Henryana (porcentagem em massa); parâmetros de interação; análise do equilíbrio para reações Metal/ Escória e Metal Líquido/Gás. Introdução à Cinética das Reações. Classificação das reações. Definição de velocidade de reação.

- Cinética de Reações Homogêneas: Dependência da concentração; Reações Elementares e não Elementares; Molecularidade e Ordem; Constante de velocidade; Pesquisa de Mecanismo; Métodos de determinação da Ordem das Reações; Efeito da Temperatura (Equação de Arrhenius).
- Introdução à Cinética das Reações Heterogêneas: Difusão em meio estacionário; Leis de

Fick; Modelo da Camada Limite de Nernst; Adsorção.
•Reações Sólido/Gás. Sólido Denso tamanho constante: Controle por Difusão Gasosa, por Difusão na Camada de Cinza e por Reação Química. Sólido Denso tamanho em diminuição: Controle por Difusão Gasosa e por Reação Química.
Reações Líquido/Líquido: Processos controlados por Difusão e Reação na Interface; Aplicações para Fases Metálicas e Escórias Metalúrgicas.
•Reações Líquido/Gás: Vaporização Livre; Cinética de Reações envolvendo fases Metálicas.

PMT2307 – Diagramas de Fases

Objetivos:

Ensinar ao aluno de Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Materiais os princípios, leitura e aplicação de Diagramas de Fases.

Conteúdo:

Sistemas binários: reações, solidificação e aspectos microestruturais. Sistemas ternários: métodos de representação, reações. Sistemas ternários aplicados a materiais cerâmicos refratários. Sistemas ternários aplicados a metais. - Sistemas pseudo-binários. Técnicas experimentais de obtenção de diagramas.

PMT-2308 - Estrutura e Propriedades dos Polímeros

Objetivos:

Introduzir conceitos básicos sobre a influência da estrutura química dos materiais poliméricos na morfologia e nas propriedades mecânicas, óticas, elétricas e químicas.

Conteúdo:

Introdução: nomenclatura, arquitetura molecular e estrutura configuracional. Estado sólido: amorfo, cristalino e elastomérico. Estrutura e propriedades: propriedades mecânicas, óticas, elétricas e químicas. Plásticos, fibras e elastômeros. Polímeros líquido-cristalinos. Blendas poliméricas: conceito, comportamento físico-mecânico, interfaces. Compósitos poliméricos: conceito, comportamento físico-mecânico, interfaces.

PMT2309 – Metalurgia Física

Objetivos:

Entendimento dos processos de deformação plástica e de endurecimento dos materiais metálicos.

Conteúdo:

Escorregamento e sua relação com a estrutura cristalina. Tensão de cisalhamento projetada crítica. A necessidade de discordâncias. Discordâncias em cristais; discordâncias em hélice e em cunha. Movimentação de discordâncias. Propriedades elásticas. Discordâncias em cristais cfc. Discordâncias em outras estruturas. Evidências experimentais de discordâncias. Deformação plástica: mobilidade e multiplicação de discordâncias. Encruamento de monocristais. Influência de contornos de grão sobre plasticidade; encruamento de policristais. Estruturas de discordâncias em metais deformados plasticamente. Endurecimento por solução sólida; solutos substitucionais e intersticiais. Endurecimento por segunda fase.

PMT2311 – Cerâmica Física

Objetivos:

Apresentação dos principais materiais cerâmicos abordando desde a estrutura cristalina, passando pelos defeitos puntiformes e os processos de transporte de carga elétrica e concluindo com a sinterização dos materiais cerâmicos e sua microestrutura.

Conteúdo:

Estrutura de Materiais Cerâmicos. Tipos de Estruturas em Materiais Cerâmico , Estabilidade de Cristais Iônicos, Silicatos Cristalinos, Estrutura do Vidro, Defeitos em Materiais Cerâmicos, Defeitos Puntiformes, Equilíbrio Simultâneo de Defeitos, Precipitação e Associação de Defeitos, Interação entre Defeitos Puntiformes e Interfaces, Defeitos Lineares e Planos, Transporte Elétrico e de Carga em Materiais Cerâmicos, Processo de Difusão, Condutividade Elétrica, Potencial Eletroquímico, Microestrutura de Materiais Cerâmicos, Capilaridade, Crescimento de Grão e Coalescimento, Sinterização, Sinterização sob Pressão, Vidros e Vítro-Cerâmicos, Propriedades de Compósitos Cerâmicos.

PMT2401 - Laboratório de Processos Metalúrgicos

Objetivos:

Introduzir ao aluno de Engenharia Metalúrgica noções práticas sobre o processamento de materiais metálicos

Conteúdo:

Ensaio granulométrico. Sintonização e minério de ferro. Redução aluminotérmica de minérios oxidados. Briquetagem redução carbotérmica de óxido de cobre preto. Preparo de cadinho refratário monolítico. Moldagem e fundição de peça de Al-Si. Fluidez Hertzy de escórias. Refino eletrolítico de cobre. Efeito da umidade do molde na fundação de alumínio.

