

# Competências dos egressos dos cursos de graduação

## Escola Politécnica da USP

### Aprovado na CG de 6 de novembro de 2015

Arquivo: Competências EC3 Versão final Aprovada CG 6 novembro 2015 vf

Este documento, originalmente uma contribuição do Subgrupo Flexibilização – EC3<sup>1</sup> da Comissão de Graduação (CG) da Escola Politécnica da USP (Poli-USP), foi discutido nos Departamentos e coordenações de cursos, e aprovado na reunião da CG de 6 de novembro de 2015. Define competências mínimas que todos egressos da graduação da Escola devem possuir ao se formarem.

O Quadro 1 sintetiza as competências de saída aprovadas, sendo cada uma definida por um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes considerados essenciais.

<b>1- Matemática</b>	<b>Graduação:</b> <i>Resolver</i> problemas de matemática e <i>aplicar</i> este conhecimento na solução de problemas de engenharia.
<b>2- Ciências naturais</b>	<b>Graduação:</b> <i>Resolver</i> problemas de física, de química e de uma área do conhecimento adicional de ciências naturais e <i>aplicar</i> estes conhecimentos na solução de problemas de engenharia.
<b>3- Ciências humanas e Ciências socialmente aplicáveis</b>	<b>Graduação:</b> <i>Compreender</i> as possibilidades de incorporação do conhecimento das ciências humanas e das ciências socialmente aplicáveis no exercício profissional da engenharia oriundas de pelo menos duas áreas do conhecimento.
<b>4- Experimentos</b>	<b>Graduação:</b> <i>Analisar</i> os resultados de experimentos e a precisão dos mesmos obedecendo aos limites conhecidos dos ensaios em uma ou mais áreas do curso.
<b>5- Identificação de problemas e Formulação de soluções</b>	<b>Graduação:</b> <i>Desenvolver</i> descrições formais de problemas, <i>identificar</i> suas partes e inter-relações e <i>solucionar</i> problemas de engenharia do curso por meio da <i>aplicação</i> de técnicas e ferramentas apropriadas. <b>Módulo de Formação (5º. ano):</b> <i>Desenvolver</i> descrições formais de problemas e <i>solucionar</i> problemas de engenharia do Módulo bem definidos por meio da <i>aplicação</i> de técnicas e ferramentas apropriadas.
<b>6- Gerenciamento de empreendimentos (Project Management)</b>	<b>Graduação:</b> <i>Desenvolver</i> soluções de problemas bem definidos de gerenciamento de empreendimentos afeitos ao curso. <b>Módulo de Formação (5º. ano):</b> <i>Desenvolver</i> soluções de problemas bem definidos de gerenciamento de empreendimentos afeitos ao Módulo de Formação escolhido.
<b>7- Projeto (Design)</b>	<b>Graduação:</b> <i>Projetar</i> sistemas e processos para satisfazer necessidades definidas considerando restrições de natureza econômica, ambiental, social, política, ética, de saúde e segurança, de exequibilidade e de sustentabilidade.
<b>8- Operação e Manutenção</b>	<b>Graduação:</b> <i>Conceber</i> sistemas ou processos de operação e manutenção de equipamentos ou sistemas afeitos ao curso.
<b>9- Perspectivas históricas e Questões contemporâneas (Sustentabilidade e Globalização)</b>	<b>Graduação:</b> <i>Explicar</i> o impacto das questões históricas e contemporâneas, considerando o paradigma da sustentabilidade, sobre a identificação, formulação e solução de problemas de engenharia, e <i>explicar</i> o impacto das soluções de engenharia sobre a economia, o meio ambiente e a ordem política e social, tanto local como global.
<b>10- Visão aprofundada em áreas do conhecimento do curso</b>	<b>Graduação:</b> <i>Analisar</i> e <i>resolver</i> problemas de engenharia bem definidos em áreas do conhecimento consideradas essenciais do curso.

<sup>1</sup> O documento original é uma tradução adaptada e adequada aos objetivos perseguidos pela EC3 de proposta da publicação: *Civil Engineering Body Of Knowledge for The 21st Century: Preparing The Civil Engineer for The Future*. 2nd ed. Prepared by the Body of Knowledge Committee of the Committee on Academic Prerequisites for Professional Practice. Virginia: American Society of Civil Engineers, 2008. 191p. Membros do subgrupo: Antonio Carlos Seabra (PSI); Antonio Fischer de Toledo (PTC); José Aquiles Baesso Grimoni (PEA); Diego Rabatone (RD - Elétrica); Emilio Del Moral Hernandez (PSI); Felipe Pait (PTC); Francisco Ferreira Cardoso (PCC) (coordenador); Giovanni Manassero Jr. (PEA); Haydée Svab (RD - Civil); Laerte Idal Szelwar (PRO); Marcus Vinicius Bergonzini do Prado (Mestrando - Hidráulica e Ambiental); Mauro Zilbovicius (PRO); Sadalla Domingos (PME) - maio de 2012.

<b>11- Especialidades técnicas do curso</b>	<b>Graduação:</b> <i>Definir</i> os principais aspectos das diferentes especialidades técnicas do curso.
<b>12- Comunicação</b>	<b>Graduação:</b> <i>Organizar</i> e <i>apresentar</i> comunicação verbal, escrita, virtual e gráfica.
<b>13- Política pública</b>	<b>Graduação:</b> <i>Discutir</i> e <i>explicar</i> os principais conceitos e processos envolvidos nas políticas públicas.
<b>14- Administração</b>	<b>Graduação:</b> <i>Explicar</i> conceitos e processos chave utilizados na administração pública e privada.
<b>15- Atitudes, Liderança e Trabalho em equipe</b>	<b>Graduação:</b> <i>Explicar</i> as atitudes favoráveis à prática profissional da engenharia, <i>aplicar</i> princípios de liderança para dirigir os esforços de equipes pequenas e homogêneas e <i>atuar</i> efetivamente como membro de uma equipe. <b>Estágio supervisionado:</b> <i>Demonstrar</i> atitudes de apoio à prática profissional da engenharia, <i>aplicar</i> princípios da liderança para dirigir esforços em equipe restrita e homogênea e <i>atuar</i> efetivamente como membro de uma equipe multidisciplinar.
<b>16- Aprendizagem contínua</b>	<b>Graduação:</b> <i>Demonstrar</i> a capacidade de aprendizagem. <b>Módulo de Formação (5º. ano):</b> <i>Planejar</i> e <i>executar</i> a aquisição de competências adequadas para a prática profissional no Módulo de Formação escolhido. <b>Estágio supervisionado:</b> <i>Planejar</i> e <i>executar</i> a aquisição de competências adequadas para a prática profissional.
<b>17- Responsabilidade profissional e Ética</b>	<b>Graduação:</b> <i>Comportar-se</i> adequadamente uma situação que envolva conflitos entre interesses profissionais e éticos múltiplos para determinar uma linha adequada de ação. <b>Estágio supervisionado:</b> <i>Justificar</i> a solução escolhida para um determinado problema de engenharia, a partir de regras profissionais e éticas.

Nota: As competências associadas ao momento de formação “Estágio supervisionado” podem ser obtidas por estágio em empresa pública ou privada, em atividade de iniciação científica ou em atividades de extensão aceitas no curso do aluno.

**Quadro 1.** Definição do conjunto mínimo de conhecimentos, habilidades e atitudes para os cursos da Escola Politécnica da USP nas competências mínimas necessárias.

### Nível de domínio cognitivo – Utilização da Taxonomia de Bloom

Algumas das competências são mais importantes para a profissão de engenheiro do que outras, podendo ainda variar em função do curso. Assim, um nível mínimo segundo o qual cada competência deve ser dominada foi definido conforme acima, e esse nível é válido para todos os cursos da Poli-USP.

Para isso, foi utilizado o conceito de nível de domínio cognitivo, descrito de acordo com os padrões da taxonomia dos objetivos educacionais ou Taxonomia de Bloom, uma referencia internacional utilizada por especialistas educacionais (Bloom *et al.*, 1956)<sup>2</sup>. Ela foi resultado do trabalho de uma comissão multidisciplinar de especialistas de várias universidades dos EUA, liderada pelo psicólogo da área de educação, Benjamin S. Bloom.

Apesar de ter mais de 50 anos, a Taxonomia de Bloom continua sendo muito relevante, e tem sido utilizada mundialmente por especialistas educacionais para definir os seis níveis evolutivos de domínio cognitivo possibilitados pelo processo educacional, definidos, de forma resumida, no Quadro 2<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Bloom, B. S., M. D. Englehart, E. J. Furst, W. H. Hill, and D. Krathwohl. 1956. *Taxonomy of Educational Objectives, the Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain*. David McKay, New York, NY.

<sup>3</sup> A classificação proposta pela Taxonomia de Bloom subdivide as possibilidades de aprendizagem em mais dois outros grandes domínios, além do Cognitivo, que abrange a aprendizagem intelectual: o Afetivo, que abrange os aspectos de sensibilização e gradação de valores (Recepção, Resposta, Valorização, Organização e Internalização de valores); e o Psicomotor, que abrange as habilidades de execução de tarefas que envolvem o organismo muscular (Percepção, Resposta conduzida, Automatismos, Respostas complexas, Adaptação e Organização).

Com base nessa escala, o Quadro 1 traz os níveis mínimos de domínio cognitivo aprovados para cada uma das competências, que devem ser alcançados pelos egressos da Poli-USP em diferentes momentos do seu processo de formação, qualquer que seja o seu curso.

