

Universidade de São Paulo
Escola Politécnica

Projeto Pedagógico de Curso

Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas

São Paulo
2024

É autorizada a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Comissão Coordenadora de Curso — PEA

Projeto Pedagógico de Curso / Comissão Coordenadora de Curso — PEA
– São Paulo, 2024.

164 p.

PPC - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

1.Educação 2.Ensino superior 3.Competência profissional 4.Engenharia elétrica e Automação 5.Energia e Sistemas elétricos de potência I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas II.t.

Prefácio

O projeto pedagógico do curso foi desenvolvido em conformidade com as diretrizes curriculares nacionais para cursos de graduação em engenharia estabelecidas pela Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. O objetivo deste documento é definir os princípios educacionais, metodológicos e estruturais que orientam a formação dos alunos.

Este projeto pedagógico é um reflexo do compromisso da EPUSP e do PEA com a excelência na formação de profissionais capacitados, responsáveis e aptos a contribuir para o desenvolvimento da sociedade brasileira.

O que é o projeto pedagógico de curso?

O PPC de Engenharia de Energia e Automação Elétricas é o documento que orienta a formação dos futuros engenheiros dessa área. Esse projeto define as competências, habilidades e atitudes necessárias para que os alunos se tornem profissionais capacitados a atuar no mercado de trabalho. O PPC inclui a estrutura curricular, os métodos de ensino, as formas de avaliação e as diretrizes para o desenvolvimento das competências dos estudantes.

A quem se destina o projeto pedagógico do curso?

O PPC é o guia para preparar adequadamente os futuros engenheiros dessa área, não apenas para a prática contemporânea, mas para a profissão que se espera para o futuro. Desta forma, este documento é destinado aos estudantes dessa área, incluindo os professores e pesquisadores que atuam na habilitação de Engenharia de Energia e Automação Elétricas do curso de Engenharia Elétrica.

Boa leitura!

*Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas
EPUSP, 12 de junho de 2024*

Resumo

Este documento apresenta o projeto pedagógico da ênfase de Engenharia de Energia e Automação Elétricas do curso de Engenharia Elétrica. Ele especifica o perfil do egresso e as competências gerais e específicas a serem desenvolvidas, o regime acadêmico e a duração do curso. Descreve as principais atividades de ensino-aprendizagem e os conteúdos necessários, incluindo atividades práticas, complementares, o Projeto Final de Curso e o Estágio Curricular Supervisionado. Também aborda a sistemática de avaliação das atividades dos estudantes e o processo de autoavaliação e gestão da aprendizagem, visando a melhoria contínua.

Palavras-chave – Educação, Ensino superior, Competência profissional, Engenharia elétrica, Automação, Energia, Sistemas elétricos de potência.

Abstract

This document presents the pedagogical project for the emphasis on Energy and Automation Engineering within the Electrical Engineering course. It specifies the graduate profile and the general and specific competencies to be developed, the academic regime, and the course duration. It describes the main teaching-learning activities and necessary content, including practical activities, complementary activities, the Final Course Project, and the Supervised Internship. It also addresses the assessment system for student activities and the process of self-assessment and learning management, aiming for continuous improvement.

Keywords – Education, Higher education, Professional competence, Electrical engineering, Automation, Energy, Electric power systems.

Lista de Figuras

2.1	As competências e habilidades do engenheiro no âmbito das DCN definidas pela resolução nº 2, de 24 de abril de 2019	28
4.1	As competências e habilidades do engenheiro da ênfase de Engenharia de Energia e Automação Elétricas	45
6.1	Taxonomia de Bloom	70
6.2	Metodologias de ensino e aprendizagem da ênfase de Energia e Automação Elétricas	72
6.3	Formas de avaliação da ênfase de Energia e Automação Elétricas	152
7.1	Parte de questionário de avaliação da disciplina pelos estudantes	156

Lista de Tabelas

2.1	Competências do engenheiro segundo as DCN	25
4.1	Competências e habilidades do egresso dos cursos de engenharia da EPUSP . . .	32
4.2	Competências dos cursos de engenharia da EPUSP e competências das DCN. . .	36
4.3	Competências e habilidades dos cursos de engenharia da EPUSP e competên- cias e habilidades das DCN	37
4.4	Competências e habilidades do egresso da ênfase em Engenharia e Automação Elétricas	40
4.5	Competências da ênfase de Energia e Automação Elétricas e competências das DCN.	44
4.6	Competências e habilidades da ênfase de Energia e Automação Elétricas e competências e habilidades das DCN	46
5.1	Informações básicas do currículo – 1º ao 4º ano.	51
5.2	Informações básicas do currículo – módulo de especialização	52
6.1	Grade curricular da ênfase em Energia e Automação Elétricas	61
6.2	Grade curricular da especialização em Energia e Automação Elétricas	69
6.3	Competências e habilidades em cálculo diferencial e integral	75
6.4	Competências das disciplinas de cálculo diferencial e integral no contexto das novas DCN	76
6.5	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	76
6.6	Competências e habilidades em álgebra linear	77
6.7	Competências das disciplinas de álgebra linear no contexto das novas DCN . . .	78
6.8	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	78
6.9	Competências e habilidades em probabilidade e estatística	79
6.10	Competências das disciplinas de probabilidade e estatística no contexto das novas DCN	80
6.11	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	80
6.12	Competências e habilidades em algoritmos e programação	81
6.13	Competências das disciplinas de algoritmos e programação no contexto das novas DCN	82
6.14	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	82
6.15	Competências e habilidades em computação	83
6.16	Competências das disciplinas de computação no contexto das novas DCN	84
6.17	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	84
6.18	Competências e habilidades em expressão gráfica	85
6.19	Competências das disciplinas de expressão gráfica no contexto das novas DCN .	86
6.20	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	86
6.21	Competências e habilidades em física	88

6.22	Competências das disciplinas de física no contexto das novas DCN	89
6.23	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	89
6.24	Competências e habilidades em química e ciência dos materiais	90
6.25	Competências das disciplinas de química e ciência dos materiais no contexto das novas DCN	91
6.26	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	91
6.27	Competências e habilidades em ciências do ambiente.	92
6.28	Competências das disciplinas de ciências do ambiente no contexto das novas DCN.	93
6.29	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	93
6.30	Competências e habilidades em fenômenos de transporte	94
6.31	Competências das disciplinas de fenômenos de transporte no contexto das novas DCN	95
6.32	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	95
6.33	Competências e habilidades em mecânica dos sólidos.	96
6.34	Competências das disciplinas de mecânica dos sólidos no contexto das novas DCN.	97
6.35	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	97
6.36	Competências e habilidades em administração e economia	99
6.37	Competências das disciplinas de economia e administração no contexto das novas DCN	101
6.38	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	101
6.39	Competências e habilidades em introdução à engenharia elétrica.	102
6.40	Competências das disciplinas de introdução à engenharia elétrica no contexto das novas DCN	103
6.41	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	103
6.42	Competências e habilidades em metodologia científica e tecnológica	105
6.43	Competências das disciplinas de metodologia científica e tecnológica no contexto das novas DCN	106
6.44	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	106
6.45	Competências e habilidades em circuitos elétricos	108
6.46	Competências das disciplinas de circuitos elétricos no contexto das novas DCN .	109
6.47	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	109
6.48	Competências e habilidades em eletromagnetismo e suas aplicações	110
6.49	Competências das disciplinas de eletromagnetismo e suas aplicações no contexto das novas DCN	112
6.50	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	112
6.51	Competências e habilidades em sistemas analógicos	113
6.52	Competências das disciplinas de sistemas analógicos no contexto das novas DCN.	115
6.53	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	115
6.54	Competências e habilidades em sistemas digitais	116
6.55	Competências das disciplinas de sistemas digitais no contexto das novas DCN .	118
6.56	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas	118
6.57	Competências e habilidades em sistemas de informação	119
6.58	Competências das disciplinas de sistemas de informação no contexto das novas DCN	120

6.59	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas . . . . .	.120
6.60	Competências e habilidades em controle . . . . .	.121
6.61	Competências das disciplinas de controle no contexto das novas DCN . . . . .	.123
6.62	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas . . . . .	.123
6.63	Competências e habilidades em energia . . . . .	.126
6.64	Competências das disciplinas de energia no contexto das novas DCN . . . . .	.128
6.65	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas . . . . .	.128
6.66	Competências e habilidades em automação de sistemas elétricos e industriais .	.129
6.67	Competências das disciplinas de automação de sistemas elétricos e industriais no contexto das novas DCN . . . . .	.131
6.68	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas . . . . .	.132
6.69	Competências e habilidades em máquinas elétricas e seus acionamentos . . .	.133
6.70	Competências das disciplinas de máquinas elétricas e seus acionamentos no contexto das novas DCN . . . . .	.135
6.71	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas . . . . .	.135
6.72	Competências e habilidades em sistemas elétricos de potência . . . . .	.136
6.73	Competências das disciplinas de sistemas elétricos de potência no contexto das novas DCN . . . . .	.138
6.74	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas . . . . .	.138
6.75	Competências e habilidades em eletrônica de potência . . . . .	.139
6.76	Competências das disciplinas de eletrônica de potência no contexto das novas DCN. . . . .	.140
6.77	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas . . . . .	.140
6.78	Competências e habilidades em eletrotécnica e instalações elétricas . . . . .	.141
6.79	Competências das disciplinas de eletrônica de potência no contexto das novas DCN. . . . .	.143
6.80	Nomes das disciplinas e <i>links</i> para as ementas . . . . .	.143

Sumário

Resumo	v
Abstract	vi
Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	viii
1 Introdução	13
1.1 A Escola Politécnica	13
1.1.1 Missão	14
1.1.2 Visão	14
1.1.3 Valores	15
1.1.4 Interação entre a escola e a sociedade	15
1.2 O Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.	16
1.2.1 Missão	17
1.2.2 Visão	17
1.2.3 Valores	17
1.2.4 Interação entre o departamento e a sociedade	17
1.2.5 Infraestrutura do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas	18
2 Diretrizes curriculares nacionais	24
2.1 Perfil desejado do egresso	24
2.2 Competências gerais – artigo 4º.	25
2.3 Importância das competências	28
3 Perfil do egresso	29
3.1 Perfil do egresso em Energia e Automação Elétricas.	29
4 Competências do egresso	31
4.1 Competências do egresso da EPUSP	31
4.2 Competências do egresso da ênfase	39
4.3 Atribuições profissionais	48
5 A ênfase em Energia e Automação Elétricas	50
5.1 Histórico	50
5.2 Regime acadêmico de oferta e duração do curso	51
5.3 Políticas de acesso e permanência	53
5.3.1 Recepção dos alunos	54
5.4 Oportunidades para os alunos.	54
5.4.1 Internacionalização	54
5.4.2 Pesquisa e pós-graduação	56
5.4.3 Inovação e empreendedorismo	58

6 Atividades de ensino-aprendizagem	59
6.1 Informações específicas da ênfase	68
6.2 Taxonomia de Bloom	70
6.3 Metodologias de ensino e aprendizagem	70
6.4 Eixo de conteúdos básicos	72
6.4.1 Ciências exatas.	73
6.4.2 Ciências naturais.	87
6.4.3 Ciências sociais.	98
6.4.4 Ciências aplicadas	104
6.5 Eixo de conteúdos específicos	107
6.5.1 Circuitos elétricos	108
6.5.2 Eletromagnetismo e suas aplicações.	110
6.5.3 Sistemas analógicos.	113
6.5.4 Sistemas digitais	116
6.5.5 Sistemas de informação	119
6.5.6 Controle	121
6.6 Eixo de conteúdos profissionais	124
6.6.1 Energia.	126
6.6.2 Automação de sistemas elétricos e industriais.	129
6.6.3 Máquinas elétricas e seus acionamentos	133
6.6.4 Sistemas elétricos de potência	136
6.6.5 Eletrônica de potência	139
6.6.6 Eletrotécnica e instalações elétricas	141
6.7 Estágio curricular supervisionado	144
6.7.1 A disciplina de estágio supervisionado	144
6.7.2 Oportunidades de estágio	144
6.8 Projeto final do curso.	145
6.9 Atividades acadêmicas complementares	147
6.10 Atividades de extensão curricularizadas	148
6.11 Sistemática de avaliação	150
7 Processo de autoavaliação e gestão de aprendizagem	154
7.1 Gestão da aprendizagem	155
7.2 Autoavaliação.	156
7.3 Acompanhamento dos egressos.	157
8 Corpo docente	158
8.1 Perfil do corpo docente.	158
8.2 Plano de carreira e avaliação do docente.	159
8.3 Programas de capacitação.	160
Referências Bibliográficas	161
A Questionário de avaliação de disciplina	162

1

Introdução

1.1. A Escola Politécnica

A Escola Politécnica foi criada em 1893 por meio de três leis estaduais (CERASOLI, 2018)¹, oferecendo cursos de Engenharia Civil, Industrial, Agrícola e curso anexo de Artes Mecânicas. A organização inicial da Escola Politécnica foi acrescida do curso de engenheiro eletrotécnico em 1907, além da extinção do curso de engenheiro agrônomo nesse mesmo ano. Inicialmente, a Escola Politécnica compartilhava o espaço com a Escola Livre de Farmácia e a Faculdade de Odontologia no Liceu de Artes e Ofícios.