PMT2402 - Metalografia e Tratamentos Térmicos dos Metais

Objetivos:

Estudar as principais famílias de ligas metálicas, estabelecendo relações entre microestrutura, propriedades e processamento. Preparação de amostras metalográficas e

identificação dos componentes microestruturais de materiais metálicos durante caracterização microestrutural. Otimização e projeto de microestruturas através do controle das variáveis de processo, usando os conceitos de teoria de transformações de fases. Redação de relatórios técnicos de caracterização microestrutural.

Conteúdo:

História da metalografia; Uso do laboratório; Aços: diagrama Fe-C, austenitização, crescimento de grão, decomposição da austenita, curvas TTT, efeito dos elementos de liga, transformações em aços resfriados lentamente e rapidamente, transformação bainítica, transformação martensítica e revenimento. Propriedades, relação entre a microestrutura, processo de fabricação e propriedades; aplicações: aços inoxidáveis, aços ferramenta, ferros fundidos brancos de alta resistência ao desgaste, ferros fundidos cinzentos e nodulares, ligas de alumínio, ligas de cobre, ligas de titânio e superligas de níquel. Aulas práticas de laboratório e produção de relatórios técnicos

PMT2405 - Mecânica dos Materiais

Objetivos:

Discutir e comparar o comportamento mecânico das diversas classes de materiais (cerâmicos, metálicos, poliméricos e compósitos) e sua relação com a estrutura e a microestrutura. Apresentar e discutir os fundamentos da mecânica da fratura. Compreender os conceitos de resistência mecânica, tenacidade, resistência à fadiga e à fluência. Discutir noções de filosofia de projeto mecânico em solicitações de fadiga e fluência, assim como de projetos regidos pela mecânica da fratura. Compreender os fundamentos dos ensaios mecânicos e sua aplicabilidade. Aprender como localizar dados relevantes sobre o comportamento mecânico de materiais específicos.

Conteúdo:

Revisão de resistência dos materiais: tensores de tensão e de deformação, círculos de Mohr em duas e três dimensões, estados planos de tensão e de deformação. Elasticidade linear: módulos elásticos, coeficiente de Poisson, elasticidade em monocristais. Mecânica da fratura linear elástica (MFLE): trincas e concentradores de tensão, critério de Griffith, tenacidade à fratura e outros parâmetros da MFLE, propagação de trinca acompanhadas de plasticidade limitada. Plasticidade: tensão e deformação reais, parâmetros da curva tensão deformação, noções da teoria matemática da plasticidade, instabilidades plásticas, deformação plástica em estados de tensão triaxiais, critérios de escoamento e de falha, estampabilidade de chapas metálicas, ensaios de estampabilidade, curva-limite de conformação (CLC) e análise de grade de círculos. Noções da Mecânica da Fratura Elasto-plástica (MFEP): Crítica à MFLE, parâmetros da MFEP - deslocamento de abertura de trinca (COD) e deslocamento de abertura de ponta de trinca (CTOD), Integral J, curva R. Mecanismos de deformação plástica e de fratura: Geometria da deformação plástica em monocristais, lei de Schmid, deformação por escorregamento de discordâncias em monocristais, teorias do encruamento, mecanismos de fratura dúctil em metais, fratura taça-cone, bandas de cisalhamento, deformação plástica em materiais amorfos, deformação plástica em materiais cerâmicos e granulares, deformação plástica em materiais poliméricos (microfibrilamento), mecanismos de fratura em polímeros semi-cristalinos, maclação

mecânica, fratura frágil em materiais cristalinos (clivagem e fratura intergranular), aspectos morfológicos da fratura frágil em materiais amorfos. Ensaio de impacto e a transição dútil frágil: ensaios de pêndulo (Charpy e Izod), transição dútil-frágil, ensaio de queda de peso, temperatura de transição para ductilidade nula (NDT), Análise de Weibull. Viscoelasticidade e Fluência: comportamento viscoso, ensaios de fluência e de relaxação de tensão, viscosidade, viscoelasticidade linear, modelos de Maxwell e de Voigt, modelos mais complexos, fluência em polímeros - curva mestre, módulos complexos, fluência em materiais cristalinos, relações fenomenológicas na fluência de materiais metálicos e cerâmicos, métodos de extrapolação, fluência em estados triaxiais de tensão, relaxação de tensão, mecanismos de fluência em materiais cristalinos, equação de Mukherjee-Bird-Dorn, superplasticidade, mecanismos de fratura em fluência. Fadiga dos materiais: fenomenologia da fadiga, curva S-N e o limite de fadiga, fadiga em alto e baixo ciclo, análise de Coffin-Manson, diagramas de vida constante, aspectos morfológicos e microestruturais da fadiga, nucleação da trinca de fadiga, propagação da trinca de fadiga, fractografia, teorias da acumulação de danos, aplicação da MFLE à fadiga, curva de Paris, efeitos da razão de fadiga (R), desvios do comportamento de Paris, trincas curtas, efeitos de sobrecargas e subcargas, comparação entre modelos de fechamento prematuro de trinca e a teoria de dois parâmetros de Vasudevan e Sadananda, fadiga operacional, fadiga em modo misto, critérios de projeto mecânico orientado à fadiga. Efeitos do ambiente sobre o comportamento mecânico dos materiais: fragilização por hidrogênio e corrosão-sob-tensão (CST) em materiais metálicos, fadiga estática de materiais cerâmicos, degradação de polímeros. Mecânica dos materiais compósitos: definições e nomenclaturas, estimativa de propriedades dos compósitos, modelos de Reuss e de Voigt, plasticidade em compósitos, fratura em compósitos.