**Nível 1. Lembrar:**

Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.

**Nível 2. Entender:**

Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.

**Nível 3. Aplicar:**

Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando.

**Nível 4. Analisar:**

Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.

**Nível 5. Avaliar:**

Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.

**Nível 6. Criar:**

Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.

**Quadro 2.** Estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom – revisada<sup>4</sup>.

### **Como um nível de domínio cognitivo pode ser obtido**

A obtenção de níveis adequados de domínio cognitivo geralmente não é um processo simples e rápido, e certamente não é um processo restrito à educação formal em um programa de graduação. Três momentos são propostos para que os alunos alcancem um determinado nível de domínio cognitivo, cada um associado a um momento de formação:

- níveis básicos de domínio cognitivo são alcançados pela sequência de estudos formais previstos no programa de graduação de cada curso da Poli-USP;
- níveis mais avançados de domínio cognitivo são alcançados em um dos Módulos didático-pedagógicos previamente montados, quando tiver caráter de especialização, escolhido pelo aluno com vistas à complementação da sua formação profissional (Módulo de Formação do 5º. ano);
- outros níveis de domínio cognitivo são obtidos pela experiência de campo prática, por meio de estágio(s) supervisionado(s), programas de iniciação científica e de atividades de extensão reconhecidas pelo curso.

<sup>4</sup> Fonte: FERRAZ, A.P.C.M; BELHOT, R.V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *In: Gest. Prod.*, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

O Quadro 3 relaciona as competências mínimas necessárias para a prática da engenharia esperadas de um aluno formado pela Poli-USP, em qualquer de seus cursos. Ele cobre as competências e define, para cada uma, o nível mínimo de domínio cognitivo que se espera que o aluno obtenha em cada um dos três momentos de formação pelos quais passa ao longo do curso de graduação. Cada curso poderá exigir nível mais elevado em cada competência, em função de suas especificidades.

<b>Níveis de domínio cognitivo mínimos segundo a Taxonomia de Bloom alcançados nos cursos de graduação da Escola Politécnica da USP para as diferentes competências propostas e momentos de formação</b>	<b>1. Lembrar</b>	<b>2. Entender</b>	<b>3. Aplicar</b>	<b>4. Analisar</b>	<b>5. Avaliar</b>	<b>6. Criar</b>
1: Matemática	G	G	G			
2: Ciências naturais	G	G	G			
3: Ciências humanas e Ciências socialmente aplicáveis	G	G				
4: Experimentos	G	G	G	G		
5: Identificação de problemas e Formulação de soluções	G	G	G/MF	G		
6: Gerenciamento de empreendimentos ( <i>Project Management</i> )	G	G	G/MF			
7: Projeto ( <i>Design</i> )	G	G	G	G	G	
8: Operação e Manutenção	G	G	G			
9: Perspectivas históricas e Questões contemporâneas (Sustentabilidade e Globalização)	G	G				
10: Visão aprofundada em áreas do conhecimento do curso	G	G	G	G		
11: Especialidades técnicas do curso	G	G				
12: Comunicação	G	G	G			
13: Política pública	G	G				
14: Administração	G	G				
15: Atitudes, Liderança e Trabalho em equipe	G	G	G	E		
16: Aprendizagem contínua	G	G	G	MF	E	
17: Responsabilidade profissional e Ética	G	G	G/E	E	E	

Nota: Os três momentos de formação propostos são:

G: Graduação

MF: Módulo de Formação (5º. ano) \*

E: Estágio supervisionado, iniciação científica e atividades de extensão

\* Excepcionalmente, o Módulo de Formação (5o. ano) pode ser substituído por um programa de pré-mestrado, cabendo as necessárias adequações ao proposto neste documento.

**Quadro 3.** Níveis de domínio cognitivo mínimos de egresso de curso de graduação da Escola Politécnica da USP para as diferentes competências propostas e momentos de formação.

Deve-se notar que a definição de um nível mínimo de domínio cognitivo não tem relação direta com o número de disciplinas que permitirão que o mesmo seja alcançado. Por exemplo, o Quadro 3 mostra que o nível de domínio cognitivo 3. Aplicar é proposto para as competências “1: Matemática” e “8: Operação e Manutenção”, dentre outras. No entanto, como no ramo referente à Matemática se pretende que os alunos adquiram competências em um número grande de assuntos, número esse seguramente maior do que o previsto para Operação e Manutenção, o número de disciplinas atribuídas ao primeiro caso será maior do que o número atribuído ao segundo. Também não há uma obrigação de que haja pelo menos uma disciplina específica para cada competência; por exemplo o domínio cognitivo estabelecido para a competência “17: Responsabilidade profissional e Ética” pode ser obtido em um conjunto de disciplinas com finalidades diversas, nas quais os assuntos envolvidos sejam tratados e aprendidos, no nível desejado.

Cada uma das competências estabelecidas é detalhada no Anexo A, a partir de uma visão geral sobre a mesma.

## **Aderência da proposta com o que preconiza a legislação brasileira**

A Resolução CNE - Conselho Nacional de Educação / CES - Câmara de Educação Superior 11, que Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, estabelece, em seu artigo 4º, que a “*formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:*

- I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;*
- II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;*
- III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;*
- IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;*
- V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;*
- VIa - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;*
- VIb - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;*
- VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;*
- VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;*
- IX - atuar em equipes multidisciplinares;*
- X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;*
- XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;*
- XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;*
- XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.”*

No detalhamento que consta do Anexo A, estas competências e habilidades gerais estão, na maioria dos casos, associadas a uma ou mais competências propostas no quadro 1.

## **Próximos passos para adequação do projeto pedagógico do curso**

Uma vez estabelecidas as competências e fixados os seus respectivos níveis mínimos de domínios cognitivos comuns a todos os cursos da Poli-USP, cada curso poderá estabelecer níveis mais ambiciosos em uma ou mais dessas competências, ou mesmo formular competências adicionais, em consonância com o seu projeto pedagógico.

O passo seguinte será relacionar a estrutura curricular com as competências. Assim, a cada disciplina do curso deverão ser atribuídos objetivos compartilhados no alcance de uma ou mais competências estabelecidas (e.g., matriz Disciplinas, Competências e Níveis de domínio cognitivo visados). Os quadros do Anexo B podem ajudar as coordenações de curso nessa tarefa, que trazem competências e níveis de domínio cognitivo mínimos “de saída”, que podem ser ampliados pelo curso.

Sugere-se que a cada disciplina seja também associada uma ou mais abordagens pedagógicas adequadas para atingir seus objetivos (e.g., aulas expositivas; dinâmicas como palestras, visitas técnicas, mesas-redondas, discussões em equipe, debates, oficinas ou estudos de casos; PBL – Aprendizagem Baseada em Projetos / Problemas; laboratórios experimentais; simulações eletrônicas; prototipagens; etc.) (ver no Anexo C sugestão de quadro de apoio).

## Anexo A

### Competências propostas e níveis de domínio cognitivo mínimos a serem atingidos, associados ao momento de formação

#### 1: Matemática<sup>5</sup>

##### Visão Geral

A matemática pode ser definida como a ciência das estruturas e padrões. Para tanto, utiliza o raciocínio lógico e a análise quantitativa. Sua evolução teve início com as contagens e medidas, além do estudo das formas geométricas e, a partir do século XVII, tornou-se ferramenta indispensável para o estudo da física e das ciências da engenharia. Atualmente, é considerada a linguagem base da ciência.

Os principais ramos da matemática, importantes para as engenharias, são: aritmética, álgebra, geometria, trigonometria, cálculo diferencial, cálculo numérico, probabilidade, estatística, teoria dos conjuntos e análise de algoritmos.

Os cursos de engenharia empregam a matemática na busca por soluções para problemas ou o aperfeiçoamento de soluções já existentes. Desta forma, o amplo conhecimento dessa ciência, bem como a possibilidade de aplicá-la na resolução de problemas de engenharia, são habilidades essenciais para os engenheiros.

**Graduação: Resolver problemas de matemática e aplicar este conhecimento na resolução de problemas de engenharia (Nível 3. Aplicar).** O nível de conhecimento de matemática comum requerido para prática profissional da engenharia deve ser ensinado aos alunos durante o Núcleo Comum da Poli-USP, preparando-os para as disciplinas subseqüentes; tópicos mais avançados podem ser introduzidos, na estrutura curricular, na medida em que forem necessários para um curso.

#### 2: Ciências naturais<sup>6</sup>

##### Visão Geral

Uma sólida formação em ciências naturais fornece a base para que o engenheiro desempenhe o papel profissional de principal integrador e líder técnico. Física e química são duas disciplinas das ciências naturais que têm servido historicamente para essa formação. Disciplinas adicionais de ciências naturais estão também assumindo papéis destacados na engenharia, como biologia, geologia, meteorologia.

A física se ocupa da compreensão da estrutura do mundo natural e da explicação dos fenômenos naturais por meio dos fundamentos em termos de princípios e leis elementares. Os fundamentos da física são a mecânica e a teoria de campos.

Em seu sentido original, a mecânica refere-se ao estudo do comportamento de sistemas sob a ação de forças. A mecânica é dividida de acordo com os tipos de sistemas e fenômenos envolvidos. Uma distinção importante baseia-se na dimensão do sistema. As leis de Newton da mecânica clássica podem descrever adequadamente os sistemas que são grandes o suficiente, incluindo aqueles encontrados na maioria das áreas das engenharias civil, naval, mecânica, dentre outras. Por outro

---

<sup>5</sup> A competência e habilidade geral “I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia”, exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.