Em 1934, a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP)² foi integrada à recém criada Universidade de São Paulo (USP)³. Além da EPUSP, essa iniciativa promoveu a incorporação de diversas unidades de ensino superior, com o objetivo de unir esforços para oferecer uma universidade pública à população que, além do ensino, incentivasse a atividade científica e promovesse a difusão do conhecimento. A USP foi fundada em 25 de janeiro de 1934, pelo interventor federal no governo do Estado, Armando de Salles Oliveira, um politécnico articulador da Revolução de 32, cuja presença foi uma solução de conciliação entre o governo e as lideranças paulistas derrotadas.

¹As três leis que originaram a Escola Politécnica foram: Lei n. 26, de 26/05/1892, autoriza o governo a fundar uma escola prática denominada Escola de Engenharia; Lei estadual n. 64, de 17/08/1892, autoriza a criação de uma escola superior de ciências aplicadas às artes e indústrias, a ser denominada Instituto Politécnico; por fim modificadas em 1893 para execução de ambas e resolução das sobreposições e conflitos entre os projetos, com a aprovação da Lei n. 191, de 24/08/1893, que estabelece o primeiro regulamento da assim chamada Escola Politécnica de São Paulo, com os cursos de Engenharia Civil, Engenharia Industrial, Engenharia Agrícola e curso anexo de Artes Mecânicas (SÃO PAULO, 1891, 1892, 1893, 1912) — Josianne Francia Cerasoli.

²<https://www.poli.usp.br/>

³<https://www5.usp.br/>

Devido à limitação de espaço no Bairro da Luz, iniciou-se na década de 1960 a transferência da EPUSP para a Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira, concluída em 1973. Atualmente, a Escola Politécnica ocupa uma área de mais de 152 mil m² na Cidade Universitária, oferecendo 870 vagas anuais em cursos de graduação. O seu corpo docente é altamente qualificado, distribuído em 15 departamentos, a Escola mantém acordos de duplo-diploma e parcerias internacionais para intercâmbio e pesquisa. A graduação é uma atividade central, com recursos humanos e materiais mobilizados para garantir formação de excelência aos estudantes.

1.1.1. Missão

A EPUSP tem como missão a formação de profissionais nas diversas áreas das engenharias, que tenham excelência técnica e científica e que possam prestar serviços de alta relevância e impacto para a sociedade, em um cenário de desenvolvimento sustentável, de responsabilidade ética, social, econômica e ambiental. Nesse contexto de excelência, o perfil do engenheiro politécnico evidencia uma abordagem abrangente e inovadora para enfrentar os desafios contemporâneos. Primeiramente, destaca-se a capacitação técnica sólida para projetos e desenvolvimentos tecnológicos, demonstrando competência técnica e profissional. Em seguida, a competência técnica é complementada por uma visão sistêmica, que considera não apenas esses aspectos, mas também os econômicos, sociais, éticos, ambientais e de conformidade regulatória.

Espera-se do egresso que ele possa propor soluções de engenharia considerando os impactos de suas ações em diversos contextos, incluindo questões éticas, sociais e ambientais. Isso reflete sua compreensão da responsabilidade social em contribuir para o desenvolvimento sustentável e para uma sociedade mais justa e próspera. Além disso, a ênfase na integridade, responsabilidade, inclusão, diversidade e práticas sustentáveis ressalta a importância de uma abordagem ética e consciente em todas as atividades profissionais.

1.1.2. Visão

A visão da escola é ser um centro de vanguarda das engenharias, reconhecido nacional e internacionalmente, que contribua com a sociedade na formação de profissionais com forte base conceitual e metodológica, que amplie a base de conhecimentos interdisciplinares, ofereça infraestrutura de pesquisa e domínio de um amplo espectro de tecnologias.

1.1.3. Valores

- **Integridade:** com integridade preservamos a confiança mútua, a credibilidade e possibilitamos o trabalho em equipe e a colaboração;
- **Racionalidade:** acreditamos na lógica, na análise, na matemática, na modelagem, nos conceitos precisos, no contraditório, no diálogo;
- **Respeito:** respeitamos o outro e a realidade, seja da natureza, seja da realidade social, e não hesitamos em reavaliar, como re-specere do Latim, em olhar de novo. A percepção do outro deve ser reavaliada;
- **Postura criativa:** a engenharia trata do que não existia, do que poderá ser, e os conceitos devem ser apreendidos na sua abrangência máxima para não estreitar a visão do possível;
- **Postura educativa:** devemos levar em consideração o desenvolvimento do aluno em todas as atitudes;
- **Rigor acadêmico:** treinamos a habilidade de rastrear os passos do raciocínio até os princípios básicos;
- **Responsabilidade social:** desenvolvemos alta tecnologia que causa impactos sociais e ambientais, cabendo a cada um atuar com responsabilidade social.

1.1.4. Interação entre a escola e a sociedade

A USP mantém múltiplos canais para interação com a sociedade nas áreas de graduação, pesquisa e extensão universitária. No caso da graduação em engenharia na EPUSP, essa interação é importante para garantir o aprimoramento da formação de profissionais capacitados a enfrentar as demandas e desafios contemporâneos. Além disso, essa relação promove o debate e a disseminação de conhecimentos científicos e tecnológicos, incentivando a ética, a responsabilidade social e o envolvimento ativo dos estudantes com a comunidade. Essa interação se concretiza por meio de diversas iniciativas, cujos objetivos precípuos são a inovação tecnológica, a responsabilidade econômica, ética, social e ambiental.

A EPUSP estabelece parcerias estratégicas com as iniciativas privadas e públicas, por meio de parcerias com instituições e empresas, proporcionando aos estudantes oportunidades valiosas de estágios, projetos de pesquisa aplicada e contato direto com profissionais do setor. Essas parcerias são essenciais para a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso na proposta e no desenvolvimento de soluções para os problemas da sociedade.

Além disso, a organização de eventos acadêmicos e profissionais, como seminários, simpósios e *workshops*, intensifica o diálogo entre universidade, indústria e sociedade.

Esses eventos são cruciais para debater tendências, desafios e avanços na engenharia, promovendo a troca de conhecimentos e experiências.

Os projetos de extensão universitária estabelecem uma conexão direta e significativa com a comunidade. Por meio desses projetos, alunos e professores aplicam seus conhecimentos em contextos reais, participando de diversas iniciativas em parceria com a sociedade.

1.2. O Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas

O departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas⁴ foi criado em 1992 e é responsável pela formação de engenheiros eletricitas especializados em Energia e Automação Elétricas⁵.

Além do ensino, o PEA desenvolve atividades de pesquisa e extensão universitária focadas em duas vertentes principais: energia e automação. Essas atividades incluem a concepção, planejamento, especificação, desenvolvimento e operação de sistemas energéticos e de automação.

Na vertente de energia, o departamento se dedica ao planejamento integrado de recursos e à expansão do sistema elétrico brasileiro, estudando a produção de energia elétrica por meio de fontes convencionais (hidroelétrica e termoelétrica) e renováveis (eólica, solar e biomassa). Ele também se foca na investigação do transporte, distribuição e uso final da energia, considerando a gestão eficiente e o desenvolvimento de tecnologias e equipamentos apropriados.

Na vertente de automação, o departamento se dedica à automação de processos industriais e sistemas elétricos de potência, incluindo supervisão, controle e proteção, com ênfase na proteção digital e no uso de sensores ópticos.

Com a reestruturação recente do setor elétrico brasileiro, o PEA também tem se dedicado às questões de qualidade da energia elétrica e aos aspectos regulatórios, adaptando-se às novas demandas do mercado. Isso inclui um foco crescente em energias renováveis e sustentabilidade, como energia solar e eólica, além de tecnologias de armazenamento de energia. O departamento também explora a digitalização e automação com smart grids, IoT e inteligência artificial para otimização de recursos. Outras áreas de destaque são a eficiência energética, *microgrids*, hidrogênio verde e energia oceânica. Além disso, o PEA acompanha as políticas de transição energética e carbono zero, bem como a integração de veículos elétricos e o desenvolvimento da infraestrutura de carregamento.

⁴<https://www.pea.usp.br/>

⁵A ênfase em Energia e Automação Elétricas da habilitação em Engenharia Elétrica está sob responsabilidade do departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas (PEA).

1.2.1. Missão

A missão do PEA da EPUSP é formar engenheiros altamente capacitados para atuar em pesquisa, concepção, planejamento, especificação, desenvolvimento e operação de sistemas energéticos e de automação. O departamento se dedica a proporcionar uma educação de excelência, que une teoria e prática, preparando os alunos para liderar equipes e resolver problemas complexos de engenharia de maneira criativa e inovadora, com foco na eficiência, sustentabilidade e ética profissional.

1.2.2. Visão

A visão do PEA da EPUSP é promover a formação de engenheiros com sólida base técnica, preparados para enfrentar desafios nas áreas de pesquisa, concepção, planejamento, especificação, desenvolvimento e operação de sistemas energéticos e de automação. O departamento busca preparar engenheiros para integrar conhecimentos técnicos com uma perspectiva ampla, abordando questões sociais, econômicas, ambientais e éticas, promovendo lideranças empreendedoras, cooperativas e comprometidas com práticas sustentáveis e a conformidade regulatória.

1.2.3. Valores

- **Competência:** ensinar e aprender as melhores práticas da engenharia, buscando constantemente evoluir no conhecimento científico e tecnológico;
- **Integração:** atender às necessidades dos alunos na formação profissional e garantir sua plena integração ao ambiente universitário, promovendo rigor acadêmico, acolhimento e orientação;
- **Ética:** cumprir os compromissos da ética profissional e do relacionamento pessoal, com respeito mútuo, integridade e cooperação, mantendo um ambiente de trabalho profissional e produtivo, garantindo o bem-estar de todos; e
- **Responsabilidade:** devolver à sociedade o investimento que recebemos como órgão público, proporcionando a melhor formação profissional e contribuindo para o desenvolvimento tecnológico do nosso país.

1.2.4. Interação entre o departamento e a sociedade

As atividades desenvolvidas pelo PEA estão alinhadas com as iniciativas da EPUSP, estreitando os laços entre a escola e a sociedade. Em colaboração com a EPUSP, o PEA oferece cursos de especialização, capacitação, atualização e difusão nas áreas de energia e automação elétricas. Esses cursos, ministrados por docentes ou grupos de docentes do

departamento, muitas vezes em parceria com profissionais do mercado, são reconhecidos pela sua qualidade e relevância no mercado de trabalho.

1.2.5. Infraestrutura do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas

As disciplinas do curso de engenharia elétrica com ênfase em Energia e Automação são ministradas em diversos edifícios da Escola Politécnica da USP, além das instalações do Instituto de Física e do Instituto de Química. Além das aulas teóricas, atividades práticas são realizadas em laboratórios didáticos e de pesquisa. Essas atividades abrangem áreas como física, química, representação gráfica, ciência dos materiais, fenômenos de transporte, eletricidade, eletrônica analógica e digital, eletrotécnica, automação de sistemas elétricos e industriais, eletrônica de potência e máquinas elétricas.

O Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da USP está localizado no prédio da Engenharia Elétrica na Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira, em São Paulo. Esse prédio possui vinte e sete salas de aula, todas equipadas com projetores multimídia e com capacidade entre cinquenta e cento e vinte lugares. O prédio também inclui salas de aula de laboratório, uma biblioteca, salas para professores, áreas de estudo, secretarias e um auditório.

1.2.5.1. Biblioteca de Engenharia Elétrica, Mecânica, Naval e Oceânica

Os alunos do curso de engenharia elétrica – ênfase em Energia e Automação Elétricas têm à disposição a Biblioteca “Prof. Dr. Luiz de Queiroz Orsini”. A biblioteca possui uma área útil de mais de 954 m², e conta com nove salas de estudo individual, quinze salas de estudo em grupo, duas salas individuais de pesquisa e setenta e três lugares junto ao acervo. Além disso, oferece computadores com acesso à *Internet*, permitindo consultas a bases de dados, revistas eletrônicas e demais recursos *online*. O espaço também dispõe de um auditório com capacidade para dezoito lugares, onde são realizadas defesas de dissertações e teses.

A biblioteca é especializada em Engenharia Elétrica, Eletrônica e Computação, em Engenharia Mecânica, Naval e Oceânica. O acervo da biblioteca é composto por mais de quinze mil volumes de livros, duzentos títulos de periódicos, três mil e quinhentas teses e dissertações, trezentos e cinquenta multimeios (CD-ROM, DVD e fitas de vídeo), trabalhos de formatura, trabalhos de conclusão de cursos de especialização e catálogos de equipamentos.

Os alunos também têm acesso a mais sete bibliotecas setoriais, que integram a Divisão de Bibliotecas da Escola Politécnica, com acervos dedicados a outras áreas da engenharia.