PMT2406 - Mecânica dos Materiais Metálicos

Objetivos:

Aprofundar os conhecimentos adquiridos em PMT2405, Mecânica dos Materiais, com ênfase no comportamento mecânico dos materiais metálicos. Discutir e compreender as alterações microestruturais que ocorrer em um material metálico sujeito a esforços cíclicos e sua consequência para o dano por fadiga.

Conteúdo:

Heterogeneidades de deformação plástica, Comportamento mecânico a quente de materiais metálicos, Textura cristalográfica, Fadiga de baixo ciclo e microestruturas de deformação em fadiga em metais e ligas.

PMT2411 - Química dos Polímeros

Objetivos:

Esta disciplina introduz os conceitos básicos, os termos básicos e a nomenclatura em ciência dos polímeros. E tem como objetivo principal dar conhecimento sobre as reações químicas e os processos industriais envolvidos na preparação de polímeros. É dada também uma introdução à caracterização dos polímeros em termos de massa molecular e estrutura química.

Conteúdo:

Introdução: dados econômicos, homopolímeros, copolímeros, blendas, configuração e conformação da cadeia polimérica, nomenclatura. Síntese de Polímeros: generalidades, reações típicas, policondensação, poliadição (via radicais livre, aniônica e catiônica), polimerização estereo-específica (Ziegler- Natta e metaloceno) e copolimerização. Processos industriais: polimerização em massa, em solução, em emulsão, em dispersão e em suspensão. Massa Molecular: definições e medidas da massa molecular (métodos químicos, propriedades coligativas, métodos de espalhamento de luz, viscosimétrico, cromatografia de permeação de gel). Modificação de polímeros. Degradação de polímeros. Caracterização: IV, RMN e DSC.

PMT2412 - Processamento de Pós Metálicos e Cerâmicos**Objetivos:**

Mostrar fundamentos técnico-científicos dos processos de produção de peças elaboradas por metalurgia de pós-metálicos e cerâmicos. Apresentar a dependência entre propriedades, processamento e desempenho. Desenvolver a análise crítica para melhoria e inovação de processos e propriedades de produtos obtidos por essa tecnologia.

Conteúdo:

Introdução: peças sintetizadas, propriedades especiais, limitações e custos comparativos. Processos de produção de pós-metálicos e cerâmicos. Consolidação de materiais particulados. Fundamentos teóricos e mecanismos de consolidação. Teoria da sinterização: estágios, pré – ligadas e mistura de pós. Sinterização com fase líquida; sinterização ativada. Controle de porosidade na sinterização. Fornos de sinterização: controle de atmosfera. Processos de infiltração e de tratamento superficial. Processos especiais de consolidação. Materiais compósitos.

PMT2413 – Processos Metalúrgicos I**Objetivos:**

Fornecer ao aluno de engenharia de materiais os fundamentos e as tecnologias de obtenção e purificação de metais.

Conteúdo:

Introdução a processos metalúrgicos: pirometalurgia, hidrometalurgia, eletrometalurgia. Condicionamento físico e químico de minérios e concentrados: ustulação, calcinação, sinterização, pelletização. Combustíveis e redutores. Fundamentos dos processos de redução: redução de minérios de ferro, alto-forno e processos de redução direta. Redução de outros minérios oxidados: produção de chumbo, estanho e zinco, redução em forno elétrico. Processos de produção de aço a partir de gusa e de sucata.

PMT2414 – Processos Metalúrgicos II**Objetivos:**

Fornecer ao aluno de engenharia de materiais os fundamentos e as tecnologias de obtenção e purificação de metais.

Conteúdo:

Metalurgia de Mattes- aplicação para a metalurgia do Cobre. Teoria de Escória. Refino Pirometalúrgico de Metais. Refratários e Escórias. Metalurgia de Metais Voláteis- termodinâmica e aplicação para Zn e Mg. Hidrometalurgia e Eletrometalurgia – princípios, rotas hidrometalúrgicas, diagramas E-pH, cementação, extração por solventes, troca iônica, exemplos aplicados ao zinco e MnO_2 eletrolítico, processo Bayer, cianetação. Processos de Reciclagem de Metais.