<sup>6</sup> A competência e habilidade geral “I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia”, exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.

lado, conceitos e métodos matemáticos da mecânica quântica devem ser empregados para descrever o comportamento de sistemas nanoscópicos, tais como moléculas, átomos e núcleos. A Mecânica também pode ser classificada como não relativística ou relativística, esta última aplicável aos sistemas com velocidade comparável à da luz. Essa distinção pertence tanto à mecânica clássica quanto à quântica. Finalmente, a mecânica estatística usa os métodos estatísticos para os sistemas clássico e quântico abarcando um grande número de subsistemas similares para obter suas propriedades de grande escala. Na engenharia é tradicional a divisão da mecânica em função das propriedades dos materiais analisados, podendo estes serem fluidos ou sólidos. Adicionalmente, os diversos sistemas de engenharia podem ser subdivididos em contínuos e discretos, sendo mais comuns os sistemas do primeiro tipo.

A física de campos estuda a origem, a natureza e as propriedades dos campos gravitacional, eletromagnético e nucleares (forças fraca e forte), entendidos como quatro forças fundamentais na natureza.

Tomadas em conjunto, mecânica e teoria de campos fornecem a fundamentação básica para o entendimento dos fenômenos naturais tratados pela ciência. A física é caracterizada por medições precisas com resultados expressos em termos matemáticos. Muitos cursos de engenharia apoiam-se na física para o entendimento dos princípios dominantes e a obtenção de soluções de seus problemas. O conhecimento da essência técnica de diversos ramos da física e a habilidade de aplicá-lo na solução de problemas são essenciais aos engenheiros.

Química é a ciência que lida com as propriedades, a composição e a estrutura de substâncias (elementos e compostos), as reações e transformações que essas podem sofrer e a liberação ou absorção de energia durante esses processos. A química está interessada em átomos como blocos de construção, presentes em tudo que esteja relacionado ao mundo material e em todas as coisas vivas. Ramos da química incluem química inorgânica, orgânica, física e analítica; bioquímica; eletroquímica; e geoquímica.

O conhecimento da essência técnica e uma visão ampla em química são necessários para a solução de problemas de engenharia.

Alguns cursos de engenharia apoiam-se na química para explicar fenômenos e obter soluções para problemas. Em geral, engenheiros se deparam com problemas em que são necessários caracterizar e avaliar as propriedades de diferentes materiais como metais, cerâmicas, madeiras, vidros, materiais mecânicos, elétricos e eletrônicos, etc., caracterizando o que se denominada ciência dos materiais. Dado que engenheiros lidam com situações que requerem a análise dos materiais utilizados (reparo, reabilitação de equipamentos e infraestruturas; tratamento de resíduos perigosos resultantes dos processos de produção; interação de materiais com as condições ambientais, levando ao seu desgaste), o conhecimento de materiais, tanto no nível macroscópico quanto no microscópico, se faz necessário.

Amplitude de conhecimento em disciplinas de ciências naturais como biologia, ecologia, geologia/geomorfologia, dentre outras, se faz necessária para preparar o engenheiro do futuro. Ao longo do século 21, espera-se que ocorra um aumento de exposição, ou de ênfase, em sistemas biológicos, ecologia, sustentabilidade e nanotecnologia. Os egressos da Poli-USP devem ter instrução científica adequada para demonstrarem proficiência em assuntos técnicos relativos a sistemas ambientais, saúde pública e segurança, durabilidade de materiais, e outros. O conhecimento da essência técnica e uma visão ampla em disciplinas das ciências naturais que não sejam a matemática, a física e a química serão necessários para preparar futuros engenheiros egressos da Poli-USP.

**Graduação: Resolver problemas de física, de química e de uma área do conhecimento adicional de ciências naturais e aplicar estes conhecimentos na solução de problemas de engenharia (Nível 3. Aplicar).** A física, a química e as outras ciências naturais exigidas para a prática de engenharia precisam ser aprendidas na graduação e devem preparar estudantes para disciplinas e cursos subsequentes e para a prática profissional. É importante notar que níveis cognitivos

superiores, que envolvem uma visão crítica conduzindo possivelmente a contribuições originais a essas disciplinas, podem ser desejáveis, embora estejam além da formação mínima que se espera de todos os engenheiros.

### 3: Ciências humanas e Ciências socialmente aplicáveis<sup>7</sup>

#### Visão Geral

Para serem eficazes, os engenheiros devem ter pensamento crítico e capacidade de identificar problemas vitais para, em seguida, formulá-los de forma clara e adequada, buscando soluções para os mesmos. Devem ter mente aberta para sistemas alternativos de pensamento, reconhecendo e avaliando, sempre que necessário, pressupostos, implicações e consequências práticas do seu trabalho. Devem ter conhecimentos relevantes não só em matemática e ciências naturais, mas também em ciências humanas e em ciências socialmente aplicáveis.

As ciências humanas envolvem áreas do conhecimento que estudam os aspectos humanos do mundo, incluindo história, filosofia, sociologia, psicologia, geografia, dentre outras. Elas utilizam métodos críticos ou especulativos para estudar a condição humana. Seu papel é fazer os estudantes compreenderem a importância das ciências humanas no exercício profissional da engenharia. Esta compreensão é fundamental para a prestação de serviços profissionais, tendo-se em vista as pessoas.

Soluções de engenharia são entregues à sociedade por meio de mecanismos e organizações sociais. As ciências socialmente aplicáveis envolvem o estudo sistemático desses fenômenos sociais. São exemplos de áreas ciências socialmente aplicáveis o direito, a economia e a administração<sup>8</sup>. Elas possuem caráter científico, quantitativo, analítico e são orientadas por dados e pelo uso do método científico, incluindo tanto métodos qualitativos quanto quantitativos. Os engenheiros atuam em um ambiente social; compreendê-lo é, portanto, fundamental para ser um profissional eficaz. Esta competência é destinada a orientar os estudantes a fazerem conexões entre a educação técnica e sua educação em ciências socialmente aplicáveis; a atuação eficaz do profissional de engenharia depende dessas conexões.

Mas, mais do que apenas compreender a importância das ciências humanas e das ciências socialmente aplicáveis no exercício profissional da engenharia, os egressos da Poli-USP devem ser capazes de reconhecer estas considerações no desenvolvimento para, em um segundo momento, incorporá-las na entrega de soluções para os problemas de engenharia.

**Graduação: *Compreender as possibilidades de incorporação do conhecimento das ciências humanas e das ciências socialmente aplicáveis no exercício profissional da engenharia oriundas de pelo menos duas áreas do conhecimento (Nível 2. Entender).*** O processo de educação formal no nível de graduação deve incluir uma introdução às ciências humanas e às ciências socialmente aplicáveis, para que o aluno desenvolva uma percepção de sua importância no desenvolvimento de soluções de engenharia. Nem todos os alunos podem dominar todas essas ciências; no entanto, devem, antes de tudo, ser capazes de reconhecer e identificar informações factuais em diferentes áreas a elas ligadas. Devem ainda ser capazes de interpretar e exemplificar o emprego dos conceitos de pelo menos duas de suas áreas, a fim de entender como os mesmos podem influenciar suas decisões de engenharia.

---

<sup>7</sup> A competência e habilidade geral “XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental”, exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.

<sup>8</sup> Pela sua importância para o desempenho profissional do engenheiro, a administração é tratada como uma competência a parte (vide 14. Administração).



## 4: Experimentos<sup>9</sup>

### Visão Geral

Experimento pode ser definido como "uma operação ou procedimento realizado sob condições controladas, a fim de descobrir um efeito ou lei desconhecidos, para testar ou estabelecer uma hipótese, ou para ilustrar uma lei conhecida".

Os engenheiros frequentemente projetam e realizam estudos de campo e de laboratório, coletam dados, criam simulações numéricas e outros modelos para, em seguida, analisar e interpretar os resultados. O engenheiro deve ser capaz de desenvolver e conduzir experimentos e analisar os seus resultados, que podem incorporar ou abranger mais de uma área técnica tradicional ou emergente da engenharia. A aprendizagem baseada em investigação, que enfatize seus métodos, desenvolve habilidades de pensamento crítico necessárias para a aprendizagem do processo experimental. O pensamento crítico também auxilia no desenvolvimento da capacidade de discernimento, necessária para a interpretação e análise dos resultados de experimentos.

**Graduação: Analisar os resultados de experimentos e a precisão dos mesmos obedecendo aos limites conhecidos dos ensaios em uma ou mais áreas do curso (Nível 4. Analisar).** Os egressos da Poli-USP devem estar familiarizados com propósitos, procedimentos, equipamentos e aplicações práticas dos experimentos que englobem mais de uma das áreas técnicas da engenharia, do curso. Devem ser capazes de planejar e realizar experimentos para a avaliação de hipóteses e confirmação de desempenho de sistemas e processos, relatar resultados, analisá-los e tirar conclusões em função das normas em vigor em mais de uma área do curso. Neste contexto, os experimentos podem incluir estudos de campo, de laboratório, virtuais e simulações numéricas.

## 5: Identificação de problemas e Formulação de soluções<sup>10</sup>

### Visão Geral

A identificação de problemas envolve a análise de condições insatisfatórias e identificação de demandas da sociedade, visando a propor soluções de engenharia que possibilitem atendê-las. A formulação de soluções exige a obtenção de conhecimento das circunstâncias pregressas, a compreensão das exigências e restrições existentes, enunciando-se o problema por meio de comunicações técnicas, e se formulando soluções alternativas – tanto as de rotina como originais – e se recomendando soluções exequíveis.