1.2.5.2. Instalações, equipamentos e laboratórios no Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas

Vários temas abordados nas disciplinas ministradas em salas de aula são complementados com aulas práticas em laboratórios dedicados a atividades didáticas específicas, onde se desenvolvem experimentos que permitem ao egresso confirmar a validade de desenvolvimentos teóricos e se capacitar para o manuseio de equipamentos e medições.

As atividades didáticas em laboratórios abrangem desde a aplicação prática de modelos matemáticos de máquinas elétricas até a montagem e ensaio de componentes de controle e automação de sistemas elétricos, passando pela representação de sistemas elétricos de potência por meio de redes, eletrônica de potência e instalações elétricas diversas.

Os principais laboratórios dedicados exclusivamente a atividades didáticas incluem o Laboratório de Instalações Elétricas e Eletricidade Básica, o Laboratório de Sistemas Elétricos de Potência, o Laboratório de Eletrônica de Potência e o Laboratório de Automação.

Existem também laboratórios direcionados principalmente à pesquisa, como o Laboratório de Pesquisa em Automação e Proteção de Sistemas Elétricos (LPROT), onde, além de experimentos de pesquisa, são realizadas também atividades didáticas laboratoriais de graduação e pós-graduação.

Além dos recursos computacionais disponíveis nos laboratórios, a maior parte dos blocos de salas de aula do prédio está coberta por uma rede *wireless* (Eduroam), permitindo acesso à *Internet* pelos equipamentos pessoais dos alunos.

1.2.5.3. Sala PEA Re-Evolução — Sala de apoio às pesquisas para a era das redes inteligentes e indústria 4.0

O PEA possui um ambiente de trabalho para apoio às atividades didáticas e ao exercício de pesquisa e desenvolvimento nas áreas de Internet das Coisas, Indústria 4.0 e Redes Elétricas Inteligentes. Esse ambiente trata-se de uma sala de aula moderna, denominada “Sala PEA Re-Evolução”, cujo objetivo principal é subsidiar a pesquisa, o estudo, a análise e a inovação em redes inteligentes e indústria 4.0, permitindo a reinvenção das redes elétricas e dos sistemas de automação industrial para o futuro do país.

A “Sala PEA Re-Evolução” é um ambiente de cerca de oitenta m² criado para ser utilizado como uma sala de uso compartilhado por alunos, pesquisadores e docentes, equipado com vinte e cinco computadores pessoais. Os recursos disponibilizados na sala permitem a aplicação de atividades didáticas especiais nas disciplinas de graduação e pós-graduação e o uso das mais modernas ferramentas de engenharia assistida por computador. Essa estrutura permite desenvolvimentos individuais ou colaborativos, com técnicas e recursos avançados de interconectividade, interoperabilidade, computação em

nuvem, bancos de dados, virtualização, visualização científica de informações, processamento distribuído e aplicações de processamento em tempo real.

Como um dos focos desse ambiente é fazer um uso avançado da conectividade entre sistemas e componentes, todos os computadores e recursos da sala são conectados através de uma rede com fio, padrão Gigabit Ethernet, ligados à *Internet* e, principalmente, às outras redes de comunicação dos laboratórios do departamento. Há também a conectividade desses computadores com uma rede sem fio, padrão WiFi 802.11n/801.22ac. Além disso, existem pontos de rede avulsos para conexão de dispositivos e recursos desenvolvidos pelos pesquisadores, para interação com essa nuvem de dados e dispositivos. Nesse contexto, cada um dos computadores nessa rede pode ser utilizado como:

- Ferramenta de apoio ao ensino, durante as aulas das disciplinas de graduação e pós-graduação;
- Estação de engenharia assistida por computador, para uso em atividades de projeto, análise e estudo;
- Estação de engenharia, operação e controle remoto dos recursos disponíveis nos demais laboratórios do PEA, como aqueles disponíveis no Enerq, LPROT e Laboratório de Automação, e;
- Estação de trabalho para pesquisa e desenvolvimento de sistemas, interagindo com dispositivos e equipamentos dos demais laboratórios, além de outros dispositivos criados pelos próprios usuários.

A sala ainda conta com dois projetores de alta resolução, duas telas retráteis para projeção, lousa panorâmica curva, além de um mobiliário de mesas especialmente desenvolvido para a ergonomia das atividades em sala, contendo pontos de rede e de energia adicionais, para computadores e outros dispositivos trazidos ou criados pelos usuários.

Alguns dos exemplos das pesquisas e desenvolvimentos elaborados com o auxílio dos recursos dessa sala são:

- Desenvolvimento de eletrônica embarcada com suporte à Internet das Coisas;
- Pesquisa com big data com informações de estados e medições provenientes de microredes simuladas em tempo real;
- Pesquisa de medidores de grandezas elétricas e dispositivos eletrônicos inteligentes, com interoperabilidade com outros equipamentos de automação, proteção e controle de sistemas elétricos presentes nos demais laboratórios;
- Exploração da interoperabilidade entre as plantas de automação industrial e automação de sistemas elétricos;
- Desenvolvimento de ambientes integrados de supervisão, controle e operação de redes elétricas e plantas industriais;

- Desenvolvimento de ferramentas para os cenários de redes inteligentes e Indústria 4.0.

Nas disciplinas de graduação de automação de sistemas elétricos e sistemas industriais, e nas demais disciplinas de Energia e Automação Elétricas, os alunos são apresentados aos mais variados conceitos de automação e redes elétricas inteligentes, com exercícios práticos e atividades diversas, utilizando programas didáticos especialmente desenvolvidos pelos docentes ou *softwares* de apoio à engenharia (comerciais, com licenças adquiridas pela universidade, e de domínio público) para simulação, modelagem, projeto e implantação de soluções. Alguns dos softwares utilizados atualmente, ou no passado, na sala PEA Re-Evolução são:

- **MatLab e Simulink, Octave, SciLab e ComSol:** programas para simulação dinâmica de sistemas, modelagem e estudos.
- **ANATEM, ANAFAS, ANAREDE, ATP/EMTP, OpenDSS, PSIM, PLECS, PSCAD:** programas para modelagem e simulação de estudos com redes elétricas e sistemas de potência.
- **ABB RobotStudio, Arena, Automation Studio, Siemens Tecnomatix:** para desenvolvimento de aplicações, programas e simulação de cenários diversos, em ambiente virtual, com robôs manipuladores, esteiras, paletizadores e outros sistemas de automação.
- **RSLogix Enterprise:** para o desenvolvimento de aplicações e programas para uso em controladores programáveis da Rockwell Automation em cenários de automação reais, em laboratório.
- **GE Universal Relay Setup, SEL Acselelator e Schneider Micom S1 Studio:** para a programação e parametrização de dispositivos eletrônicos inteligentes que implementam sistemas de automação de subestações.
- **Elipse SCADA/E3/E3Power e Rockwell Automation FactoryTalk View:** para o desenvolvimento de sistemas de supervisão e controle de plantas industriais e sistemas de potência.
- **RTDS RSCAD:** para a modelagem e o desenvolvimento de aplicações para simulação em tempo real de sistemas de potência.
- **EPLAN, AutoCAD, Inventor:** para projeto de painéis elétricos de automação, proteção e controle de sistemas elétricos de potência e de sistemas industriais.

Além desses, outros softwares utilizados nas atividades corriqueiras de pesquisa e desenvolvimento no departamento são compiladores e ambientes integrados de desenvolvimento de programas de computador (Microsoft VisualStudio, MinGW e GNU gcc, Qt Creator), outros programas científicos e de engenharia assistida por computador, tais

como as versões acadêmicas de softwares de simulação por elementos finitos (Altair HyperWorks Flux), programas de desenho e modelagem de sólidos (Autodesk Inventor), motores (*engines* ou *solvers*) com algoritmos de otimização para problemas complexos (FrontlineSolvers), etc. Tais ferramentas são fundamentais para o desenrolar das atividades acadêmicas de graduação e pós-graduação, na prospecção, coleta, análise, depuração e publicação dos resultados das pesquisas.

1.2.5.4. Hackspace PEA

O *Hackspace* PEA foi criado pelo departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas para oferecer um espaço colaborativo dedicado ao desenvolvimento de projetos de engenharia. O principal objetivo do *Hackspace* PEA é proporcionar um ambiente de trabalho colaborativo e avançado, capaz de suportar atividades acadêmicas e de pesquisa nas áreas de automação, energia e redes inteligentes. O espaço busca promover a inovação e a formação de engenheiros altamente capacitados para enfrentar os desafios futuros nas áreas de energia e automação.

O *Hackspace* PEA foi projetado para ser um espaço de uso compartilhado por alunos de graduação e pós-graduação, bem como por professores e pesquisadores. O espaço contribui significativamente para a formação dos alunos, proporcionando um ambiente onde eles desenvolvem projetos de engenharia e inovação com liberdade e segurança. Além disso, que o *Hackspace* PEA proporciona:

- Um laboratório para a aplicação prática de conceitos teóricos aprendidos em sala de aula;
- Oportunidades aos alunos de trabalhar com instrumentos e ferramentas de ponta, promovendo o desenvolvimento de habilidades práticas e teóricas;
- Colaboração entre diferentes áreas da engenharia, promovendo a interdisciplinaridade e a troca de conhecimentos; e
- A realização de projetos de pesquisa que abordem questões atuais e relevantes nas áreas de energia e automação.

Este espaço é equipado com instrumentação e ferramentas modernas para apoiar tanto as atividades didáticas quanto as pesquisas dos alunos de graduação, pós-graduação e professores. O ambiente possui mais de 80 m² e foi projetado para ser utilizado por alunos, pesquisadores e docentes. O espaço é equipado com:

- **Bancadas de trabalho especializadas:**
 - Mobilidade elétrica com instrumentação elétrica e eletromecânica;
 - Criação de *gadgets* com instrumentação eletrônica;
 - Prototipagem rápida com impressora 3D; e

- Fontes renováveis (inversor solar e painel).

- **Equipamentos e ferramentas essenciais:**

- Sensores, multímetros, osciloscópios, tacômetros, wattímetros;
- Fontes de alimentação, soldadores, lupas;
- Ferramentas para trabalho com componentes eletrônicos e máquinas elétricas rotativas (motores e seus acionamentos); e

- **Conectividade de rede:**

- Rede com fio padrão Gigabit Ethernet;
- Rede WiFi padrão 802.11n/801.22ac; e
- Pontos de rede avulsos para conexão de dispositivos desenvolvidos pelos pesquisadores.

1.2.5.5. Sala Energia

A Sala Energia (BARROS-ESTRELLA et al., 2006), desenvolvida pelos alunos do PEA, foi criada para proporcionar um ambiente colaborativo e bem equipado, atendendo às necessidades acadêmicas de alunos e professores. A sala é usada para projetos de pesquisa e estudo individual ou em grupo. Disponível 24 horas por dia, ela está equipada com computadores modernos, acesso à *Internet* e diversos *softwares* de engenharia.

A gestão da sala é realizada integralmente pelos alunos, que são responsáveis pela manutenção dos equipamentos e suporte aos usuários. Esta prática promove um senso de responsabilidade e integração com a comunidade acadêmica, incentivando a inovação e a aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula.

A infraestrutura da sala conta com:

- **Sistema de Acesso:** Controle automático de acesso com teclado e credenciais individuais.
- **Servidor:** Plataforma de software livre com sistema operacional Linux Slackware, responsável pela autenticação dos usuários e funções de gateway e servidor de banco de dados.
- **Estações Cliente:** Vinte computadores com processadores Intel Pentium 4, discos rígidos de 40 GB e memória RAM de 512 MB, equipados com entradas USB frontais e saída de áudio.
- **Aplicativos:** Programas de engenharia, suíte Microsoft Office, *softwares* livres como GIMP e Firefox.

2

Diretrizes curriculares nacionais

A Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019 (Ministério da Educação, 2019), aprovada pelo Conselho Nacional de Educação e homologada pelo Ministério da Educação, estabelece as novas diretrizes curriculares nacionais (DCN)¹² para os cursos de graduação em engenharia no Brasil. A resolução entrou em vigor na data de sua publicação e define os padrões e competências que devem ser desenvolvidos ao longo da formação dos engenheiros, visando alinhar a educação superior às necessidades contemporâneas do mercado e da sociedade.

2.1. Perfil desejado do egresso

O perfil do egresso dos cursos de graduação em engenharia deve incorporar uma formação ampla e diversificada, com características que incluem:

1. **Visão holística e humanista:** capacidade de ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético, com forte formação técnica;
2. **Pesquisa e inovação:** aptidão para pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias de forma inovadora e empreendedora;
3. **Resolução de problemas:** competência para reconhecer necessidades dos usuários e formular, analisar e resolver problemas de engenharia de maneira criativa e inovadora;

¹<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>

²<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-1-de-26-de-marco-de-2021-310886981>

4. **Perspectivas multidisciplinares:** habilidade para adotar abordagens multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
5. **Consideração de múltiplos aspectos:** capacidade de levar em conta aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho; e
6. **Responsabilidade social e sustentabilidade:** comprometimento com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável.