PMT2415 - Reologia dos Materiais**Objetivos:**

A reologia é a ciência que estuda o escoamento de materiais. O seu conhecimento é necessária para poder entender o processamento dos materiais poliméricos e cerâmicos. A disciplina visa o ensino dos conceitos básicos de reologia de materiais (polímeros fundidos e suspensões) para um engenheiro de materiais, a disciplina visa também a familiarização do futuro engenheiro com os métodos experimentais para avaliar as propriedades reológicas de materiais poliméricos.

Conteúdo:

Introdução, Diferentes Tipos de Fluxos, Sólidos Hookeanos e Fluidos Newtonianos, Fluidos Newtonianos, Fluidos Não Newtonianos, Viscoelasticidade, Viscosidade Extensional, Diferenças de Tensões Normais, Variáveis que Afeitam a Viscosidade de Polímeros, Importância da Reologia no Processamento de polímeros, Reologia de materiais suspensões, Fluxos utilizados para caracterizar materiais, Fluxos de arraste, Fluxos devidos a diferença de pressão, escoamento em dutos, Reômetros, Introdução, Reômetros rotacionais, Reômetros capilares, Reômetros especiais.

PMT2417 - Síntese e Preparação de Materiais Cerâmicos**Objetivos:**

Apresentação de processos de fabricação avançados de síntese de materiais utilizados na indústria cerâmica de alta tecnologia, Desenvolvimento de conceitos sobre as condições de preparação de pós cerâmicos de um ou vários componentes com homogeneidade química e distribuição granulométrica controlada. Revisão sobre as principais técnicas de caracterização de sólidos particulados.

Conteúdo:

Introdução. Preparação de pós-cerâmicos por rotas convencionais. Propriedades importantes para um pó cerâmico e sua caracterização. Nucleação homogênea. O estado coloidal. Co-precipitação e precipitação simultânea. Processo Sol-Gel. Processamento sol-gel de compostos organo-metálicos. Síntese hidrotermal. Hidrólise forçada. Reações em fases não-aquosas. Reações em fase gasosa. Pirólise de Polímeros. Rotas de síntese via emulsões. Spray-drying e freeze-drying

PMT2418 - Processamento de Materiais Poliméricos**Objetivos:**

Fornecer conhecimentos técnicos e científicos para o aluno escolher corretamente a técnica mais adequada de processamento de polímeros, bem como poder manipular corretamente os equipamentos de processamento, bem como especificar corretamente matérias primas, moldes e as máquinas adequadas para determinadas conformações.

Conteúdo:

O triângulo do processamento de materiais poliméricos: matéria prima, máquina e molde, matérias-primas: plásticos e borrachas. Tipos de plásticos: uso comum e de engenharia (alto desempenho), propriedades e aplicações. Tipos de borrachas: propriedades, usos e aplicações. Tipos de conformações: injeção, extrusão, sopro, prensagem, termoformagem, calandragem, fiação, rotomoldagem, outras técnicas de conformação. Novas técnicas de injeção, co-injeção, detalhes. Extrusão plana, extrusão balão, detalhes em extrusão, co-extrusão. Injeção, sopro, extrusão, sopro. Termoformagem. Rotomoldagem. Detalhes em outros tipos de conformações. Moldes. Materiais dos moldes. Cuidados no projeto e na utilização. A simulação virtual de processos de conformação de plástico. A reciclagem polimérica vista como uma sequência de técnicas de conformação. Visita técnica e aulas práticas.

PMT2421 – Tecnologia e Ciência da Fundição de Metais**Objetivos:**

Capacitar o aluno a atuar nos processos de fundição industriais e no projeto de peças fundidas.

Conteúdo:

Conceitos Básicos dos Processos de Fundição; Sistemas de Canais em Moldes de Fundição; Sistemas de Alimentação em Moldes de Fundição; Tensões Residuais, Distorções e Trincas; Fundição em Areia Verde; Sistemas de Resinas para a Moldagem e Macharia; Moldagem em Casca (Processo “Shell”); Fundição de Precisão; Fundição em Moldes Permanentes; Processamento de Ligas Eutéticas; Gases, Inclusões e Filmes de óxido.

PMT2422 - Microestrutura de Materiais Cerâmicos**Objetivos:**

Fornecer aos estudantes através de trabalhos dirigidos fundamentos da relação entre estrutura e propriedades de materiais cerâmicos.

Conteúdo:

Introdução às técnicas de caracterização química e caracterização física. Caracterização da morfologia. Caracterização da morfologia. Caracterização de fases sólidas: amorfa e cristalina. Caracterização de pós-cerâmicos. Relação de microestrutura e propriedades de materiais cerâmicos. Caracterização de compósitos cerâmicos Nano partículas cerâmicas. Nano cerâmicos.