A abordagem para solução de problemas deve utilizar uma combinação de critérios que empreguem pensamento crítico e desejo de descoberta. Os conhecimentos e habilidades incluídos nessa competência não devem estar limitados àqueles necessários para identificar, formular e propor alternativas de soluções para problemas existentes, mas devem ser expandidos de forma a incluir aqueles exigidos para antecipar oportunidades nas quais conhecimentos e habilidades possam ser aplicados para o bem comum. Identificação de problemas e Formulação de soluções são processos de aprendizagem que fazem uso de várias ferramentas que aperfeiçoam e auxiliam na descoberta de soluções apropriadas.

Técnicas e ferramentas apropriadas - incluindo tecnologia da informação, métodos atuais de análise e de projeto, regulamentos e normas de projeto para complementar o conhecimento de conceitos fundamentais – são necessárias para resolver problemas de engenharia. Soluções de problemas

---

<sup>9</sup> As competências e habilidades gerais “II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados” e “VIa - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas”, exigidas pela Resolução CNE/CES 11, estão associadas a esta competência.

<sup>10</sup> A competência e habilidade geral “V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia”, exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.

envolvem também habilidade na seleção de ferramentas apropriadas como um meio para promover ou aumentar a capacidade de aprendizado futuro dos egressos da Poli-USP.

**Graduação: *Desenvolver* descrições formais de problemas, *identificar* suas partes e inter-relações e *solucionar* problemas de engenharia do curso por meio da *aplicação* de técnicas e ferramentas apropriadas (Nível 4. Analisar).** Os egressos da Poli-USP devem estar familiarizados com informações factuais relacionadas ao reconhecimento, à formulação dos problemas de engenharia, envolvendo a identificação das partes importantes e menos importantes e o entendimento das inter-relações existentes entre elas, e aos processos de resolução de problemas de seu curso.

Adicionalmente, devem ser capazes de explicar conceitos chave relacionados à identificação, à análise sistêmica e à construção de soluções de problemas de engenharia de seu curso. Ferramentas de resolução de problemas de engenharia devem ser ensinadas com as tecnologias de engenharia fundamentais apropriadas. Essas ferramentas vão das mais simples até as mais complexas, e o entendimento qualitativo dos dados obtidos do seu uso, ou exigidos para o seu uso, é necessário para definir a capacidade ou o valor de cada uma.

**Módulo de Formação (5º. ano): *Desenvolver* descrições formais de problemas e *solucionar* problemas de engenharia do Módulo bem definidos por meio da *aplicação* de técnicas e ferramentas apropriadas (Nível 3. Aplicar).** O nível mínimo de domínio cognitivo proposto para o Módulo é inferior ao do curso; a razão disso é que nele podem ser aceitos alunos vindos de outros cursos, o que não lhe confere, obrigatoriamente, um caráter de especialização.<sup>11</sup>

## 6: Gerenciamento de empreendimentos (*Project Management*)<sup>12</sup>

### Visão Geral

Gerenciamento é algo que envolve a todos - em casa, no trabalho, na comunidade. De forma simples, gerenciamento pode ser compreendido como “ato, arte ou maneira de lidar, controlar e dirigir”. Gerenciamento em engenharia é o ato de gerir as relações considerando as atividades de administração, organização, planejamento, financiamento e elemento humano da produção, da pesquisa, da engenharia e da prestação de serviços. Gerentes de empreendimentos de engenharia precisam entender e integrar variáveis e restrições organizacionais, técnicas, externas e comportamentais para realizar tarefas predeterminadas e atingir metas. De acordo com o *Project Management Institute*, gerenciamento de empreendimentos<sup>13</sup> é a “aplicação do conhecimento, habilidade, ferramentas e técnicas às atividades do projeto [empreendimento] para atender aos seus requisitos. O gerenciamento de projetos [empreendimento] é realizado através da aplicação e integração dos 47 processos de gerenciamento de projetos [empreendimentos], logicamente agrupados em cinco grupos de processos: Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e controle e Encerramento”.

Uma das áreas do conhecimento do gerenciamento de empreendimentos que merece destaque é a do gerenciamento de riscos e incertezas. O engenheiro precisa lidar com a incerteza do mundo real em

---

<sup>11</sup> No caso de Módulo de Formação com caráter de especialização, sugere-se adotar o Nível 5. Avaliar ou mesmo o Nível 6. Criar. Alunos desse Módulo precisam ser capazes de analisar e resolver problemas de engenharia com parâmetros definidos de forma pobre ou incompletos, de sua área específica. Conhecimento de resolução de problemas em um nível mais avançado e novas habilidades faz-se necessários. Espera-se que os egressos do antecipe, identifiquem e formulem problemas e oportunidades em vários sistemas e ambientes, da área. As ferramentas de engenharia usadas requerem usualmente um conhecimento fundamental de várias tecnologias de forma que se possa selecionar e organizar seu uso na solução de problemas e na integração em problemas de projeto. Os egressos do Módulo precisam também compreender as limitações das ferramentas selecionadas e das simulações de modelos computacionais empregadas.

<sup>12</sup> A competência e habilidade geral “IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia”, exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.

<sup>13</sup> O termo usado pelo instituto é “gerenciamento de projetos”, devido à tradução da palavra inglesa *project* por projeto. Fonte: *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)*. 5ª. Edição. Project Management Institute. Pennsylvania: 2014. 567p.

relação ao projeto e ao planejamento, tendo em vista que a segurança do público está entre as prioridades mais importantes de um empreendimento. Essas incertezas são inevitáveis em qualquer projeto de engenharia e em processos de decisão. Elas podem ser baseadas na coleta de dados ou no conhecimento. O engenheiro deve ser capaz de reconhecer e quantificar essas incertezas como parte do processo do projeto, aplicar probabilidade e estatística para quantificar o risco de falha para projetos de engenharia bem definidos, e determinar fatores de segurança apropriados para minimizar o risco à segurança do público.

**Graduação: *Desenvolver* soluções de problemas bem definidos de gerenciamento de empreendimentos afeitos ao curso (Nível 3. Aplicar).** O processo de educação formal deve possibilitar o aprendizado dos princípios de gerenciamento de empreendimentos e o desenvolvimento de gerentes efetivos, incluindo a habilidade de trabalhar em equipe e envolver pessoas diversas. Princípios de gerenciamento de empreendimentos incluem as ações necessárias para iniciar, planejar, executar, monitorar e controlar e encerrar empreendimentos. Como exemplos de oportunidades em gerenciamento de empreendimentos no currículo de graduação podem ser citados as equipes de projetos em disciplinas diversas do curso, os projetos de fim de curso e as atividades de iniciação científica. Oportunidades extracurriculares para gerenciamento de empreendimentos incluem projetos cooperativos e projetos conduzidos por estudantes, incluindo os por empresas juniores e os ligados a ações comunitárias ou sociais.

**Módulo de Formação (5º. ano): *Desenvolver* soluções de problemas bem definidos de gerenciamento de empreendimentos afeitos ao Módulo de Formação escolhido (Nível 3. Aplicar).** Idem acima, mas voltadas ao tema do Módulo.

## 7: Projeto (*Design*)<sup>14</sup>

### Visão Geral

Projeto (*Design*) é um processo iterativo, frequentemente criativo, que envolve a descoberta e a aquisição de conhecimento. Atividades como definição de problemas, seleção ou desenvolvimento de opções de projeto, análise, detalhamento de projeto, previsão de desempenho, implementação, observação e teste fazem parte do processo de projeto de engenharia.

Os problemas que são objetos de um projeto são frequentemente mal definidos. Definir a extensão e os objetivos do projeto, identificando as restrições que governam um problema particular, é essencial ao processo de projeto. O processo de projeto não se encerra em uma solução única. Ele permite várias soluções provavelmente corretas, incluindo soluções e abordagens inovadoras. Assim um projeto de sucesso requer pensamento crítico, avaliação das incertezas envolvidas e o exercício de um julgamento do ponto de vista de engenharia. Considerações como avaliação de risco, impacto na sociedade e no meio ambiente, regras, códigos, regulamentos, saúde, segurança, sustentabilidade, ciclo de vida, exequibilidade, operabilidade, manutenibilidade e vida útil são integrados em várias fases do processo de projeto.

Conhecimento técnico amplo em várias áreas já estabelecidas ou emergentes do curso se faz necessário para entender a relação e a interação dos diferentes elementos em um sistema ou ambiente que se está projetando.

**Graduação: *Projetar* sistemas e processos para satisfazer necessidades definidas considerando restrições de natureza econômica, ambiental, social, política, ética, de saúde e segurança, de exequibilidade e de sustentabilidade (Nível 5. Avaliar).** A essência da engenharia é o processo recursivo de projetar, prever desempenho, produzir e testar. Recomenda-se que este processo seja

---

<sup>14</sup> As competências e habilidades gerais “III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos”, “VIa - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas”, “XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental” e “XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia”, exigida pela Resolução CNE/CES 11, estão associadas a esta competência.

apresentado aos estudantes nas fases iniciais do curso, se possível no primeiro ano, e mantido ao longo de todo ele. Promover o conhecimento criativo prepara os estudantes para lidar, no trabalho, com um futuro de complexidade crescente que exige uma abordagem multidisciplinar na resolução de problemas. A componente de projeto no currículo deve envolver análise e avaliação.