2.2. Competências gerais – artigo 4º

Os cursos de graduação em engenharia devem proporcionar aos egressos as competências apresentadas na Tabela 2.1, que constam das novas DCN e estão apresentadas na referência (Ministério da Educação, 2019).

Tabela 2.1: Competências do engenheiro segundo as DCN

Competência I.

Formulação e concepção de soluções

- I.a. Utilização de técnicas adequadas para observar, compreender, registrar e analisar necessidades dos usuários e seus contextos econômicos, sociais, legais, ambientais e culturais; e
- I.b. Formulação de questões de engenharia de maneira ampla e sistêmica, considerando o interlocutor e seu contexto e concebendo soluções criativas.

Competência II.

Análise de fenômenos físicos e químicos

- II.a. Modelagem de fenômenos, sistemas físicos e químicos utilizando ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação;
- II.b. Previsão de resultados dos sistemas por meio de modelos;
- II.c. Concepção de experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo; e
- II.d. Verificação e validação dos modelos por meio de técnicas adequadas.

Competência III.

Concepção, projeto e análise de sistemas

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

- III.a. Capacidade de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;
 - III.b. Projeto e determinação dos parâmetros construtivos e operacionais para soluções de engenharia; e
 - III.c. Aplicação de conceitos de gestão para conceber, elaborar, planejar, supervisionar e coordenar projetos e serviços de engenharia.
-

Competência IV.

Implantação, supervisão e controle de soluções de engenharia

- IV.a. Aplicação de conceitos de gestão para elaborar, planejar, supervisionar e coordenar a implantação de soluções de engenharia;
 - IV.b. Gestão da força de trabalho e dos recursos físicos, materiais e informacionais;
 - IV.c. Desenvolvimento de sensibilidade global nas organizações;
 - IV.d. Projeto e desenvolvimento de novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para problemas; e
 - IV.e. Avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental.
-

Competência V.

Comunicação eficaz

- V.a. Capacidade de se expressar adequadamente na língua pátria e em outros idiomas, utilizando tecnologias digitais de informação e comunicação e mantendo-se atualizado em métodos e tecnologias disponíveis.
-

Competência VI.

Trabalho e liderança em equipes multidisciplinares

- VI.a. Interação com diferentes culturas através de trabalho em equipes presenciais ou a distância;
- VI.b. Colaboração ética e profissional em equipes multidisciplinares, localmente e em rede;

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

- VI.c. Gerenciamento de projetos e liderança proativa e colaborativa, definindo estratégias e construindo consenso nos grupos;
 - VI.d. Reconhecimento e convivência com diferenças socioculturais em contextos locais e globais; e
 - VI.e. Preparação para liderar empreendimentos em aspectos de produção, finanças, pessoal e mercado.
-

Competência VII.

Conhecimento e aplicação ética da legislação

- VII.a. Compreensão da legislação, ética e responsabilidade profissional e avaliação dos impactos das atividades de engenharia na sociedade e no meio ambiente; e
 - VII.b. Atuação sempre respeitando a legislação e com ética em todas as atividades.
-

Competência VIII.

Aprendizado autônomo e gerenciamento de contextos complexos

- VIII.a. Atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, produção de novos conhecimentos e desenvolvimento de novas tecnologias; e
 - VIII.b. Habilidade para aprender a aprender.
-

Essas competências estão ilustradas na Figura 2.1.

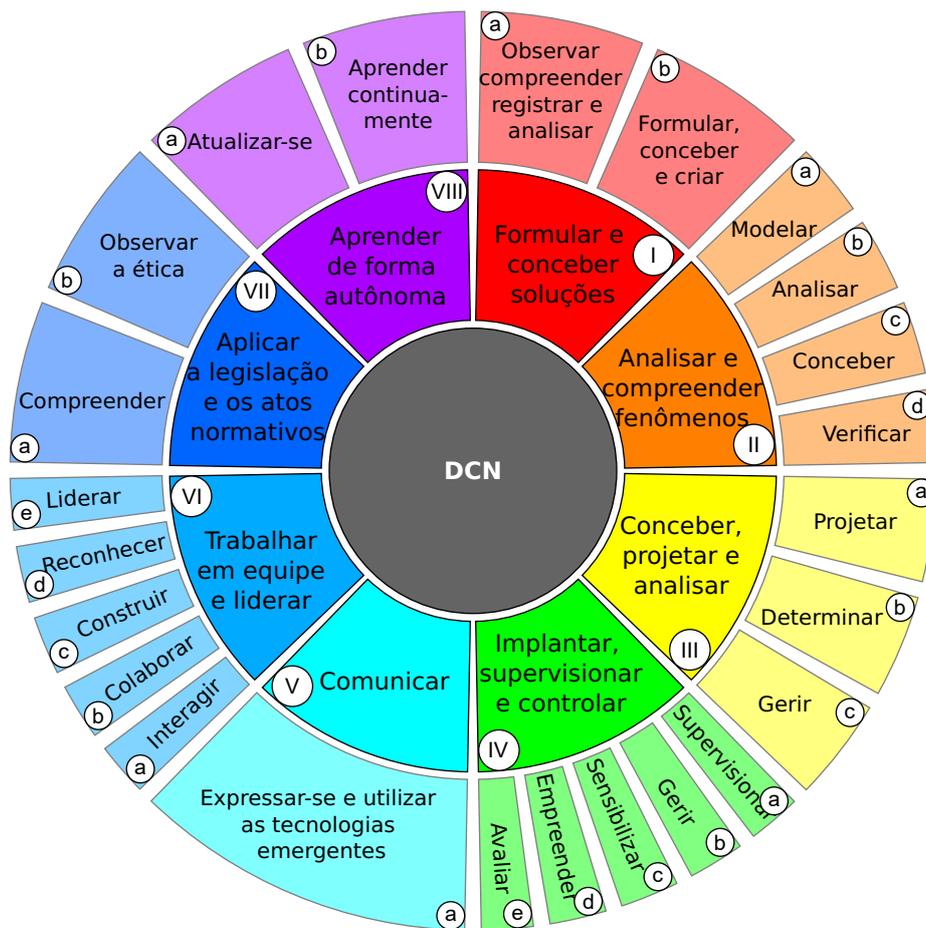


Figura 2.1: As competências e habilidades do engenheiro no âmbito das DCN definidas pela resolução nº 2, de 24 de abril de 2019

2.3. Importância das competências

As competências definidas na resolução são essenciais para a formação de engenheiros que estejam preparados para enfrentar os desafios atuais. Com a globalização e as rápidas mudanças tecnológicas, é importante que os profissionais da engenharia possuam habilidades técnicas avançadas e também uma compreensão profunda dos contextos econômicos, sociais e ambientais. A capacidade de inovar, adaptar-se e liderar equipes diversas e multidisciplinares é indispensável para resolver problemas complexos e promover o desenvolvimento sustentável. A ênfase em ética, responsabilidade social e aprendizado contínuo garante que os engenheiros possam contribuir positivamente para a sociedade e adaptar-se às evoluções do mercado e da tecnologia.

3

Perfil do egresso

Segundo as DCN, o perfil do egresso dos cursos de graduação em engenharia deve incorporar uma formação ampla e diversificada, que inclua uma visão holística e humanista, sendo crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético, com forte formação técnica. O egresso deve ter aptidão para pesquisa e inovação, desenvolvendo, adaptando e utilizando tecnologias de forma inovadora e empreendedora. Deve ser competente para reconhecer necessidades dos usuários e resolver problemas de engenharia de maneira criativa. Além disso, deve adotar abordagens multidisciplinares e transdisciplinares, considerando aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho, com um compromisso com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável. É nesse contexto que se insere o perfil do egresso em Energia e Automação Elétricas.

3.1. Perfil do egresso em Energia e Automação Elétricas

O engenheiro de Energia e Automação Elétricas formado pela EPUSP possui sólida formação técnica, com habilidades para atuar nas áreas de pesquisa, concepção, planejamento, especificação, desenvolvimento e operação de sistemas para geração convencional e renovável, transmissão e distribuição de energia elétrica; de máquinas elétricas e conversores de eletrônica de potência; de automação de sistemas elétricos e industriais; além das áreas de gestão de energia, conservação e uso eficiente, planejamento integrado de recursos e comercialização de energia elétrica. O egresso combina fortes conhecimentos técnicos com uma visão ampla, abrangendo questões sociais, econômicas, ambientais e

éticas, liderando equipes de maneira empreendedora e cooperativa, e comprometendo-se com práticas sustentáveis e conformidade regulatória.

O egresso age com integridade e responsabilidade e une conhecimentos técnicos a uma perspectiva ampla, que contempla aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos. Ele lidera equipes de forma empreendedora e cooperativa, valorizando a inclusão e a diversidade, e é capaz de reconhecer as necessidades dos seus interlocutores para formular, analisar e resolver problemas de engenharia de forma criativa. O egresso é capaz de desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis, buscando eficiência na alocação de recursos e mantendo o compromisso com as políticas normativas e regulatórias do seu campo de atuação.

Em síntese, o perfil do egresso do curso de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da EPUSP é caracterizado por sua excelência técnica, visão crítica e inovadora, comprometimento com a ética, com a sociedade, com a sustentabilidade, e capacidade de liderança e empreendedorismo, refletindo os valores e a cultura de excelência da Escola Politécnica e as demandas da sociedade e do mercado.

4

Competências do egresso

Este capítulo apresenta as competências esperadas dos egressos do curso de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da EPUSP. As competências são divididas em duas seções principais: a seção 4.1 apresenta a formação geral proporcionada pela EPUSP e desenvolvidas durante a sua graduação; e a seção 4.2 descreve as competências específicas do engenheiro da ênfase em Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

4.1. Competências do egresso da EPUSP

A EPUSP forma engenheiros com sólida formação conceitual, pensamento analítico e crítico e capacidade de busca de novas informações, sendo capaz de mobilizar esses conhecimentos para identificar e solucionar novos problemas da engenharia. Ele atua em benefício da sociedade de forma comprometida com a justiça social e o desenvolvimento sustentável.

A Tabela 4.1 apresenta as competências gerais do engenheiro formado na EPUSP, que se baseia nas competências das DCN.

Tabela 4.1: Competências e habilidades do egresso dos cursos de engenharia da EPUSP

Competência 1.

Analisar fenômenos físicos com auxílio de modelos

Esta competência envolve a capacidade de entender, representar e analisar fenômenos e sistemas complexos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, validados por experimentação.

A competência de "Modelar e Simular Fenômenos e Sistemas" é um alicerce na formação de engenheiros. Ela se traduz em uma profunda compreensão dos sistemas físicos complexos que permeiam a sociedade contemporânea. Para desvendar os segredos e desafios subjacentes a tais sistemas, os engenheiros devem ser capazes de traduzir o mundo físico em modelos matemáticos, permitindo uma representação abstrata dessas realidades. Esses modelos servem como ferramentas poderosas para a previsão e análise do comportamento dos sistemas em uma variedade de condições.

Essa competência vai além do mero conhecimento teórico, exigindo dos engenheiros a habilidade de realizar simulações computacionais. Essas simulações permitem explorar cenários, testar hipóteses e projetar sistemas mais eficientes, economizando recursos e minimizando impactos ambientais. Além disso, é fundamental na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias inovadoras.

Em resumo, modelar e simular fenômenos e sistemas capacita os engenheiros a explorar as fronteiras da ciência e da tecnologia, fornecendo soluções práticas e eficazes para os desafios contemporâneos. Essa competência não apenas ajuda a entender o mundo complexo da engenharia, mas também a transformar esse entendimento em inovações que moldam o futuro.

Competência 1.

Habilidades

- 1.1. Identificar componentes de sistemas: Ser capaz de identificar os componentes que compõem um sistema e os fenômenos pertinentes relacionados a cada componente e suas interações;
- 1.2. Compreender fenômenos naturais: Compreender fundamentos dos fenômenos físicos, químicos e biológicos dos componentes do sistema e suas interações;

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

- 1.3. Construir Modelo: conceber modelos físicos e matemáticos, identificar seus parâmetros e analisar seu comportamento a partir de suas soluções analíticas e numéricas; identificar as hipóteses e simplificações dos modelos; e comparar previsões do modelo com resultados experimentais, identificando limitações do modelo quanto a fenômenos abrangidos, faixa de validade e precisão, bem como limitações experimentais;
- 1.4. Construir experimento: relacionar observações experimentais aos fundamentos dos fenômenos naturais; e propor experimentos para inferir a presença de fenômenos naturais, quantificando-os;
- 1.5. Validar e refinar modelo: selecionar o tipo de modelo em função do seu uso pretendido; e refinar o modelo, mudando o conjunto de hipóteses e simplificações, a partir da análise de sua resposta;
- 1.6. Empregar ferramentas matemáticas: compreender funções e limites; manipular sistemas de equações lineares e não lineares; manipular equações diferenciais; e resolver problemas por métodos numéricos; e
- 1.7. Empregar ferramentas computacionais: aplicar ferramentas computacionais e de simulação para modelagem de fenômenos físicos e químicos.