PMT2424 - Laboratório de Caracterização Microestrutural de Polímeros**Objetivos:**

Fornecer aos estudantes, através de experiências, fundamentos da relação entre estrutura e propriedades de materiais poliméricos.

Conteúdo:

Introdução. Técnicas de caracterização química e caracterização física. Caracterização da morfologia. Aplicações da espectroscopia (infravermelho, ultravioleta-visível, ressonância magnética nuclear). Análises térmicas. Caracterização da morfologia. Caracterização de fases sólidas: amorfa e cristalina. Caracterização de elastômeros. Caracterização de blendas poliméricas. Caracterização de compósitos poliméricos.

PMT-2504 - Reciclagem de Resíduos Industriais**Objetivos:**

Dar aos alunos conhecimento específico sob estratégias para campanhas de reciclagem dentro de uma determinada coletividade ou empresa. Mostrar os principais processos para a reciclagem de diversos materiais.

Conteúdo:

Reciclagem: filosofia da reciclagem, programas educacionais, definição de objetivos e estratégias, 3 "Rs", estatísticas e experiências nacionais e internacionais. 2- Equipamentos e técnicas de segregação, separação e compactação ou prensagem de materiais. 3- Sistemas e estratégias para reciclagem de resíduos sólidos urbanos. 4- Reciclagem de baterias: chumbo ácido, pilhas secas, alcalinas, baterias de Ni-Cd. 5- Reciclagem de plásticos: separação por densidade, flotação, separação eletrostática, processos industriais. 6- Reciclagem de papel. 7- Tratamento de rejeitos e entulho de construção civil. 8- Reciclagem de sucata eletrônica: tipos de sucata, recuperação de metais preciosos,

técnicas de separação de componentes. 9- Reciclagem de alumínio: mercado, tipos de ligas, tipos de equipamentos, tratamento de drosses. 10- Reciclagem de vidros: segregação de espécies, processos de tratamento. 11- Tratamento de efluentes de galvanização: precipitação de lodos, troca iônica, membrana, técnicas eletroquímicas. 12- Reciclagem de automóveis. 13- reciclagem de pneus.

PMT2505 - Soldagem e Junção de Materiais

Objetivos:

Conhecer os processos de união de materiais e a sua influência no desempenho das uniões.

Conteúdo:

Processos, equipamentos e consumíveis para soldagem: Introdução; Terminologia correlata; Processos, equipamentos e consumíveis para soldagem: classificação dos processos de soldagem; exemplos de aplicação dos processos de soldagem. Processos de soldagem de materiais metálicos: Soldagem oxigás.; Brasagem e soldagem branda; Soldagem a arco: Física do arco elétrico; Equipamentos de soldagem.; Processos de soldagem com proteção gasosa: Processo de soldagem TIG (Gas Tungsten Arc Welding GTAW; Processo de soldagem MIG/MAG (Gas Metal Arc Welding GMAW); Processo de soldagem com eletrodo tubular.(Flux Cored Arc Welding FCAW); Processos de soldagem com proteção de escória: Processo de soldagem com eletrodo revestido (Shielded Metal Arc Welding SMAW), Processo de soldagem ao arco submerso (Submerged Arc Welding SAW); Processos de corte (à frio: corte com jato de água; à quente: oxicorte, corte com eletrodo de carbono, corte a plasma e corte a laser); Custos na soldagem. Processos de junção de materiais cerâmicos: brasagem metal/cerâmica; TLP; laser. Processos de soldagem de materiais poliméricos: Processos envolvendo movimento relativo entre partes: Processo de soldagem por ultra-som., Processo de soldagem por atrito, Processo de soldagem por vibração linear; Processos envolvendo aquecimento externo: Processo de soldagem por placa quente, Processo de soldagem por gás quente, Processo de soldagem por implante resistivo ou indutivo. Escolha do processo de soldagem ou junção. Fundamentos de junção de materiais: Soldabilidade de materiais; Materiais de base; Fundamentos de soldagem de materiais metálicos: Transferência de calor na soldagem. Solidificação da poça de fusão. Defeitos na junta soldada. Aplicação em alguns materiais metálicos: Soldabilidade dos aços carbono e baixa liga, Soldabilidade dos aços inoxidáveis e Soldabilidade do alumínio e suas ligas. Fundamentos da junção de materiais cerâmicos. Fundamentos da junção de materiais poliméricos. Qualidade e produtividade na soldagem: Ensaio não-destrutivo. Simbologia de soldagem e ensaios não-destrutivos. Qualificação de procedimentos de soldagem e de soldadores/operadores. Automação em soldagem.

PMT2507 - Corrosão e Proteção dos Materiais

Objetivos:

Fornecer aos alunos noções sobre a durabilidade dos materiais do ponto de vista corrosivo, isto é, da sua deterioração através da interação química e eletroquímica com o meio ambiente em que operam, ilustrando os principais tipos de corrosão com casos

históricos de falhas em serviço. Além disso, discutir os métodos de preservação dos materiais através do exame dos principais métodos de proteção anticorrosiva.