## 8: Operação e Manutenção<sup>15</sup>

### Visão Geral

A operação de um equipamento ou sistema depende de suas características técnicas e envolve procedimentos adequados que assegurem o alcance da sua vida útil de projeto, com adequado nível de desempenho, evitando a ocorrência de falhas ou acidentes e respeitando o ambiente.

Manutenção é o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar o desempenho funcional de um equipamento ou sistema ou de suas partes constituintes.

Conhecimento técnico amplo em várias áreas já estabelecidas ou emergentes do curso se faz necessário para entender a relação e interação dos diferentes elementos em um sistema ou ambiente que se está operando e mantendo.

**Graduação: *Conceber sistemas ou processos de operação e manutenção de equipamentos ou sistemas afeitos ao curso (Nível 3. Aplicar).*** A capacidade de concepção de tais sistemas ou processos deve se dar em uma ou mais áreas técnicas do curso do aluno.

## 9: Perspectivas históricas e Questões contemporâneas (Sustentabilidade e Globalização)<sup>16</sup>

### Visão Geral

Para ser efetivo, o profissional de engenharia deve tirar partido da sua formação ampla para analisar os impactos das questões históricas e contemporâneas na engenharia e analisar o impacto da engenharia no mundo. O ciclo do empreendimento de engenharia ilustra bem a natureza dual dessa questão. Ao definir, formular e resolver um problema de engenharia, os engenheiros devem considerar os impactos dos acontecimentos históricos e de questões contemporâneas.

O conhecimento da história e do patrimônio ajuda a comunicar a importância da profissão de engenheiro para a sociedade. Um historiador da engenharia enunciou que "o valor da história da engenharia vai além de ser apenas parte da educação de um engenheiro. A história da engenharia é útil, senão essencial, para a compreensão da natureza da engenharia; ela também auxilia na prática da profissão. Se ganha perspectiva nas áreas da engenharia conhecendo-se suas histórias diversas e interligadas. Uma perspectiva histórica auxilia os engenheiros na identificação de modelos falhos e na identificação de erros na lógica e no projeto. A história da Engenharia, em suma, é simultaneamente engenharia e história".

No que diz respeito a questões ligadas à contemporaneidade, são exigidos de todos os engenheiros o conhecimento dos princípios da sustentabilidade e seus reatamentos na prática da engenharia. A sustentabilidade possui três dimensões: social, econômica e ambiental. Esta última inclui os recursos naturais e o meio ambiente. A tecnologia afeta todas as três, e uma compreensão ampla e integrada é necessária na defesa do interesse público. Além disso, é necessária uma competência especial com relação à compreensão sobre o uso dos recursos naturais e o respeito ao meio ambiente, que

---

<sup>15</sup> As competências e habilidades gerais "VIb - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas" e "VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas", exigidas pela Resolução CNE/CES 11, estão associadas a esta competência.

<sup>16</sup> A competência e habilidade geral "XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental", exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.

constituem as bases de toda atividade humana, e é essencial a integração deste conhecimento em empreendimentos de engenharia que apoiem e sustentem o desenvolvimento humano.

Lidar com a questão da globalização é também um dos desafios para o engenheiro, uma vez que o mundo tem se tornado cada vez mais interconectado. Os países e seus ambientes sociais, tanto construídos como naturais, demonstram interdependências emergentes que precisam ser consideradas no planejamento e na realização dos empreendimentos. O acesso imediato à informação está disponível em toda parte, e em muitos aspectos a proximidade geográfica está se tornando menos importante para o sucesso de um empreendimento. Engenheiros precisam lidar com uma globalização crescente; encontrar formas para prosperar dentro de um ambiente internacional integrado; e vencer desafios que cruzam fronteiras culturais, linguísticas, legais e políticas e, ao mesmo tempo, respeitarem restrições e diferenças culturais consideradas críticas.

Exemplos de questões contemporâneas, com ênfase na sustentabilidade e na globalização, estão ligados: à revitalização da infraestrutura do País; à dependência da riqueza econômica da variedade, da confiabilidade e do nível de serviço das infraestruturas públicas; às questões de custo e do poder público, tais como taxaço e diferenças de subsídio entre jurisdições; às questões ambientais como conflitos nacionais e transnacionais por recursos naturais escassos (água, fontes de energia e minérios), relação entre poluição ambiental e qualidade de vida, planejamento ambiental do território, e adaptabilidade e resiliência de empreendimentos e indivíduos a eventos extremos; ao atendimento a um padrão de saúde no mundo; ao deslocamento (“deslocalização”) de sistemas de produção obsoletos e de maior risco, e ao desenvolvimento de padrões internacionais aceitáveis tanto para países desenvolvidos como para países em desenvolvimento; às licenças e permissões para contratantes e corporações estrangeiras; à globalização multicultural da prática da engenharia; à melhoria da qualidade de vida em todo o mundo; e à diversidade crescente da sociedade. Ao gerar e comparar alternativas e avaliar desempenho, os engenheiros devem considerar o impacto que as soluções de engenharia causam sobre a economia, o meio ambiente e a ordem política e social.

**Graduação: *Explicar* o impacto das questões históricas e contemporâneas, considerando o paradigma da sustentabilidade, sobre a identificação, formulação e solução de problemas de engenharia, e *explicar* o impacto das soluções de engenharia sobre a economia, o meio ambiente e a ordem política e social, tanto local como global (Nível 2. Entender).** Durante a graduação, os alunos da Poli-USP devem levar em conta e aplicar sua formação originada, em parte, nas disciplinas de ciências humanas e ciências socialmente aplicáveis, na solução de problemas de engenharia. Uma vez que a engenharia não ocorre no vácuo, os egressos da Poli-USP devem ser capazes tanto de explicar o impacto das questões históricas e contemporâneas sobre engenharia, quanto explicar o impacto da engenharia no mundo. Como as questões contemporâneas e as perspectivas históricas são, essencialmente, uma parte do processo de projeto de engenharia, a maioria das disciplinas de projeto de engenharia, especialmente as relacionadas ao trabalho de final de curso, devem considerar a aplicação de questões contemporâneas e das perspectivas históricas. Outros exemplos de oportunidades para se incorporar a dimensão histórica em um programa de graduação incluem o oferecimento de vinhetas históricas sobre cientistas e engenheiros que desenvolveram equações fundamentais, estudos de histórias de viagens de campo a regiões históricas, e apresentações orais e escritas sobre as perspectivas históricas de empreendimentos relevantes em andamento ou futuros.

Os alunos da Poli-USP devem ainda demonstrar domínio do conhecimento científico sobre os recursos naturais e o meio ambiente e da obrigação ética de considerá-los de forma sustentável segundo o interesse público. Este domínio deve se apoiar em uma base ampla que sustente uma comunicação bidirecional com as partes interessadas, incluindo a população, apoiada nos preceitos da sustentabilidade e em bases científicas e técnicas.

## 10: Visão aprofundada em áreas do conhecimento do curso<sup>17</sup>

### Visão geral

A capacidade de identificar problemas de engenharia, formular alternativas e recomendar soluções viáveis é uma dimensão extremamente importante dentre as responsabilidades profissionais de um engenheiro. A engenharia é um campo intrinsecamente amplo, e cada curso abrange uma vasta gama de áreas técnicas que contribuem para o desenvolvimento do País. A maioria dos problemas de engenharia apoia-se em ideias, conceitos e princípios envolvendo grande parte do conteúdo de um curso. Assim, os engenheiros devem possuir visão técnica ampla e habilidade para resolver problemas em várias áreas técnicas de seu curso. Áreas não tradicionais podem incluir áreas do conhecimento ligadas à engenharia e às ciências adequadas a uma abordagem interdisciplinar da solução de problemas de engenharia.

Conhecimento e amplitude de visão nas áreas técnicas consideradas essenciais do curso do aluno são necessários para resolver uma variedade de problemas de engenharia. Possuir essa amplitude de visão permite aos egressos da Poli-USP atuar em equipes interdisciplinares na concepção de empreendimentos de engenharia de seu curso e possibilita integrar conhecimentos de várias áreas para trabalhar em tecnologias secundárias, avançadas ou emergentes.

**Graduação: *Analisar e resolver problemas de engenharia bem definidos em áreas do conhecimento consideradas essenciais do curso (Nível 4. Analisar).*** O espectro de áreas do conhecimento a ser cobertas na graduação depende das características de cada curso da Poli-USP. Para as áreas que considere essenciais, o curso deve dotar seus alunos dos conhecimentos técnicos, envolvendo, minimamente, entendimento, aplicação e análise dos mesmos, e das habilidades que os acompanham, para que possam começar a prática profissional. O curso deve, ainda, preparar seus alunos para a correta opção de formação a ser seguida no 5º. ano e para os cursos subsequentes após a sua graduação.

## 11: Especialidades técnicas do curso<sup>18</sup>

### Visão Geral

Além dos conhecimentos e habilidades desenvolvidos nas áreas do conhecimento consideradas essenciais do curso, os alunos devem conhecer e compreender as diferentes possibilidades de especialização nele existentes, e suas implicações profissionais. Tais especializações técnicas podem se dar nas áreas essenciais curso, em combinações coerentes entre elas, em área não abordadas ou em área de outro curso. Especializações técnicas em áreas não tradicionais, limítrofes ou em tecnologias emergentes são possíveis e devem ser encorajadas na Poli-USP.