Competência 2.

Conceber soluções de engenharia

Atuar em todo o ciclo de vida de sistemas, produtos (bens e serviços), componentes e processos: pesquisa, projeto, implantação, operação, manutenção e descarte.

Competência 2.

Habilidades

- 2.1. Avaliar impacto social e cultural: identificar atores sociais impactados por soluções de engenharia; avaliar quantitativamente o impacto social e cultural de soluções de engenharia;
- 2.2. Avaliar impacto ambiental: avaliar quantitativamente o impacto ambiental (saúde, segurança e meio ambiente) de soluções de engenharia;
- 2.3. Avaliar desempenho econômico: avaliar quantitativamente desempenho econômico de soluções de engenharia;

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

- 2.4. Projetar soluções de engenharia: ser capaz de projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia; e
- 2.5. Atuar em todo o ciclo de vida de processos e produtos: atuar desde a pesquisa, concepção, projeto, implantação, operação, manutenção e descarte.

Competência 3.

Gerir a implementação de soluções de engenharia

Gerenciar a implementação de soluções de engenharia envolve aplicar conhecimento técnico e teórico, analisar e avaliar a eficácia das soluções em contextos reais, além de ajustar planos com base em *feedback* e resultados.

Competência 3.

Habilidades

- 3.1. Implementar soluções de engenharia em todas as suas fases: aplicar metodologias de desenvolvimento projeto e entender os fundamentos de gestão de projeto; e ser capaz de planejar, coordenar e supervisionar a implementação de soluções de engenharia;
- 3.2. Gerir recursos humanos e materiais: ser capaz de conduzir relacionamento profissional, identificar interesses comuns e conflitantes, de conduzir negociação; ser capaz de trabalhar em equipe, inclusive multidisciplinar e multicultural, de forma colaborativa, com respeito a diferenças, saber lidar com emoções; ser capaz de exercer liderança, construir consensos, motivar terceiros; ser capaz de organizar e liderar equipes responsáveis por soluções ou projetos de engenharia, gerenciando aspectos comerciais, técnicos e financeiros ao longo de todo o projeto, até a eventual implementação;
- 3.3. Incluir aspectos sociais, culturais, ambientais e econômicos na gestão: gerir projetos de engenharia levando em conta os aspectos sociais, culturais, ambientais e econômicos; e
- 3.4. Atuar com ética profissional, respeitando a legislação e zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando.

Competência 4.

Comunicar-se eficazmente

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

Ser capaz de expressar-se e compreender informações nas formas escrita, oral e gráfica, seja em português ou outro idioma, inclusive por meio de tecnologias digitais de informação e comunicação.

Competência 4.

Habilidades

- 4.1. Comunicar-se verbalmente;
- 4.2. Comunicar-se digitalmente;
- 4.3. Comunicar-se por escrito; e
- 4.4. Saber ouvir e interagir em ambiente diverso.

Competência 5.

Aprender continuamente

Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.

Ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Aprender a aprender.

Competência 5.

Habilidades

- 5.1. Compreender os fundamentos das ciências que formam a base da engenharia: compreender que a ciência sustenta a engenharia. Essa base é essencial para aquisição de novos conhecimentos;
- 5.2. Localizar, acessar e avaliar fontes de informações relevantes: reconhecer objetivos implícitos das fontes de informação e possíveis conflitos de interesse em relação ao objetivo do aprendizado; e ser proficiente em identificar fontes confiáveis de informações, como livros, bases de dados científicos e de patentes, recursos online e especialistas;
- 5.3. Analisar e sintetizar informações: compreender informações técnicas, analisar seu significado e utilidade para o desenvolvimento das soluções de engenharia;

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

5.4. Analisar seu próprio aprendizado e identificar áreas de melhoria; e

5.5. Identificar avanços científicos e tecnológicos e seu impacto.

Competência 6.

Pesquisar, inovar e empreender

Aplicar metodologias científicas para investigar e desenvolver soluções inovadoras, compreendendo e aplicando princípios de empreendedorismo para transformar essas inovações em oportunidades de negócio viáveis.

Competência 6.

Habilidades

6.1. Aplicar metodologia científica na investigação de soluções para problemas de engenharia; e

6.2. Conhecer os fundamentos de inovação e empreendedorismo.

A partir das competências estabelecidas pela EPUSP e das competências descritas nas DCN, é possível construir a Tabela 4.2, que relaciona os oito grupos de competências definidos pelas DCN com as seis competências definidas pela EPUSP. Nota-se que todas as competências da EPUSP estão mapeadas nas competências das DCN.

Tabela 4.2: Competências dos cursos de engenharia da EPUSP e competências das DCN

Competências das DCN	Competências da EPUSP					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
I		✓				✓
II	✓					
III		✓	✓			
IV		✓	✓	✓		
V				✓		
VI			✓	✓		
VII			✓			
VIII					✓	✓

A partir das habilidades estabelecidas pela EPUSP e das competências descritas nas DCN, é possível construir a Tabela 4.3, que relaciona as vinte e quatro competências definidas pelas DCN, reunidas em oito grupos principais, com as vinte e sete habilidades definidas pela EPUSP. Nota-se que todas as habilidades da EPUSP estão majoritariamente mapeadas nas competências das DCN.

Tabela 4.3: Competências e habilidades dos cursos de engenharia da EPUSP e competências e habilidades das DCN

Compet. das DCN	Competências da EPUSP																											
	1.							2.					3.				4.				5.					6.		
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	
I-a								✓	✓	✓																✓		
I-b																												
II-a	✓	✓	✓				✓	✓																				
II-b																												
II-c				✓																								
II-d					✓																							
III-a												✓			✓													
III-b												✓			✓													
III-c																		✓										
IV-a													✓		✓													
IV-b													✓		✓	✓	✓											
IV-c																												✓
IV-d																												
IV-e													✓		✓			✓										

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

V-a			✓	✓	✓	
VI-a		✓			✓	
VI-b					✓	
VI-c		✓	✓			
VI-d		✓			✓	
VI-e		✓	✓		✓	
VII-a			✓			
VII-b			✓			
VIII-a					✓	✓
VIII-b					✓	✓

4.2. Competências do egresso da ênfase

As competências e habilidades do egresso da ênfase em Engenharia de Energia e Automação Elétricas abrangem um amplo espectro de conhecimentos e aptidões essenciais para sua atuação profissional.

A análise, compreensão e modelagem de fenômenos naturais são fundamentais para a prática da engenharia. Nesse sentido, o engenheiro de energia e automação é capaz de modelar, analisar e compreender fenômenos naturais utilizando ferramentas matemáticas e de análise estatística, bem como ferramentas computacionais e de simulação. Esse engenheiro também é capaz de conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos em estudo.

No âmbito da formulação, concepção e projeto de soluções de engenharia, o egresso identifica e aplica metodologias e técnicas adequadas para entender e atender às necessidades da sociedade em seus diversos contextos econômicos, culturais, ambientais e legais. Ele utiliza habilidades de observação, registro e análise para desenvolver respostas abrangentes e inovadoras, tecnicamente corretas, economicamente viáveis e socialmente relevantes. Além disso, formula problemas de engenharia de forma sistêmica, estabelecendo parâmetros construtivos e operacionais e modelando sistemas produtivos para otimização.

O egresso é capaz de gerenciar a implantação, supervisão e operação de projetos e serviços de engenharia, bem como a força de trabalho e os recursos materiais e de informação. Ele promove a compreensão das diversas influências culturais, econômicas e ambientais que impactam as práticas de engenharia e a tomada de decisão em um contexto global. Além disso, atende às expectativas dos interlocutores de forma empreendedora e inovadora, identificando oportunidades e criando soluções que superem os desafios apresentados. Ele também realiza avaliações críticas e reflexivas sobre os impactos das soluções, considerando as implicações econômicas, sociais, legais e ambientais, de modo a fomentar práticas sustentáveis e responsáveis.

O engenheiro de Energia e Automação se expressa eficazmente nas formas verbal, escrita e gráfica, adaptando sua comunicação ao público-alvo e mantendo-se atualizado com os métodos e tecnologias digitais disponíveis, garantindo uma troca de informações consistente e eficiente. Além disso, esse engenheiro trabalha em equipe de forma competente, com flexibilidade, habilidades de comunicação efetiva e capacidade de assumir diversos papéis dentro da equipe, promovendo um ambiente colaborativo e produtivo, frequentemente constituído por equipes multidisciplinares e multiculturais.

Conhecer e aplicar a legislação e os atos normativos é essencial no exercício da profissão de engenharia, exigindo que o egresso de Energia e Automação compreenda e

respeite a ética e a responsabilidade associadas às suas atividades, avalie os impactos dessas atividades e promova uma conduta ética no ambiente de trabalho. Outra característica importante é a sua capacidade de aprendizado contínuo em um campo em constante evolução. Ele é capaz de aprender de forma autônoma, atualizando-se em relação aos avanços científicos e tecnológicos e desenvolvendo novas competências ao longo de sua carreira.

Em suma, as competências e habilidades do egresso em Engenharia de Energia e Automação Elétricas, que estão descritas na Tabela 4.4, abrangem não apenas conhecimentos técnicos, mas também habilidades interpessoais e de autodesenvolvimento, fundamentais para o sucesso profissional e a contribuição para o avanço da sociedade.

Tabela 4.4: Competências e habilidades do egresso da ênfase em Engenharia e Automação Elétricas

Competência I.**Modelar, analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos**

A compreensão, modelagem e análise de fenômenos físicos e químicos são importantes para o exercício da profissão. Nesse contexto, o engenheiro de Energia e Automação tem habilidade para modelar e interpretar fenômenos naturais usando ferramentas matemáticas, de análise estatística e recursos computacionais, incluindo simulações. Esse profissional também tem capacidade para projetar experimentos que produzam dados concretos sobre o comportamento dos fenômenos analisados.

Competência I.**Habilidades**

- I.1. Identificar modelos dos fenômenos físicos e químicos para predição do seu comportamento;
- I.2. Modelar os fenômenos físicos e químicos, utilizando ferramentas matemáticas e análise estatística, bem como ferramentas computacionais e de simulação;
- I.3. Verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas; e
- I.4. Conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos em estudo.

Competência II.**Formular e conceber soluções de engenharia**

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

No processo de formulação e concepção de soluções de engenharia, o engenheiro reconhece e emprega métodos e técnicas apropriados para compreender e satisfazer as exigências da sociedade em variados contextos econômicos, culturais, ambientais e legais. Este profissional emprega habilidades de observação, registro e análise para formular soluções abrangentes e inovadoras que são tecnicamente sólidas, financeiramente sustentáveis e socialmente pertinentes.

Competência II.

Habilidades

- II.1. Utilizar técnicas de observação, de registro, de análise e de compreensão das necessidades dos interlocutores e de seus contextos econômicos, sociais, culturais, ambientais e legais; e
- II.2. Formular soluções abrangentes e inovadoras de engenharia, considerando os interlocutores e seu contexto.

Competência III.

Projetar e analisar soluções de engenharia

No desenvolvimento de projetos e serviços de engenharia, o engenheiro demonstra a habilidade de projetar e analisar soluções que sejam tecnicamente adequadas, economicamente viáveis e inovadoras, ajustadas aos seus contextos específicos. Este profissional é competente para selecionar parâmetros de projeto que otimizem essas soluções, garantindo sua funcionalidade e eficácia. Além disso, ele gerencia a concepção, a elaboração e o desenvolvimento de projetos e serviços de engenharia, assegurando que os objetivos e expectativas sejam atendidos com precisão e qualidade.

Competência III.

Habilidades

- III.1. Conceber e projetar soluções tecnicamente corretas, economicamente viáveis e inovadoras, nos seus respectivos contextos;
- III.2. Selecionar parâmetros de projeto e de operação para soluções de engenharia; e
- III.3. Gerir a concepção, a elaboração e o desenvolvimento de projetos e serviços de engenharia.

Competência IV.

Implantar, supervisionar e operar soluções de engenharia

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

O egresso gerencia a implementação, supervisão e operação de soluções de engenharia, coordenando a força de trabalho e gerindo os recursos materiais e de informação. Ele promove a compreensão das influências culturais, econômicas e ambientais que impactam as práticas de engenharia e a tomada de decisão em contextos globais, atendendo às expectativas dos interlocutores de forma inovadora e empreendedora. Além disso, realiza avaliações críticas sobre os impactos das soluções, considerando implicações econômicas, sociais, legais e ambientais para fomentar práticas sustentáveis e responsáveis.

Competência IV.**Habilidades**

- IV.1. Gerir a implantação, a supervisão e a operação de projetos e serviços de engenharia;
- IV.2. Gerir a força de trabalho e os recursos materiais e de informação;
- IV.3. Promover a compreensão das diversas influências culturais, econômicas e ambientais que impactam as práticas de engenharia e a tomada de decisão em um contexto global;
- IV.4. Atender às expectativas dos interlocutores de forma empreendedora e inovadora, identificando oportunidades e criando soluções que superem os desafios apresentados; e
- IV.5. Realizar avaliações críticas e reflexivas sobre os impactos das soluções, considerando as implicações econômicas, sociais, legais e ambientais, de modo a fomentar práticas sustentáveis e responsáveis.