Conteúdo:

Corrosão e sua importância econômica e social. Corrosão de metais. Bases eletroquímicas da corrosão: equilíbrio e cinética. Corrosão eletroquímica. Passivação e diagramas de Pourbaix. Métodos experimentais em corrosão. Principais tipos de corrosão dos metais: generalizada, galvânica, por pite e em frestas, intergranular, seletiva, microbiológica, por correntes de fuga, filiforme. Corrosão atmosférica. Corrosão associada a tensões mecânicas. Oxidação e corrosão quente. Corrosão de polímeros e cerâmicas. Proteção contra a corrosão: seleção de materiais, revestimentos, proteção catódica, inibidores, projeto.

PMT2511 – Tecnologia dos Vidros

Objetivos:

Dar ao estudante uma visão unificada da ciência e da tecnologia de vidros. Tanto os aspectos estruturais como o processamento serão contemplados.

Conteúdo:

Desenvolvimento histórico. Solidificação de vidros fundidos - transição vítrea. Estruturas de silicatos cristalinos. Estruturas de vidros. Separação de fases em vidros. Estrutura e características de vidros coloridos. Cristalização de vidros. Interação entre energia eletromagnética e vidros. Técnicas instrumentais para o estudo de vidros. Propriedades dos vidros. Defeitos em vidros: devitrificação; pedras e nós; estrias; bolhas; defeitos cromáticos; tensões internas; defeitos superficiais; outros defeitos. Fabricação. Preparação de matérias primas. Energia para fusão e sua transmissão. Fusão, homogeneização e refino. Tratamentos térmicos e químicos. Fabricação de vidro ótico; vidro plano. Estiramento de tubos e barras, fabricação de vidro ôco. Fabricação de fibras. Vidrados e vidros especiais.

PMT2512 - Laboratório de Termodinâmica Computacional

Objetivos:

Introduzir o conceito do uso de cálculos termodinâmicos e de cinética de difusão como ferramentas para o controle de processos industriais. Discutir diagramas de fases e outras propriedades termodinâmicas em sistemas multicomponentes.

Conteúdo:

O Protocolo CALPHAD: modelos termodinâmicos e bancos de dados. Cálculo de diagramas de fases binários e ternários: isotermas e isopletras. Solidificação em equilíbrio de um material tecnológico. Segregação durante a solidificação: o modelo de Scheill. Atividade

em escórias. Estabilidade térmica de cerâmicas refratárias. Cálculo do potencial eletroquímico (diagramas de Pourbaix). Pares de difusão. Cinética de precipitação da ferrita próeutetoide.

PMT2513 - Materiais para Aplicações em Altas Temperaturas

Objetivos:

Os principais objetivos do curso são: Discutir os fenômenos que ocorrem em altas temperaturas nos materiais; Apresentar as principais classes de materiais utilizados em altas temperaturas e Discutir aplicações e alguns casos de falhas de componentes em altas temperaturas.

Conteúdo:

1. Breve revisão dos mecanismos de deformação plástica e de endurecimento. 2. Os ensaios de fluência (creep test), de ruptura por fluência (stress-rupture test) e de relaxação de tensão. 3. O fenômeno de fluência. 3.1 A curva de fluência. 3.2 Os principais mecanismos e equações envolvidos em cada estágio da curva de fluência. 3.3 Fratura em fluência. 4. Outros fenômenos importantes em altas temperaturas. 4.1 Estabilidades microestrutural. 4.1.1 Engrossamento da microestrutura (Ostwald ripening). 4.1.2 Precipitação de fases intermetálicas. 4.2 Oxidação. 4.3 Carbonetação. 4.4 Corrosão a quente (hot corrosion). 4.6 Fadiga térmica. 4.7 Resistência ao choque térmico. 5. Principais classes de materiais utilizados em altas temperaturas. 5.1 Aços inoxidáveis. 5.2 Superligas à base de níquel, cobalto ou ferro. 5.3 Metais e ligas refratários. 5.4 Cerâmicas avançadas. 5.5 Recobrimentos (coatings). 6. Alguns exemplos de falhas de componentes em altas temperaturas.

PMT2517 - Tecnologia e Processamento de Materiais Cerâmicos

Objetivos:

Fornecer ao aluno uma visão integrada dos principais processos industriais de fabricação de Materiais Cerâmicos, com destaque para os tipos de materiais fabricados pela indústria cerâmica brasileira.

Conteúdo:

Noções sobre obtenção, composição e propriedades das principais matérias-primas da Indústria Cerâmica. Principais processos de fabricação de Materiais Cerâmicos. A indústria de cerâmica vermelha. A indústria de cerâmica branca. A indústria de vidro. A indústria de cimento e cal. A indústria de materiais cerâmicos especiais (cerâmica técnica). A Indústria Cerâmica brasileira. Métodos de caracterização e controle de qualidade de materiais cerâmicos.