Embora não façam parte do conjunto de disciplinas obrigatórias do curso, disciplinas de cursos de extensão e de pós-graduação, incluindo as não relacionadas diretamente com as engenharias, cursadas como optativas livres, podem contribuir positivamente para a prática profissional dos engenheiros e, quando seguidas de Módulo de Formação ou programa de pré-mestrado (5º. ano) adequados, podem contribuir para a formação especializada do egresso do curso.

---

<sup>17</sup> As competências e habilidades gerais “I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia”, “III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos”, “V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia”, “VIb - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas” e “VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas”, exigidas pela Resolução CNE/CES 11, estão associadas a esta competência.

<sup>18</sup> As competências e habilidades gerais “I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia”, “III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos”, “V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia”, “VIb - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas” e “VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas”, exigidas pela Resolução CNE/CES 11, dentre outras, podem estar associadas a esta competência.

**Graduação: Definir os principais aspectos das diferentes especialidades técnicas do curso (Nível 2. Entender).** Antes de optar pela formação que seguirá no 5º. ano, é preciso que o aluno compreenda as possibilidades que existem no seu curso, ou seja, deve saber o que se espera dos profissionais que se especializam em cada área específica de seu curso. Recomenda-se também que o aluno possa ter esse entendimento em áreas de outros cursos de seu interesse, bem como das opções oferecidas pelos programas de pré-mestrado; este nível de compreensão pode ser alcançado em disciplinas tradicionais, eventualmente cursadas como optativas livres, bem como em palestras proferidas por profissionais das áreas de interesse.

## 12: Comunicação<sup>19</sup>

### Visão Geral

Os processos de comunicação incluem ouvir, observar, ler, falar, escrever e utilizar recursos gráficos e maquetes. Os engenheiros devem se comunicar efetivamente com pessoas de formação técnica e não técnica, e com públicos em circunstâncias diversas. Agir segundo essas formas de comunicação requer que os engenheiros compreendam os processos de comunicação para sua utilização na prática profissional. Os fundamentos da comunicação devem ser obtidos ao longo da educação formal, e solidificados pela prática antes do início da atividade profissional.

O escopo da prática profissional inclui a preparação e emprego de cálculos, planilhas, equações, modelos computacionais, fluxogramas, gráficos, desenhos técnicos e maquetes virtuais ou reais - todos estes elementos são integrantes típicos dos complexos processos de projeto e análise. A implantação dos resultados destes trabalhos sofisticados requer que engenheiros comuniquem a essência de suas descobertas e recomendações.

Engenheiros devem ter familiaridade com as ferramentas usadas para descrever seus projetos. As habilidades de esboçar manualmente e por meio de *softwares* gráficos são importantes na prática profissional da engenharia. A comunicação virtual, pela qual se entende a comunicação gerada, simulada, ou transmitida por meio de computadores interligados em redes, é comum na prática da engenharia. Usos de maquetes e prototipagens 3D têm crescido nos ambientes acadêmico e profissional. Consequentemente, os engenheiros devem ser capazes de utilizar diversos meios de comunicação em ambiente virtual.

**Graduação: Organizar e apresentar comunicação verbal, escrita, virtual e gráfica (Nível 3. Aplicar).** A experiência na graduação oferece muitas oportunidades de exposição e de aplicação dos fundamentos da comunicação, cujo ensino e aprendizado devem ser incorporados à estrutura curricular, durante todos os anos na Poli-USP e na maioria das disciplinas.

Por sua variedade de meios, os fundamentos da comunicação podem ser incorporados ao estudo da matemática, das ciências e dos cursos de práticas técnicas e profissionais, bem como das ciências humanas e das ciências socialmente aplicáveis. Por exemplo, pode ser proposta a criação de diagramas para explicar sistemas e processos complexos, a redação de relatórios detalhados de trabalhos em laboratório dirigidos para um público técnico e de sumários executivos para leitores não técnicos, a redação de documentação de resultados de pesquisa em determinados tópicos, e a realização de apresentações de trabalhos de conclusão de disciplinas em equipe. Atividades curriculares e extracurriculares, tais como trabalhos comunitários e participação em organizações estudantis, oferecem oportunidades para a prática da comunicação usando meios diversos em situações variadas. O uso de maquetes e prototipagens 3D pode se dar em diferentes disciplinas.

---

<sup>19</sup> A competência e habilidade geral “VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica”, exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.

## 13: Política pública<sup>20</sup>

### Visão Geral

A política pública é a articulação de objetivos e valores de uma nação, estado ou município. Thomas Dye<sup>21</sup> fornece uma clara e concisa definição de política pública como sendo "tudo aquilo que os governos optam por fazer ou não fazer." Já que a engenharia é frequentemente referida como uma profissão a serviço das pessoas, e as pessoas são o público, os engenheiros são inerentemente parte dos processos afetos às políticas públicas. Seja de propriedade pública ou privada, os produtos da engenharia afetam diretamente o cotidiano das pessoas.

Os engenheiros exercem a sua profissão seguindo normas, especificações e orientações relacionadas, conforme estabelecido em documentos que refletem uma política pública. Por isso, os engenheiros devem ser envolvidos no processo de formulação de tais políticas (incluindo a normalização técnica).

Os engenheiros precisam ter entendimento sobre as políticas públicas e sobre como os responsáveis pelas decisões nos poderes públicos utilizam informações técnicas, científicas e econômicas quando da elaboração e avaliação de tais políticas. Os engenheiros têm amplo envolvimento em políticas públicas quando dos processos de discussão política, de leis e regulamentos, nos mecanismos de financiamento, na educação pública, na interação entre governo e empresas, bem como na responsabilidade de interesse público do seu exercício profissional. Sistemas de engenharia envolvem um amplo contexto social, uma vez que boa parte da atividade profissional do engenheiro é financiada por fundos públicos, e os usos dos produtos da engenharia são disponíveis para uso público e consumo. A integração eficaz do curso na política pública relacionada aos grandes desafios nacionais (transportes, energia, habitação, saneamento, comunicação, etc.) é fundamental para o sucesso da sociedade como um todo.

A gama de questões relacionadas a políticas públicas, processos e implementação envolve o conhecimento e o entendimento dos procedimentos de ordem pública e a avaliação sistemática das consequências potenciais de decisões de política pública.

**Graduação: *Discutir e explicar os principais conceitos e processos envolvidos nas políticas públicas (Nível 2. Entender)*.** Os egressos da Poli-USP devem demonstrar a compreensão do processo de formulação de políticas públicas por meio de mecanismos como a utilização de normas e regulamentos relacionados à engenharia em seus projetos; na integração e debate sobre projetos de engenharia locais, estaduais e nacionais em disciplinas da estrutura curricular; no engajamento em oportunidades de serviço público; e pela participação em atividades promovidas por entidades setoriais profissionais.

## 14: Administração<sup>22</sup>

### Visão Geral

Ao profissional de engenharia que atua no mundo dos negócios é requerido entendimento dos fundamentos da gestão de negócios. Tópicos importantes tipicamente empregados no setor privado incluem formas legais de propriedade, estrutura organizacional, demonstrativos de resultados, balanços contábeis, engenharia econômica, finanças, *marketing* e vendas, apuração de horas de projeto, *overhead*, gestão de ativos, lucros e ética nos negócios. O engenheiro pode precisar de uma

---

<sup>20</sup> A competência e habilidade geral "XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental", exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.

<sup>21</sup> Dye, T. R. 1992. *Understanding Public Policy*, 7th Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

<sup>22</sup> A competência e habilidade geral "IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia", exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.



quantidade substancialmente maior de conhecimento desses elementos se vier a trabalhar no exterior, em ambientes de negócios globalizados.

Ao profissional de engenharia que atua no setor público é requerido entendimento dos fundamentos de administração pública. Tais fundamentos essencialmente incluem o processo político, leis e regulação, mecanismos de obtenção de fundos, processos licitatórios, educação e mobilização públicas, interação entre governo e setor privado e responsabilidades dos profissionais do serviço público.

Pela sua importância para o desempenho profissional do engenheiro, a administração é destacada da competência 3 que contém as ciências socialmente aplicáveis.

**Graduação: *Explicar* conceitos e processos chave utilizados na administração pública e privada (Nível 2. Entender).** Exemplos de conceitos chave incluem a identificação de problemas, especificando o tipo de pessoal e a organização necessários para resolver o problema, as implicações da legislação e da regulação em vigor, e a responsabilidade em relação ao público e ao cliente. Exemplos de processos de solução de problemas incluem a identificação de tecnologias aplicáveis para abordar o problema, o desenvolvimento de orçamentos e planejamento de empreendimentos, o entendimento dos mecanismos de financiamento e a ética de negócios.

## 15: Atitudes, Liderança e Trabalho em equipe<sup>23</sup>

### Visão Geral

As atitudes de um indivíduo são determinantes para o sucesso de suas iniciativas profissionais. As atitudes são as maneiras pelas quais se pensa e se sente em resposta a um fato ou uma situação. As atitudes refletem valores e uma visão do mundo e a maneira como se percebe, interpreta e enfrenta os ambientes e as situações. As atitudes positivas geralmente consideradas como favoráveis à prática da engenharia incluem compromisso, confiança, consideração pelos outros, curiosidade, empreendedorismo, justiça, altas expectativas, honestidade, integridade, intuição, julgamento, otimismo, persistência, positividade, respeito, autoestima, sensibilidade, atenção, rigor e tolerância.