Competência V.**Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica**

O engenheiro de Energia e Automação se expressa eficazmente nas formas verbal, escrita e gráfica, adaptando sua comunicação ao público-alvo e mantendo-se atualizado com os métodos e tecnologias digitais disponíveis, garantindo uma troca de informações consistente e eficiente.

Competência V.**Habilidades**

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

V.1. Expressar-se corretamente nas formas verbal, escrita e digital, mantendo-se atualizado nos métodos e tecnologias disponíveis.

Competência VI.

Trabalhar com e liderar equipes

O engenheiro atua eficazmente em equipes multidisciplinares e multiculturais, demonstrando flexibilidade e competência para assumir diversos papéis. Ele emprega habilidades de comunicação efetiva para promover um ambiente colaborativo e produtivo.

Competência VI.

Habilidades

VI.1. Atuar com e liderar equipes multiculturais e multidisciplinares utilizando métodos e tecnologias disponíveis;

VI.2. Atuar em e liderar empreendimentos;

VI.3. Trabalhar com e liderar equipes eficazmente, capacitando-se para contribuir com um ambiente de convívio harmonioso, independentemente dos contextos globais ou locais; e

VI.4. Atuar efetivamente nos aspectos de produção, finanças, gestão de pessoal e de mercado, promovendo um gerenciamento integrado e eficiente em diversos contextos.

Competência VII.

Conhecer e aplicar a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão

O engenheiro possui a capacidade de entender e aplicar a legislação e normativas relacionadas ao exercício profissional, avaliando como suas atividades impactam o campo da engenharia. Ele respeita as leis e conduz suas ações com ética, promovendo comportamentos semelhantes entre seus colegas de trabalho. Essa abordagem não só garante conformidade regulatória, mas também reforça a responsabilidade profissional e a integridade em todas as suas atividades.

Competência VII.

Habilidades

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

VII.1. Compreender a legislação e a responsabilidade profissional, avaliando os impactos das atividades de engenharia; e

VII.2. Respeitar a legislação e atuar com ética em todas as atividades, estimulando esse comportamento no seu ambiente de trabalho.

Competência VIII.

Aprender de forma autônoma

O engenheiro desenvolve uma atitude investigativa que o capacita para a aprendizagem contínua, permitindo-lhe não apenas se manter atualizado com os avanços científicos e tecnológicos, mas também contribuir ativamente para a produção de novos conhecimentos e o desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Além disso, ele possui habilidades para enfrentar e se adaptar a situações e contextos complexos, mantendo-se alinhado com os desafios constantes da inovação em sua área profissional.

Competência VIII.

Habilidades

VIII.1. Assumir atitude investigativa com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias;

VIII.2. Lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.

Tabela 4.5: Competências da ênfase de Energia e Automação Elétricas e competências das DCN

Competências das DCN	Competências da ênfase							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
I		✓						
II	✓							
III			✓					
IV				✓				
V					✓			
VI						✓		
VII							✓	
VIII								✓

A partir das competências da ênfase de Energia e Automação Elétricas e das competências descritas nas DCN, é possível construir a Tabela 4.5, que relaciona os oito grupos

de competências definidos pelas DCN com as oito competências da ênfase. Nota-se que todas as competências da ênfase estão mapeadas nas competências das DCN.

A Figura 4.1, que foi obtida por meio da análise das competências cultivadas nas disciplinas da ênfase de Energia e Automação Elétricas oferecidas pelo PEA, é similar à Figura 2.1. No entanto, a Figura 4.1 destaca o peso das vinte e quatro competências, agrupadas nos grupos I a VIII, na ênfase de Energia e Automação Elétricas. Nota-se que as competências dos grupos I, II e V têm maior destaque, seguidas pelas competências dos grupos VII e VIII, e, finalmente, pelas competências dos grupos III, VI e IV.

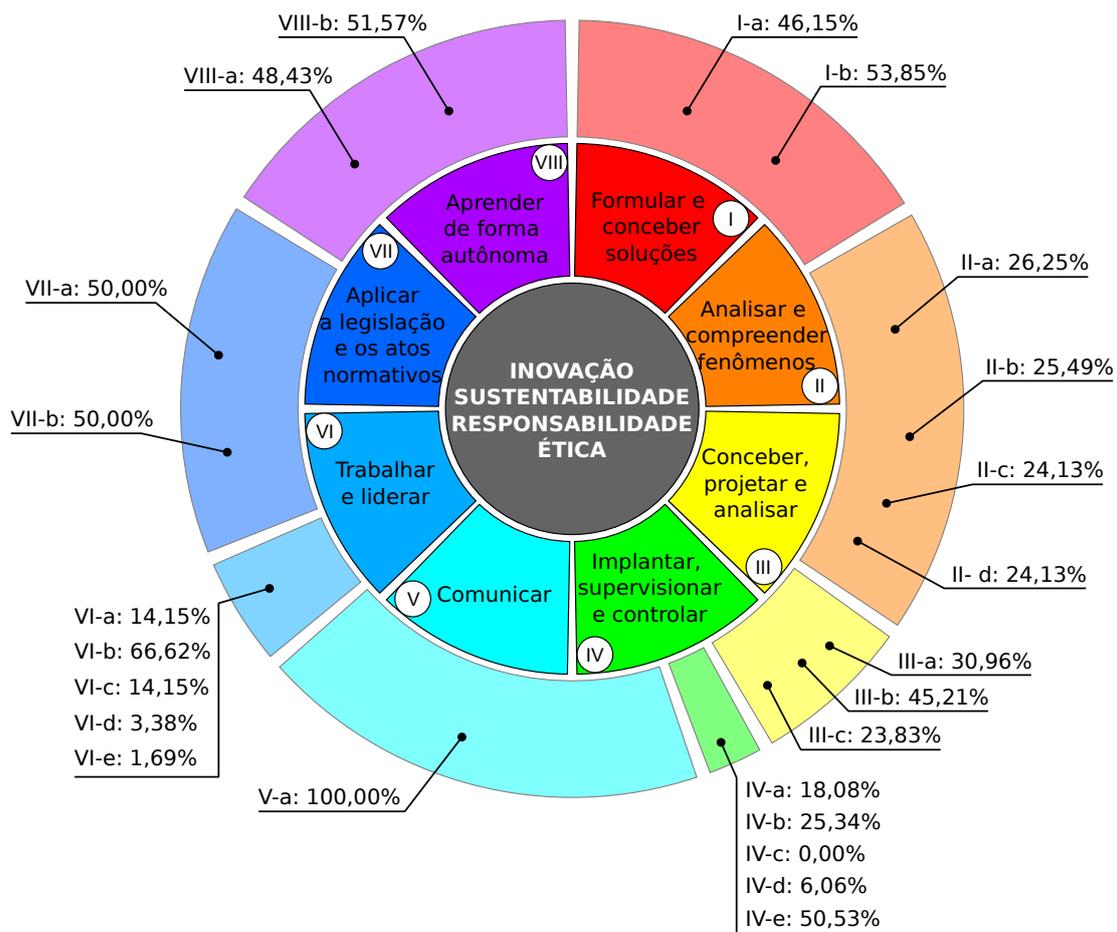


Figura 4.1: As competências e habilidades do engenheiro da ênfase de Engenharia de Energia e Automação Elétricas

Por fim, a partir das habilidades da ênfase de Energia e Automação Elétricas e das competências descritas nas DCN, é possível construir a Tabela 4.6, que relaciona as vinte e quatro competências definidas pelas DCN, reunidas em oito grupos principais, com as vinte e três habilidades da ênfase. Nota-se que todas as habilidades da ênfase estão mapeadas nas competências das DCN, exceto pela habilidade VIII-b da ênfase, que foi adicionada.

Tabela 4.6: Competências e habilidades da ênfase de Energia e Automação Elétricas e competências e habilidades das DCN

Compet. das das DCN	Competências da ênfase																						
	I.				II.		III.			IV.					V.		VI.			VII.		VIII.	
	a	b	c	d	a	b	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	a	b	a	b
I-a					✓																		
I-b						✓																	
II-a	✓																						
II-b		✓																					
II-c			✓																				
II-d				✓																			
III-a							✓																
III-b								✓															
III-c									✓														
IV-a										✓													
IV-b											✓												
IV-c												✓											
IV-d													✓										
IV-e														✓									

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

V-a			✓		
VI-a				✓	
VI-b				✓	
VI-c					✓
VI-d					✓
VI-e					✓
VII-a					✓
VII-b					✓
VIII-a					✓
VIII-b					✓

4.3. Atribuições profissionais

Segundo o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA)¹, as atribuições profissionais definem as atividades que uma determinada categoria profissional pode desenvolver. A formação técnico-científica determina todas as atribuições. As leis preveem as atribuições de forma genérica, enquanto as resoluções do Conselho Federal as especificam.

O CONFEA propõe resoluções com base nos currículos e programas fornecidos pelas instituições de ensino de engenharia, agronomia e demais profissões da área tecnológica. As disciplinas de características profissionalizantes determinam as atribuições profissionais.

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

Posteriormente, outras resoluções foram emitidas para atender a novas modalidades e atualizar outras, demonstrando ser um processo dinâmico. Para efeito de fiscalização do exercício profissional correspondente às diferentes modalidades da Engenharia e Agronomia em nível superior e médio, por lei, designaram-se 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.

¹<https://www.confea.org.br/>

- **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.

5

A ênfase em Energia e Automação Elétricas

5.1. Histórico

A ênfase em Energia e Automação Elétricas da habilitação em Engenharia Elétrica foi criada após reestruturações da então modalidade Eletrotécnica da habilitação em Engenharia Elétrica. Nos anos 1960, a EPUSP oferecia duas modalidades dentro da habilitação em Engenharia Elétrica: eletrônica e eletrotécnica. Já na década de 1970, surgiram duas especialidades na modalidade eletrotécnica: sistemas de potência e máquinas elétricas, refletindo o crescimento acelerado da economia brasileira e a demanda por jovens especialistas em infraestrutura.

Na década de 1980, duas novas especialidades foram introduzidas: tração elétrica e controle automático. No entanto, com a recessão econômica, a formação de jovens especialistas deixou de atender às necessidades do mercado de trabalho em retração. Como resposta, um grande esforço de reestruturação curricular foi realizado, consolidando as quatro especialidades em uma única. Assim, no final dos anos 1980, foi criada a modalidade de potência da habilitação em Engenharia Elétrica, substituindo a modalidade eletrotécnica. Este novo curso oferecia uma formação sólida e abrangente nas quatro especialidades.

Simultaneamente, foi criada a modalidade energia da habilitação em Engenharia Elétrica, cujo enfoque era direcionado às questões mais amplas de planejamento energético, mercado de energia elétrica, fontes de energia não-renováveis e renováveis, infraestrut-

tura de transmissão e distribuição, e usos finais de energia.

Nos anos 1990, com a criação do departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da EPUSP, uma nova reestruturação curricular foi realizada. As modalidades potência e energia foram unificadas, dando origem à ênfase em Energia e Automação Elétricas dentro da habilitação em Engenharia Elétrica. O objetivo dessa mudança era oferecer um curso abrangente, que contemplasse tanto os aspectos relacionados à energia e seus desdobramentos nos sistemas elétricos de potência para geração, transmissão, distribuição e usos finais, quanto os modernos conceitos de automação de processos industriais e sistemas elétricos de potência. Esse curso se mantém atual, dada a importância da transição energética no cenário brasileiro e mundial, além do constante avanço da automação em todos os níveis, especialmente no contexto da indústria 4.0.

5.2. Regime acadêmico de oferta e duração do curso

Anualmente, oitocentos e setenta alunos ingressam na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Destes alunos, cento e setenta entram na habilitação de Engenharia Elétrica. Nos três primeiros anos da graduação, o aluno que ingressa em Engenharia Elétrica cursa as disciplinas do núcleo básico comum da Engenharia e as disciplinas do núcleo comum em Engenharia Elétrica, conforme detalhado em 6. Ao final do terceiro ano, esses alunos optam por uma das quatro ênfases: Automação e Controle; Eletrônica e Sistemas Computacionais; Energia e Automação Elétricas; e Telecomunicações. A ênfase de Energia e Automação Elétricas possui trinta e oito vagas. No quarto ano, os alunos cursam as disciplinas específicas da ênfase em Energia e Automação Elétricas e, no quinto ano, o módulo de formação de Especialização em Energia e Automação Elétricas (EEAE).

A carga horária do curso, do primeiro ao quarto ano está apresentada nas tabelas 5.1 e 5.2.