PMT2519 Tecnologia de Polímeros

Conteúdo:

1. Produtos poliméricos. Matérias primas. Propriedades. 2. Processos industriais de polimerização. Fluxogramas. Equipamentos. 3. Estruturas. Transições. Reologia e propriedades mecânicas. Propriedades elétricas. Propriedades ópticas. 4. Tecnologia de plásticos. Processos de moldagem. Injeção. Extrusão. Equipamentos. 5. Tecnologia de latex. 6. Tecnologia de elastômeros. Borracha natural. Elastômeros sintéticos. Vulcanização. Formulação. Equipamentos. 7. Tecnologia de fibras. Fibras naturais. Fibras modificadas. Fibras sintéticas. Processo de fabricação de fibras. Equipamentos

PMT2520 – Blendas e Compósitos Poliméricos

Objetivos:

O curso visa a dar fundamentação teórica, correlações básicas e princípios que possam ser aplicados para composição dos materiais poliméricos.

Conteúdo:

Blendas poliméricas: introdução; termodinâmica de blendas; compatibilização de blendas poliméricas; reologia de blendas poliméricas; caracterização; processamento; e propriedades barreiras. Compósitos e nanocompósitos: introdução; tipos de carga; regra das misturas; caracterização e propriedades; e processamento; modificação das cargas para serem incorporadas; e obtenção dos nanocompósitos por síntese, solução e processamento.

PMT2521 - Conformação dos Materiais Metálicos

Objetivos:

Levar o aluno a compreender os princípios metalúrgicos dos processos de conformação mecânica. Apresentar ao aluno os principais processo de conformação aplicados a materiais metálicos, a saber: laminação, forjamento, extrusão, trefilação e estampagem. Capacitar o aluno a executar atividades tecnológicas simples voltadas aos processos de conformação (como por exemplo, o cálculo de carga de laminação, a especificação de uma prensa de forjamento ou mesmo a especificação de matrizes simples), com ou sem o auxílio do computador.

Conteúdo:

1. Revisão de mecânica dos materiais, 2. Laminação, 3. Forjamento, 4. Trefilação, 5. Extrusão, 6. Estampagem, 7. Cálculo numérico aplicado à conformação de metais

PMT2523 – Tecnologia de Refratários

Objetivos:

Relacionar a composição química, a microestrutura e o processamento com as propriedades dos materiais refratários e seu desempenho em elevadas temperaturas. Conhecer as principais classes de materiais refratários utilizados em metalurgia, siderurgia, química, indústria de cimento & cal e petroquímica. Entender os processos de beneficiamentos das principais matérias-primas refratárias e o processamento/manufatura

dos materiais refratários, suas normas de aplicação e utilização, métodos de caracterização, bem como os principais modos de análises de falha destes materiais. Utilizar estudos de casos para fixar e aprofundar os conceitos relacionados com a composição química, microestrutura, processamento, reciclagem, desempenho e aplicação.

Conteúdo:

Definição de materiais refratários, caracterização e aplicações (refratários de sílica, alumina, silico-aluminosos, de magnésia e cromita, espinelizados, de carbetos de silício, nitreto de silício, carbetos de boro, etc.). Propriedades relevantes ao comportamento refratário em temperatura ambiente e em elevadas temperaturas (resistência mecânica, densidade, porosidade, módulo de elasticidade, condutividade térmica, expansão térmica, etc.). Ensaio, análise de desempenho e estudos "post-mortem". Seleção e estratégias de aplicação industrial (concretos, massas de projeção, massas plásticas, tijolos e peças especiais). Cálculos práticos sobre isolamento térmico. Refratários estruturais tradicionais: matérias-primas, processamento, diagramas de equilíbrio, propriedades e aplicações. Refratários estruturais avançados: matérias-primas, processamento, diagramas de equilíbrio, propriedades e aplicações. Corrosão e interação entre refratários e escórias metalúrgicas. Processos de reciclagem de materiais refratários.

PMT2525 - Transformações de Fase em Aços e Ferros Fundidos

Objetivos:

Fornecer aos alunos que já aprovados previamente em PMT2402 os conhecimentos de transformações de fase nos aços e ferros fundidos necessários para iniciar uma pesquisa em metalurgia física dos materiais ferrosos. Discutir a história das idéias em transformações de fase dos aços e ferros fundidos através de uma leitura crítica de artigos clássicos sobre o assunto, de forma a situar o aluno em formação face às polemicas de área e prepara-los para chegar autonomamente até o estado da arte de problemas específicos.