Do conjunto dessas atitudes surgem duas capacidades que se constituem em competências em si, que os egressos da Poli-USP devem possuir.

A primeira é a da liderança. Ela significa engajar as pessoas em uma visão comum, planejar e organizar recursos, e manter a confiança dos liderados, o que se alcança compartilhando pontos de vista, inspirando a criatividade, motivando, favorecendo a cooperação, proporcionando sistemas de avaliação mais justos, reforçando a importância da contribuição de cada um e do coletivo de trabalho e, ainda, sendo sensível às necessidades individuais conflitantes. Liderança é a arte e a ciência de influenciar os outros na direção de alcançar um objetivo comum, e não requer necessariamente um cargo ou posição formal dentro de um grupo. Os egressos da Poli-USP devem ser capazes de assumir a liderança face a questões profissionais e dilemas éticos. Com frequência os empregadores requerem profissionais que não sejam apenas especialistas em projeto e análise, mas também possuam as habilidades de liderança necessárias para aplicar seu conhecimento técnico e para aproveitar tecnologias emergentes e ferramentas inovadoras de administração e gerenciamento. Pode-se dizer que engenheiros são contratados por causa de suas habilidades técnicas, demitidos quando falta habilidade no relacionamento com pessoas, e promovidos quando têm habilidades de liderança e gestão.

Outra capacidade que decorre de um conjunto de atitudes é a do engenheiro ser capaz de trabalhar como membro de uma equipe. Isso requer uma compreensão da constituição de equipes e da sua evolução, dos perfis de personalidade, da dinâmica da equipe, da colaboração entre diversas áreas do

---

<sup>23</sup> A competência e habilidade geral “IX - atuar em equipes multidisciplinares”, exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.

conhecimento, da resolução de problemas e da gestão do tempo, assim como a aptidão para promover e integrar a diversidade de perspectivas, conhecimentos e experiências. E equipes podem ser intradisciplinares, compostas por membros de um mesmo curso; ou multidisciplinares, sendo compostas por membros de outros cursos ou de diferentes profissões.

**Graduação: *Explicar as atitudes favoráveis à prática profissional da engenharia, aplicar princípios de liderança para dirigir os esforços de equipes pequenas e homogêneas e atuar efetivamente como membro de uma equipe (Nível 3. Aplicar).*** Começar a desenvolver atitudes de apoio durante a graduação é fundamental. Essas atitudes devem ser modeladas por professores, orientadores, tutores e outros agentes envolvidos com o progresso do aluno da Poli-USP no seu curso. Preferencialmente, o aluno irá modelar essas atitudes no estágio supervisionado ou após a formatura, mas é necessário que ele conheça e explique as atitudes favoráveis à prática profissional da engenharia, e comece a aplicar algumas delas já durante o seu curso.

Uma das capacidades nesse sentido é a de liderança, que se ensina e se aprende. Os fundamentos da liderança incluem a competência técnica, o autoconhecimento e a busca do aperfeiçoamento profissional, decisões bem fundamentadas em prazos adequados, bem como dar bom exemplo, assumir responsabilidades, comunicar-se com subordinados individualmente e em equipe, e certificar-se de que a atividade está bem compreendida, supervisionada, e seus objetivos são atingidos. Os atributos de liderança ainda incluem visão, entusiasmo, laboriosidade, iniciativa, competência, comprometimento, desprendimento, integridade, ética, flexibilidade, comunicação, disciplina, agilidade, confiança, coragem, curiosidade e persistência.

Também a atuação como membro de uma equipe se ensina e se aprende. Membros que atuem efetivamente em uma equipe são geralmente honestos, de mente aberta, tolerantes e diligentes, confiáveis e atenciosos. A proposta de flexibilização dos cursos da Poli-USP permite que se exerça não somente o trabalho em equipes intradisciplinares, ou seja, envolvendo estudantes de diferentes áreas de um curso, como multidisciplinares, ao envolver alunos de diferentes cursos em uma mesma disciplina.

Podem-se combinar oportunidades de liderança com as do trabalho em equipe, por meio de atividades que incluem projetos em equipe, experiências de laboratório e trabalhos de formatura, bem como pelo envolvimento em entidades estudantis, em organizações profissionais e em organizações da sociedade civil.

**Estágio supervisionado<sup>24</sup>: *Demonstrar atitudes de apoio à prática profissional da engenharia, aplicar princípios da liderança para dirigir esforços em equipe restrita e homogênea e atuar efetivamente como membro de uma equipe multidisciplinar (Nível 4. Analisar).*** O egresso da Poli-USP deve demonstrar atitudes de apoio à prática profissional; deve igualmente trabalhar bem com os outros, assumindo papéis de liderança em áreas específicas. As atitudes de apoio são essenciais para a realização bem-sucedida dessas tarefas e para muitas outras competências relacionadas à prática profissional.

Não é possível desenvolver qualidades de liderança exclusivamente dentro da sala de aula. O desenvolvimento dessas qualidades deve ser reforçado pela prática em situações reais no início da atividade profissional, como no estágio supervisionado, e o desenvolvimento deve continuar ao longo da carreira. Engenheiros experientes devem agir como mentores dos egressos da Poli-USP e lhes oferecer oportunidades de exercer sua liderança.

Tais graduados devem ainda ser capazes de agir efetivamente como membros de uma equipe multidisciplinar. Devem igualmente ser capazes de trabalhar com engenheiros de outros cursos e com profissionais de outras áreas, sendo assim necessário desenvolver e exercitar habilidades para o trabalho em equipe multidisciplinar.

---

<sup>24</sup> As competências associadas ao momento de formação “Estágio” podem ser obtidas por estágio em empresa pública ou privada, em atividade de iniciação científica ou em atividades de extensão aceitas pelo curso do aluno.

## 16: Aprendizagem contínua<sup>25</sup>

### Visão Geral

Considerando-se a quantidade crescente de conhecimentos técnicos e não técnicos necessários à prática de qualquer área da engenharia, a capacidade de manter um processo de aprendizagem contínua ao longo da vida é essencial. Aprendizagem vitalícia ou continuada é definida como a capacidade de adquirir conhecimentos, discernimento ou competências ao longo da vida. Os conhecimentos, as habilidades e a experiência adquiridos no curso de graduação não são suficientes para uma carreira que abrange várias décadas. Os engenheiros devem se envolver na aprendizagem vitalícia por meio de educação formal adicional, de educação continuada, de experiência prática profissional e de participação ativa em associações profissionais, em serviços comunitários, em orientações, tutorias e outras atividades de aprendizagem e de crescimento.

**Graduação: *Demonstrar a capacidade de aprendizagem (Nível 3. Aplicar).*** Na graduação, o foco inicial deve ser mostrar ao aluno da Poli-USP o que é a aprendizagem contínua e explicar por que esta é uma habilidade essencial para a prática bem-sucedida da engenharia. Os graduados da Poli-USP devem também descrever as habilidades necessárias para a aprendizagem contínua, demonstrar a capacidade de aprendizagem e desenvolver seu próprio plano de aprendizagem. Aprendizagem autodirigida é uma habilidade de aprendizagem durante o seu curso e ao longo da vida, porque é a capacidade de aprender por conta própria com a ajuda da educação formal.

As disciplinas optativas livres são exemplos de formas de criar oportunidades de aprendizagem. A proposição de projetos de estudo e de problemas em aberto (problemas sem uma resposta certa óbvia), que exijam conhecimentos adicionais não apresentados em cenários de educação formal, são também exemplos de formas de criar oportunidades de autoaprendizagem. Os programas dos diferentes cursos devem igualmente avaliar o trabalho dos alunos exigindo definição de metas profissionais e uma reflexão sobre o valor da aprendizagem ao longo da vida. A participação dos alunos em atividades de desenvolvimento profissional, como em entidade profissional e em serviços comunitários, são também exemplos de aprendizagem continuada que devem ser incentivados.

**Módulo de Formação (5º. ano): *Planejar e executar a aquisição de competências adequadas para a prática profissional no Módulo de Formação escolhido (Nível 4. Analisar).*** Permitir que o aluno tenha liberdade para realizar seu 5º. ano em um Módulo não obrigatoriamente ligado ao seu curso de origem é uma importante forma de criar oportunidades de autoaprendizagem. O mesmo vale para os programas de pré-mestrado.

**Estágio supervisionado: *Planejar e executar a aquisição de competências adequadas para a prática profissional (Nível 5. Avaliar).*** Antes do término da graduação, os alunos da Poli-USP devem ser capazes de identificar novos conhecimentos, habilidades e atitudes adequadas para a prática profissional. Devem também ser capazes de planejar e executar a aquisição de conhecimentos, habilidades e experiências necessárias para a prática profissional e de planejar e executar o seu programa de desenvolvimento profissional, em resposta às motivações internas e externas. As atividades de aprendizagem durante o curso e ao longo da vida incluem o desenvolvimento pessoal e profissional na definição de metas, gestão do tempo pessoal, delegação, compreensão dos tipos de personalidade, rede de relacionamento, liderança, apreciação dos processos sociopolíticos e influência nas transformações. Outros tipos de desenvolvimento profissional incluem gestão de carreira, aprofundamento do conhecimento em uma área específica, contribuição para a profissão por meio de serviços em comitês de organizações profissionais, educação formal adicional e obtenção de diploma de especialização ou de pós-graduação. A tutoria deve desempenhar um papel fundamental no processo de aprendizagem. Finalmente, os egressos da Poli-USP devem ter a capacidade de aprender a aprender.