Tabela 5.1: Informações básicas do currículo – 1º ao 4º ano

Carga Horária	Aula	Trabalho	Subtotal
Obrigatória	3255	420	3675
Optativa Livre	180	0	180
Optativa Eletiva	0	0	0
Total de carga horária em disciplinas da grade (Estágio: 180) (AAC: 60)	3435	420	3855
Total geral de carga horária exigida em extensão:			392 (10,01%)
Total Geral			3915

Tabela 5.2: Informações básicas do currículo – módulo de especialização

Carga Horária	Aula	Trabalho	Subtotal
Obrigatória	0	0	0
Optativa Livre	0	0	0
Optativa Eletiva	360	0	360
Total de carga horária em disciplinas da grade	360	0	360
Total geral de carga horária exigida em extensão:			36 (10%)
Total Geral			396

Detalhes sobre o curso de graduação em Engenharia, habilitação em Engenharia Elétrica, com ênfase em Energia e Automação Elétricas estão apresentados a seguir.

Nome do curso	Curso de graduação em engenharia — habilitação em Engenharia Elétrica - ênfase em Energia e Automação Elétricas
Instituição de ensino	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Localização	Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira Av. Prof. Luciano Gualberto, Travessa do Politécnico, 158 — 05508-010 — São Paulo/SP
Modalidade de ensino	Presencial
Regime acadêmico	Semestral
Duração do curso	5 anos (10 semestres)
Turno de funcionamento	Tempo integral
Carga horária total	4275 horas, inclusive extensão e optativas livres
Forma de ingresso	Fundação Universitária para o Vestibular (FUVEST)¹, Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)² e Provão Paulista³. Mais detalhes podem ser obtidos em Clique aqui para formas de ingresso
Núcleo comum	Seis semestres de uma estrutura curricular comum
Opção pela ênfase	Opção pela ênfase ao final do sexto semestre
Número de vagas	38

5.3. Políticas de acesso e permanência

A política de ingresso na Universidade de São Paulo busca equilibrar mérito acadêmico e inclusão social, oferecendo quatro modalidades de ingresso: vestibular da FUVEST, ENEM-USP, Provão Paulista e premiações em olimpíadas. No vestibular do ano de 2024, das 11.147 vagas ofertadas pela Universidade, 8.147 foram destinadas ao ingresso pelo vestibular da FUVEST, 1.500 ao ingresso pelo ENEM-USP, 1.500 ao ingresso pelo Provão Paulista e até 200 vagas extras para estudantes do ensino médio com bom desempenho em olimpíadas acadêmicas nacionais e internacionais.

Além disso, a USP implementa um sistema de cotas, reservando 50% das vagas para ampla concorrência e 50% para alunos que cursaram o ensino médio exclusivamente em escolas públicas. Das vagas reservadas para alunos de escolas públicas, 37,5% são destinadas àqueles que se autodeclaram pretos, pardos ou indígenas, conforme a proporção desses grupos na população do Estado de São Paulo. Essa política de cotas, alinhada às diretrizes nacionais de educação, visa promover maior equidade no acesso ao ensino superior, contribuindo para a formação de um corpo discente diversificado e representativo da sociedade brasileira.

A política de acolhimento e permanência da USP, incluindo a EPUSP, visa assegurar que os estudantes completem seus estudos com êxito. Nesse contexto a USP criou o programa Escuta, Cuidado e Orientação em Saúde Mental (ECOS)⁴, focado no acolhimento e direcionamento de alunos em vulnerabilidade emocional, além de estruturar uma rede de cuidado nos seus diversos *campi*. Desde 2023, o Programa de Apoio à Permanência e Formação Estudantil (PAPFE)⁵ integra a política de permanência da USP, oferecendo suporte a estudantes de graduação e pós-graduação *stricto sensu* em condição de vulnerabilidade socioeconômica, com benefícios que incluem bolsas, moradia, alimentação e transporte.

A EPUSP possui a Comissão de Inclusão e Pertencimento (CIP)⁶, dedicada a acompanhar a implantação das políticas de permanência e acolhimento de seus alunos, docentes e servidores. A CIP também atua no acolhimento primário dos alunos politécnicos. Esta política engloba:

- **Apoio financeiro:** bolsas e auxílios financeiros para estudantes em vulnerabilidade socioeconômica, abrangendo moradia, alimentação, transporte e materiais didáticos;
- **Programas de tutoria:** programas de acompanhamento para orientar os estudantes, focando nos calouros, na adaptação à vida universitária e acadêmica, com a participação de alunos mais experientes e docentes;

⁴<https://prip.usp.br/programa-ecos/>

⁵<https://prip.usp.br/apoio-estudantil/>

⁶<https://www.poli.usp.br/institucional/comissoes-centrais/comissao-de-inclusao-e-pertencimento-da-poli-usp>

- **Aconselhamento psicológico e psicopedagógico:** serviços de aconselhamento para auxiliar os estudantes em questões de saúde mental e estresse, influenciando positivamente o desempenho acadêmico;
- **Atividades extracurriculares e de integração:** atividades extracurriculares como esportes, artes e competições para facilitar a integração dos estudantes e desenvolver habilidades além das acadêmicas; e
- **Monitoria em disciplinas:** o programa de monitoria envolve alunos veteranos auxiliando novos estudantes em disciplinas específicas, incentivando o aprendizado colaborativo e melhorando o entendimento dos temas estudados.

5.3.1. Recepção dos alunos

A semana de recepção de alunos da EPUSP é um evento anual que acolhe os alunos no início do ano letivo, com foco especial nos novos ingressantes. Durante esta semana, os estudantes participam de palestras e atividades de integração, onde recebem orientações sobre a estrutura acadêmica e administrativa da escola. Temas como estágio, trabalho de conclusão de curso, iniciação científica e intercâmbio também são abordados, proporcionando uma visão abrangente das oportunidades oferecidas pela instituição.

Além disso, a semana inclui sessões informativas sobre programas de duplo diploma, empreendedorismo e caminhos para a pós-graduação, como o pré-mestrado. O evento facilita a integração dos novos alunos à comunidade universitária, fornecendo as ferramentas necessárias para que iniciem sua jornada acadêmica de maneira bem-informada e confiante.

Para os veteranos, a semana serve como um momento para se atualizar e planejar os próximos passos de sua formação acadêmica, aprimorando suas estratégias de estudo e desenvolvimento profissional.

A programação é elaborada para envolver todos os estudantes, apresentando os recursos e oportunidades disponíveis na EPUSP, e promovendo a participação ativa na vida acadêmica. Dessa forma, a semana de recepção não só introduz os novos alunos ao ambiente universitário, mas também incentiva todos os estudantes a explorarem suas potencialidades e a se engajarem plenamente nas diversas atividades oferecidas.

5.4. Oportunidades para os alunos

5.4.1. Internacionalização

O intercâmbio internacional para estudantes de graduação é uma iniciativa prestigiada e incentivada pela EPUSP, que mantém convênios com diversas universidades de renome ao redor do mundo e participa de redes como a Top International Managers in Engineering

(T.I.M.E.)⁷, Consortium Linking Universities of Science and Technology for Education and Research (Cluster)⁸ e Magalhães *Network*⁹, fortalecendo seus programas de intercâmbio.

Os estudantes se dedicam intensamente para obter vagas nas instituições de sua escolha, aproveitando as modalidades de intercâmbio oferecidas. A experiência de intercâmbio permite aos alunos desenvolver competências e habilidades para o exercício profissional em um cenário globalizado, adquirindo conhecimento, maturidade e compreensão de contextos internacionais.

A coordenação do intercâmbio é realizada pela Comissão de Relações Internacionais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (CRInt-Poli)¹⁰, que foi criada no ano de 1998. Essa comissão oferece oportunidades para que os estudantes realizem parte de seus estudos no exterior e acolhe estudantes estrangeiros nos cursos da EPUSP.

Existem duas modalidades principais de intercâmbio: os programas de duplo diploma e os programas de aproveitamento de estudos. Nos programas de duplo diploma, o aluno passa dois anos em uma instituição estrangeira, estendendo sua formação em apenas um ano adicional e obtendo os diplomas na USP e na instituição parceira. Isso amplia as perspectivas profissionais, oferecendo um diferencial no mercado global. Já os programas de aproveitamento de estudos têm duração de 6 a 12 meses e permitem a obtenção de créditos por disciplinas cursadas no exterior, integrando as experiências acadêmicas internacionais no currículo. Além disso, há oportunidades de curto prazo, geralmente vinculadas a atividades em parceria com instituições estrangeiras.

Nos últimos vinte e quatro anos, a mobilidade internacional de estudantes de graduação da EPUSP contemplou aproximadamente seis mil alunos, sendo quatro mil em aproveitamento de estudos e dois mil em duplo diploma. Durante esse período, quatro mil alunos da EPUSP estudaram no exterior, enquanto dois mil estudantes estrangeiros vieram para a escola.

Os cursos também recebem apoio da Agência USP de Cooperação Acadêmica Nacional e Internacional (AUCANI)¹¹, que desenvolve estratégias de relacionamento entre a USP, instituições universitárias, órgãos públicos e a sociedade. A AUCANI promove cooperação em ensino, pesquisa, cultura e extensão, além de auxiliar na recepção e integração de estudantes estrangeiros.

⁷<https://timeassociation.org/>

⁸<https://cluster.org/>

⁹<https://www.magalhaes-network.org/>

¹⁰<https://www.poli.usp.br/comissao-de-relacoes-internacionais>

¹¹<https://internationaloffice.usp.br/>

5.4.2. Pesquisa e pós-graduação

5.4.2.1. Linhas de pesquisa na área de Energia e Automação Elétricas

Os docentes do PEA desenvolvem atividades de pesquisa e extensão universitária que têm por objetivo contribuir em dois temas principais: energia e automação. Essas atividades incluem a concepção, planejamento, especificação, desenvolvimento e operação de sistemas energéticos e de automação.

O tema de energia contempla o planejamento integrado de recursos e a expansão do sistema elétrico brasileiro, estudando a produção de energia elétrica por meio de fontes convencionais e renováveis. Esse tema também compreende a investigação do transporte, distribuição e uso final da energia, considerando a gestão eficiente e o desenvolvimento de tecnologias e equipamentos apropriados.

O tema de automação abrange a automação de processos industriais e sistemas elétricos de potência, incluindo supervisão, controle e proteção, com ênfase na proteção digital e no uso de sensores ópticos.

A reestruturação do setor elétrico brasileiro trouxe interesse nas questões de qualidade de energia elétrica e aspectos regulatórios. Isso inclui um interesse crescente em energias renováveis e sustentabilidade, além de tecnologias de armazenamento de energia. Nesse contexto, os docentes do PEA também exploram a digitalização e automação com smart grids, IoT e inteligência artificial para otimização de recursos. Outras áreas de destaque são a eficiência energética, *microgrids*, hidrogênio verde e energia oceânica. Por fim, os docentes do departamento acompanham as políticas de transição energética e carbono zero, bem como a integração de veículos elétricos e o desenvolvimento da infraestrutura de carregamento.

A pesquisa no PEA é agrupada em quatro linhas de pesquisa que congregam nove laboratórios e grupos de pesquisa. As linhas são:

- **Automação de Sistemas Elétricos de Potência e Processos Industriais (ASEPI):** investiga os sistemas de supervisão, controle, proteção e automação na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, bem como à automação de sistemas industriais, portuários e prediais. Envolve o desenvolvimento de algoritmos, equipamentos, procedimentos e soluções para garantir a operação adequada desses sistemas, considerando aspectos como confiabilidade e facilidade de manutenção. Além disso, explora a digitalização e automação com smart grids, IoT e inteligência artificial para otimização de recursos;
- **Eletrônica de Potência e Conversores Estáticos (EPCE):** explora a conversão estática de energia elétrica em diversas formas, com alta eficiência e qualidade, para integração de fontes convencionais e renováveis de energia elétrica;

- **Simulação de Fenômenos Eletromagnéticos e Mecânicos em Dispositivos Elétricos (MAG):** estuda as distribuições de campos eletromagnéticos em dispositivos e sistemas elétricos com geometrias bidimensionais e tridimensionais, incluindo seus acoplamentos com fenômenos térmicos e mecânicos por métodos numéricos, com a finalidade de otimizar máquinas elétricas e dispositivos eletromagnéticos; e
- **Produção, Transporte e Uso da Energia Elétrica (PTEE):** explora metodologias relacionados ao planejamento, projeto, operação e manutenção dos sistemas de geração de energia elétrica, considerando todas as suas fontes primárias, bem como os sistemas de transmissão, subtransmissão e distribuição de energia elétrica, levando em conta o uso final da energia, aspectos de eficiência energética e de transição energética.

Os laboratórios e grupos de pesquisa que fazem parte dessas linhas de pesquisa são:

- Grupo de Automação Elétrica em Sistemas Industriais (GAESI);
- Laboratório de Pesquisa em Proteção e Automação de Sistemas Elétricos (LPROT);
- Laboratório de Sensores Ópticos (LSO);
- Laboratório de Eletrônica de Potência (LEP);
- Grupo de Máquinas Elétricas e Acionamentos (GMAq);
- Laboratório de Eletromagnetismo Aplicado (LMAG);
- Centro de Estudos em Regulamentação e Qualidade de Energia (ENERq);
- Grupo de Energia (GEPEA);
- Laboratório de Sistemas de Potência (LSP); e
- Laboratório de Redes Elétricas Avançadas (LGrid)

5.4.2.2. Oportunidades

A articulação da graduação com a pesquisa e pós-graduação tem, como apoio, os programas existentes no âmbito da USP. Essa articulação se inicia mesmo antes do ingresso aos cursos da USP, por meio do Programa de Pré-Iniciação Científica e de Pré-Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da USP¹². A iniciativa é da Pró-Reitoria de Pesquisa da USP e tem, por objetivo, promover a cultura científica e tecnológica em estudantes do ensino fundamental e médio, mediante o desenvolvimento de projetos de pesquisa em todas as áreas, sob orientação de docentes da USP, além de atrair esses estudantes para que se tornem alunos de graduação da universidade.