Conteúdo:

A estrutura das soluções sólidas CFC e CCC das ligas ferrosas. Decomposição da austenita próxima ao equilíbrio. Efeito dos elementos de liga; orto e paraequilíbrio, equilíbrio local com partição, equilíbrio local com partição negligível e não-partição. Decomposição da austenita longe do equilíbrio: transformação martensítica. Reações de envelhecimento e revenimento, efeito dos elementos de liga, fragilidade da martensita revenida e fragilidade do revenido. Austenita retida, austenita de reversão, austenita expandidas supersaturadas em C e em N (solubilidade colossal), transformação da austenita em martensita. Transformações bainíticas; definições da bainita, morfologia dos agregados eutetóides não lamelares, a transformação interrompida ou "stasis", bainita inversa, bainita isenta de carbonetos. Estrutura dos ferros fundidos nodulares austemperados, aços TRIP, supermartensíticos, maraging e dos aços nitretados e carburados.

PMT2526 - Análise de Falhas

Objetivos:

Entendimento da metodologia de análise de falhas de componentes de engenharia, assim como os diversos mecanismos concorrentes que atuam durante a falha (fratura frágil, fratura dúctil, fadiga, fluência, corrosão e fragilização por hidrogênio e instabilidade microestrutural).

Conteúdo:

Histórico da análise de falha; Aspectos gerais da análise de falha; Técnicas usadas na análise de falha; Aspectos mecânicos e macrográficos; Mecanismos de falha e aspectos microfractográficos; Mecanismos de falha: sobrecarga – fratura dúctil; Mecanismos de falha: sobrecarga – fratura frágil; Mecanismos de falha: fadiga; Mecanismos de falha: desgaste; Mecanismos de falha: fluência; Fragilização por hidrogênio; Corrosão sob tensão.

PMT2528 - Seleção de Materiais**Objetivos:**

Entendimento das fases de projeto de produtos, principalmente as fases de concepção de projeto, definição de objetivos e restrições dos projetos, e da seleção de materiais e processos, estes últimos baseados no método de Ashby (University of Cambridge), através do uso do software (Cambridge Engineering Selector).

Conteúdo:

Introdução à seleção dos materiais: O mundo dos materiais. Processo de design; Mapas de propriedades e seleção dos materiais; Processos de fabricação e seleção de processos; Restrições e objetivos múltiplos na seleção de materiais; Seleção de material e geometria; Projetos sustentáveis.

PMT2595 - Trabalho de Formatura I**Objetivos:**

Oferecer ao aluno do 5º ano a oportunidade de executar uma tarefa de engenharia. Com os conhecimentos adquiridos durante o curso, sob a orientação de um professor, e utilizando os recursos dos laboratórios do Departamento ou da instituição ou empresa em que estiver estagiando, o graduando deverá produzir um trabalho de nível profissional.

Conteúdo:

O tema do trabalho é escolhido pelo aluno, juntamente com o seu orientador, docente do Departamento, e é aprovado pelo coordenador da disciplina até 31 de março. O tema poderá ser, entre outros, um projeto de engenharia (delineamento de processo, projeto de uma instalação, ...), um trabalho de desenvolvimento (de um processo, de um material para uma nova aplicação, de um ensaio, ...), um trabalho de caracterização de materiais (relação entre estrutura e propriedades, diagrama de fases, ...). Espera-se do aluno, nesta primeira fase do trabalho de formatura, a elaboração do plano de trabalho, o levantamento bibliográfico, a montagem do dispositivo experimental (se necessário), preparação dos corpos-de-prova (se necessária), levantamento de informações para o projeto (se for o caso), e elaboração de um Relatório de Andamento

PMT2596 - Trabalho de Formatura II**Objetivos**

São os mesmos da disciplina PMT-595, da qual ela é uma continuação.

Conteúdo:

Continuação do trabalho iniciado no primeiro semestre na disciplina PMT-595. Espera-se do aluno, nesta segunda fase do trabalho de formatura, entre outros a condução dos ensaios, a análise dos resultados, a elaboração final do projeto, e a elaboração do Relatório Final. As etapas que irão compor o trabalho dependerão do tema escolhido e, além das acima indicadas, outras poderão ser incluídas

PMT2597 - Estágio Supervisionado**Objetivos:**

Fornecer ao aluno a oportunidade de realizar um treinamento profissional de engenharia numa empresa ou instituição, sob a orientação de um docente do Departamento.

Conteúdo:

Após o acerto do estágio, o aluno deverá identificar entre os docentes do Departamento, um orientador cuja área de atuação seja a mais próxima do assunto tratado no estágio. O coordenador da disciplina deverá ser informado pelo aluno, até o último dia do primeiro mês de aulas do semestre, do local do estágio, do trabalho a ser desenvolvido no estágio, do nome do supervisor no estágio e do nome do professor orientador. Durante o semestre o aluno deverá cumprir um mínimo de 120 horas de estágio. Ao final do estágio o aluno deverá submeter ao orientador um Relatório Final de Estágio, contendo duas partes. Na primeira parte o aluno deverá fornecer todos os dados do estágio, com datas, locais, nomes de pessoas envolvidas e número de horas estagiadas. Na segunda parte o aluno deverá relatar o conteúdo técnico do estágio.