---

<sup>25</sup> A competência e habilidade geral “XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional”, exigida pela Resolução CNE/CES 11, está associada a esta competência.

## 17: Responsabilidade profissional e Ética<sup>26</sup>

### Visão Geral

Engenheiros possuem posição privilegiada na sociedade, visto que o exercício profissional da engenharia é permitido apenas aos graduados em um de seus cursos e que este exercício se insere nas mais diversas circunstâncias e ambientes. Sendo assim, exige-se de cada profissional a adesão à doutrina de profissionalismo e responsabilidade ética prevista no Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia, estabelecido pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA).

Esse código afirma que, no exercício da profissão, o engenheiro deve "... a) oferecer seu saber para o bem da humanidade; b) harmonizar os interesses pessoais aos coletivos; c) contribuir para a preservação da incolumidade pública; d) divulgar os conhecimentos científicos, artísticos e tecnológicos inerentes à profissão ...". Ainda de acordo com o Código, os engenheiros são responsáveis por "... orientar o exercício das atividades profissionais pelos preceitos do desenvolvimento sustentável ..." e "... empenhar-se junto aos organismos profissionais no sentido da consolidação da cidadania e da solidariedade profissional e da coibição das transgressões éticas ...". Ao assumir tal responsabilidade, que coloca o interesse público acima de todos os outros, a profissão ganha credibilidade junto à sociedade.

Essa postura torna-se mais importante pelo fato de que os atuais e futuros engenheiros egressos da Poli-USP ocupam cada vez mais posições de destaque e de responsabilidade na sociedade, independente de estarem empregados em organizações públicas ou privadas ou atuando como profissionais liberais.

As atividades de engenharia têm impactos significativos com relação ao trabalho e à vida nas sociedades; portanto, a responsabilidade com relação aos outros está quase que inexoravelmente ligada à ação profissional do engenheiro.

Embora os conceitos fundamentais descritos no Código possam detalhar o comportamento e a atitude do indivíduo, em conformidade com a posição privilegiada que os engenheiros possuem na sociedade, seu comportamento profissional e ético deve ir além do mínimo nele definido.

Dependendo dos interesses individuais e das circunstâncias, as atividades éticas e profissionais podem incluir a orientação (*mentoring*) de pessoal com menor experiência ou titulação formal, a liderança ou a participação ativa em associações profissionais e o envolvimento em atividades comunitárias.

**Graduação: *Comportar-se adequadamente uma situação que envolva conflitos entre interesses profissionais e éticos múltiplos para determinar uma linha adequada de ação (Nível 3. Aplicar).***

Os cursos da Poli-USP devem introduzir e ilustrar o impacto do trabalho do egresso na sociedade e no meio-ambiente de forma a ressaltar a importância das responsabilidades profissionais, da manutenção da competência e de um comportamento ético. Além disso, devem dotar todo egresso da Poli-USP da postura de que toda situação deve ser analisada considerando a responsabilidade profissional pertinente e os padrões éticos. Além da atividade profissional, um egresso da Poli-USP pode participar de entidades profissionais e de ações comunitárias e, portanto, essa competência deve ser trabalhada nas disciplinas regulares do currículo e em disciplinas e atividades extracurriculares, tais como a participação em entidades profissionais e atividades de representação discente.

**Estágio supervisionado: *Justificar a solução escolhida para um determinado problema de engenharia, a partir de regras profissionais e éticas (Nível 5. Avaliar).*** O egresso da Poli-USP vai se deparar com questões éticas e profissionais durante sua carreira e deve ser capaz de contribuir para o entendimento e a busca de soluções para essas questões que, geralmente, refletem conflitos de

---

<sup>26</sup> As competências e habilidades gerais "X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais" e "XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental", exigidas pela Resolução CNE/CES 11, estão associadas a esta competência.

pontos de vista e de interesses. Desta forma, o egresso da Poli-USP deve ser encorajado a aperfeiçoar seu desenvolvimento ético e profissional, envolvendo-se com as atividades de entidades profissionais e comunitárias.

## Anexo B

### Relações entre Disciplinas, Competências e Níveis de domínio cognitivo visados do curso

**XXXXXX**

Quadro B1 - Relações entre Disciplinas Obrigatórias, Competências Gerais e Níveis de domínio cognitivo visados do curso **XXXXXX** – Parte 1

	1	2a	2b	2c	3a	3b	4	5	6
	Matemática	Ciências naturais 1: Física	Ciências naturais 2: Química	Ciências naturais 3: <b>XXXX</b>	Ciências humanas e Ciênc. socialm. aplicáveis 1: <b>YYYY</b>	Ciências humanas e Ciênc. socialm. aplicáveis 2: <b>ZZZZ</b>	Experimentos	Identificação de problemas & Formulação de soluções	Gerenciamento de empreendi- mentos
Nível visado no curso	3-Aplicar	3-Aplicar	3-Aplicar	3-Aplicar	2-Entender	2-Entender	4-Analisar	4-Analisar	3-Aplicar
MAC2166	3 <sup>27</sup>								
MAT2453	3								
MAT2457	3								
4323101		3							
PCC3100								3	3
MAT2454	3								
MAT2458	3								
4323102		3							
PME3100		3							
MAT2455	3								
4323203		3							
4323201		3					4		
0303200	3								

<sup>27</sup> Competências desenvolvidas e níveis de domínio cognitivo das disciplinas do Núcleo Comum apenas indicativos, devendo ser definidos pela Coordenação Acadêmica do Ciclo Básico e informados aos coordenadores de curso.

MAT2456	3								
PRO3200	3							3	
4323202		3					4		
MAP3121	3							4	
XXX1111									
XXX1112									
...									

Quadro B2 - Relações entre Disciplinas Obrigatórias, Competências Gerais e Níveis de domínio cognitivo visados do curso **XXXXXX** – Parte 2

	7	8	9	12	13	14	15	16	17
	Projeto	Operação e Manutenção	Perspectivas históricas e Quest contemp.	Comunicação	Políticas públicas	Administração	Atitudes, Liderança e Trabalho equipe	Aprendizagem contínua	Responsabilidade profissional e Ética
Nível visado no curso	5-Avaliar	3-Aplicar	2-Entender	3-Aplicar	2-Entender	2-Entender	3-Aplicar	3-Aplicar	3-Aplicar
MAC2166									
MAT2453									
MAT2457									
4323101									
PCC3100	3 <sup>28</sup>			3			3		2
MAT2454									
MAT2458									
4323102									
PME3100									
MAT2455									
4323203									
4323201									
0303200									
MAT2456									
PRO3200									
4323202									
MAP3121									
<b>XXX1111</b>									
<b>XXX1112</b>									
...									

<sup>28</sup> Competência desenvolvidas e níveis de domínio cognitivo das disciplinas do Núcleo Comum apenas indicativos, devendo ser definidos pela Coordenação Acadêmica do Ciclo Básico e informados aos coordenadores de curso.



Quadro B3 - Relações entre Disciplinas Obrigatórias, Competências Específicas e Níveis de domínio cognitivo visados do curso **XXXXXX**

	10a	10a	10a	10a	10a	10a	10a	10a	11
	Visão aprofundada em áreas do conhecimento 1: <b>AAAA</b>	Visão aprofundada em áreas do conhecimento 2: <b>BBBB</b>	Visão aprofundada em áreas do conhecimento 3: <b>CCCC</b>	Visão aprofundada em áreas do conhecimento 4: <b>DDDD</b>	Visão aprofundada em áreas do conhecimento 5: <b>EEEE</b>	Visão aprofundada em áreas do conhecimento 6: <b>FFFF</b>	Visão aprofundada em áreas do conhecimento 7: <b>GGGG</b>	Visão aprofundada em áreas do conhecimento N: <b>.....</b>	Especialidades técnicas do curso
Nível visado no curso	4-Analisar	4-Analisar	4-Analisar	4-Analisar	4-Analisar	4-Analisar	4-Analisar	4-Analisar	2-Entender
<b>XXX1111</b>									
<b>XXX1112</b>									
<b>...</b>									

Quadro B4 - Relações entre Disciplina de Estágio supervisionado, Competências Específicas e Níveis de domínio cognitivo visados do curso **XXXXXX**

	15	16	17
	Atitudes, Liderança e Trabalho em equipe	Aprendizagem contínua	Responsabilidade profissional e Ética
Nível visado no curso	4-Analisar	5-Avaliar	5-Avaliar
<b>Estágio supervisionado I</b>			
<b>Estágio supervisionado II</b>			

## Anexo C

### Abordagens pedagógicas adotadas nas disciplinas do curso **XXXXX**

Quadro C - Abordagens pedagógicas adotadas nas disciplinas do curso **XXXXX**

	Aulas expositivas	Palestras	Visitas técnicas	Mesas-redondas	Discussões em equipe	Oficinas	Estudos de casos	<i>PBL</i>	Laboratórios	Simulações eletrônicas	Prototipagens	<b>XXXXX</b>	<b>YYYYY</b>	<b>ZZZ</b>
MAC2166														
MAT2453														
MAT2457														
4323101														
PCC3100														
MAT2454														
MAT2458														
4323102														
PME3100														
MAT2455														
4323203														
4323201														
0303200														
MAT2456														
PRO3200														
4323202														
MAP3121														
<b>XXX1111</b>														
<b>XXX1112</b>														
<b>...</b>														