Para os alunos da graduação da USP, existe o Programa de Iniciação Científica e de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação¹³ que, desde 1983, atende alunos dos cursos de graduação e os coloca em contato com grupos e linhas de pesquisa

¹²<https://prpi.usp.br/pre-iniciacao-cientifica/>

¹³<https://prpi.usp.br/programas/iniciacao-cientifica-e-tecnologica/>

para proporcionar aprendizagem de técnicas e métodos científicos. O estudante pode desenvolver pesquisa, sob orientação de docente, com bolsa oferecida pelas agências de fomento, com bolsa de programas da própria USP ou sem bolsa.

Além disso, o módulo de especialização da ênfase de Energia e Automação Elétricas da habilitação em Engenharia Elétrica permite que os alunos façam disciplinas do programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica da EPUSP, incorporando os créditos dessas disciplinas ao histórico de graduação do aluno. Essa integração possibilita aos alunos interessados acelerar a sua pós-graduação, uma vez que os créditos obtidos são válidos para ambos os níveis, facilitando um avanço mais rápido nesse curso.

5.4.3. Inovação e empreendedorismo

A política de inovação tecnológica da USP é gerida pela Agência USP de Inovação (AUSPIN)¹⁴, que promove a utilização do conhecimento científico, tecnológico e cultural produzido na universidade, pela sociedade. A AUSPIN está presente nos *campi* da capital, em Bauru, Lorena, Piracicaba, Pirassununga, Ribeirão Preto e São Carlos.

A AUSPIN atua na proteção do patrimônio industrial e intelectual gerado na universidade, efetuando todos os procedimentos necessários para o registro de patentes, marcas, direitos autorais de livros, *softwares*, músicas, entre outras criações. Oferece apoio aos docentes, alunos e funcionários na elaboração de projetos em parceria para melhor gerenciar as relações com os setores empresariais, bem como, comunicar para a sociedade em geral o impacto e os benefícios das inovações guiadas pela ciência desenvolvida pelos pesquisadores da USP. Além disso, a AUSPIN promove o empreendedorismo, oferecendo suporte técnico, gerencial e formação complementar ao empreendedor, por meio de incubadoras de empresas, de parques tecnológicos e de treinamentos específicos. Trabalha também na transferência de tecnologias, preocupando-se em colocá-las à disposição da sociedade.

¹⁴<https://www.inovacao.usp.br/>

6

Atividades de ensino-aprendizagem

As atividades de ensino-aprendizagem são organizadas em vinte e sete grupos de conteúdos. Esses grupos são divididos em três eixos principais: eixo de conteúdos básicos, eixo de conteúdos específicos e eixo de conteúdos profissionais.

O eixo de conteúdos básicos, detalhado na seção 6.4, é desenvolvido principalmente durante os quatro primeiros semestres da habilitação e está dividido em quatro grupos: ciências exatas, ciências naturais, ciências sociais e ciências aplicadas. O grupo de ciências exatas, apresentado na seção 6.4.1, inclui as disciplinas de cálculo diferencial e integral, álgebra linear, cálculo numérico, algoritmos e programação, probabilidade e estatística, que fornecem a base teórica e prática para entender os princípios fundamentais da engenharia. O grupo de ciências naturais, descrito na seção 6.4.2, abrange disciplinas como física, química, ciências do ambiente, fenômenos de transporte, ciência dos materiais, eletricidade e mecânica dos sólidos, que ajudam a compreender os materiais e os processos naturais que influenciam o funcionamento dos sistemas físicos. O grupo de ciências sociais, detalhado na seção 6.4.3, inclui disciplinas de administração e economia, que proporcionam uma compreensão do impacto social e econômico das atividades de engenharia. Por fim, o grupo de ciências aplicadas, pormenorizado na seção 6.4.4, integra disciplinas de metodologia científica.

O eixo de conteúdos específicos, apresentado na seção 6.5, é desenvolvido principalmente durante o quinto e sexto semestres e está dividido em seis grupos: circuitos elétricos e suas aplicações, eletromagnetismo e suas aplicações, sistemas analógicos, sistemas digitais, sistemas de informação e controle. O grupo de circuitos elétricos e suas aplicações, detalhado na seção 6.5.1, inclui disciplinas que discutem os princípios e as

aplicações de circuitos elétricos, incluindo os métodos de análise no domínio da frequência e no domínio do tempo. O grupo de eletromagnetismo e suas aplicações, exposto na seção 6.5.2, integra disciplinas que apresentam e detalham os campos elétricos e magnéticos, suas interações e aplicações em dispositivos e sistemas elétricos. O grupo de sistemas analógicos, mostrado na seção 6.5.3, é composto por disciplinas que descrevem técnicas e sistemas para o processamento de sinais analógicos, incluindo amplificadores, filtros e moduladores. O grupo de sistemas digitais, ilustrado na seção 6.5.4, reúne disciplinas que abordam a teoria e a aplicação de sistemas digitais, incluindo lógica digital, circuitos integrados e microcontroladores. O grupo de sistemas de informação, apresentado na seção 6.5.5, inclui disciplinas que se dedicam ao estudo dos sistemas para suporte à aquisição, ao armazenamento, recuperação e disseminação de informações. Finalmente, o grupo de controle, descrito na seção 6.5.6, engloba disciplinas que tratam dos princípios e técnicas de modelagem de sistemas dinâmicos e seu controle.

O eixo de conteúdos profissionais, pormenorizado na seção 6.6, é desenvolvido durante os quatro últimos semestres da habilitação e está dividido em seis grupos: energia, automação de sistemas elétricos e industriais, máquinas elétricas e seus acionamentos, sistemas elétricos de potência, eletrônica de potência, e eletrotécnica e instalações elétricas. O grupo de energia, detalhado na seção 6.6.1, reúne disciplinas que abordam a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, incluindo fontes de energia renováveis e não-renováveis, bem como usos finais e eficiência energética. O grupo de automação de sistemas elétricos e industriais, apresentado na seção 6.6.2, integra disciplinas de automação e o controle de processos industriais e de sistemas elétricos, incluindo controladores programáveis e sistemas supervisórios. O grupo de máquinas elétricas e seus acionamentos, ilustrado na seção 6.6.3, é constituído por disciplinas que detalham o funcionamento e o controle de máquinas elétricas, como motores e geradores, e seus sistemas de acionamento. O grupo de sistemas elétricos de potência, detalhado na seção 6.6.4 envolve disciplinas dedicadas à análise e ao projeto de sistemas de potência, incluindo os estudos de fluxo de potência, de curto-circuito, de estabilidade e operação de redes elétricas. O grupo de eletrônica de potência, apresentado na seção 6.6.5, reúne disciplinas que tratam da conversão e controle de energia elétrica usando dispositivos eletrônicos de potência, como conversores, inversores e reguladores. Por fim, o grupo de eletrotécnica e instalações elétricas, detalhado na seção 6.6.6, abrange disciplinas de projeto e implementação de instalações elétricas residenciais, comerciais e industriais, incluindo normas de segurança e eficiência energética.

A grade curricular do curso está disponível no sistema JupiterWeb ([Clique aqui](#)) e apresentada na tabela 6.1. O mapeamento das competências e habilidades está apresentado nas seções 6.4 a 6.6

Tabela 6.1: Grade curricular da ênfase em Energia e Automação Elétricas

1º Período Ideal									
Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX	
4323101	Física I	3	0	45	0				
MAC2166	Introdução à Computação	4	0	60					
MAT2453	Cálculo Diferencial e Integral I	6	0	90					
MAT3457	Álgebra Linear I	4	0	60					
PCC3100	Representação Gráfica para Projeto	3	1	75					
PEA3100	Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade	4	0	60					
PMT3100	Fundamentos de Ciência e Engenharia dos Materiais	2	0	30					
PMT3131	Química dos Materiais Aplicada à Engenharia Elétrica	2	0	30					

2º Período Ideal									
Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX	
323100	Introdução à Engenharia Elétrica	3	0	45					
4323102	Física II	2	0	30	0				
MAT2454	Cálculo Diferencial e Integral II	4	0	60					
MAT3458	Álgebra Linear II	4	0	60					
PCS3110	Algoritmos e Estruturas de Dados para Engenharia Elétrica	4	0	60					
PCS3111	Laboratório de Programação Orientada a Objetos para Engenharia Elétrica	3	0	45					
PME3100	Mecânica I	6	0	90					

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

3º Período Ideal									
Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX	
303200	Probabilidade	2	0	30					
4323201	Física Experimental A	2	0	30					
4323203	Física III	4	0	60					
MAT2455	Cálculo Diferencial e Integral III	4	0	60					
PCS3115	Sistemas Digitais I	4	0	60					
PEF3208	Fundamentos de Mecânica das Estruturas	2	0	30					
PSI3211	Circuitos Elétricos I	4	0	60					
PSI3212	Laboratório de Circuitos Elétricos	4	1	90					30
4º Período Ideal									
Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX	
4323202	Física Experimental B	2	0	30					
4323204	Física IV	4	0	60					
MAT2456	Cálculo Diferencial e Integral IV	4	0	60					
PCS3225	Sistemas Digitais II	4	0	60					
PRO3200	Estatística	4	0	60					
PSI3213	Circuitos Elétricos II	4	0	60					
PSI3214	Laboratório de Instrumentação Elétrica	2	1	60					30
PTC3213	Eletromagnetismo	4	0	60					

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

5º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
4323301	Física Experimental C	2	0	30				
MAP3121	Métodos Numéricos e Aplicações	4	0	60				
PCS3335	Laboratório Digital A	3	0	45				
PEA3301	Introdução aos Sistemas de Potência	4	0	60				
PEA3306	Conversão Eletromecânica de Energia	4	0	60				
PEA3311	Laboratório de Conversão Eletromecânica de Energia	3	0	45				
PSI3321	Eletrônica I	4	0	60				
PTC3307	Sistemas e Sinais	4	0	60				

6º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PME3332	Mecânica dos Fluidos: Noções, Laboratório e Aplicações	2	0	30				
PME3344	Termodinâmica Aplicada	2	0	30				
PSI3322	Eletrônica II	4	0	60				
PSI3323	Laboratório de Eletrônica I	3	0	45				
PTC3312	Laboratório de Controle	3	0	45				
PTC3313	Sistemas de Controle	4	0	60				
PTC3314	Ondas e Linhas	4	0	60				
PTC3360	Introdução a Redes e Comunicações	4	0	60				
PTC3361	Introdução ao Processamento Digital de Sinais	2	0	30				

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

7º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PEA3400	Máquinas Elétricas I	4	0	60				
PEA3401	Laboratório de Instalações Elétricas	2	0	30				
PEA3402	Instalações Elétricas	2	0	30				
PEA3410	Sistemas de Potência I	4	0	60				
PEA3411	Introdução à Automação de Sistemas Elétricos	2	0	30				
PEA3413	Automação de Sistemas Industriais	2	0	30				
PEA3420	Produção de Energia	4	0	60				
PEA3489	Eletrônica de Potência I	4	0	60				
PRO3811	Fundamentos de Administração	2	0	30				

8º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PEA3405	Laboratório de Máquinas Elétricas	2	0	30				
PEA3406	Laboratório de Sistemas de Potência	2	0	30				
PEA3414	Máquinas Elétricas II	2	0	30				
PEA3416	Proteção e Automação de Sistemas Elétricos de Potência I	2	0	30				
PEA3417	Sistemas de Potência II	4	0	60				
PEA3418	Laboratório de Automação de Sistemas Industriais	2	0	30				
PEA3430	Laboratório de Energia	2	0	30				

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

PEA3440	Uso da Energia Elétrica	2	1	60					
PEA3490	Eletrônica de Potência II	4	0	60					
PRO3821	Fundamentos de Economia	2	0	30					

9º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PEA3500	Projeto de Formatura I	1	2	75				
PEA3600	Estágio Supervisionado	1	6	195	180			

10º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PEA3507	Projeto de Formatura II	1	2	75				

Disciplinas Optativas Livres

2º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
323113	História da Tecnologia	2	0	30				
PTC3101	Engenho e Arte do Controle Automático	2	0	30				

3º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
323200	Práticas de Eletricidade e Eletrônica	4	0	60				
323201	Laboratório de Projetos em Eletricidade e Eletrônica	2	2	90				

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

PSI3260	Aplicações de Álgebra Linear	2	0	30					
PTC3214	Realidade e Probabilidade: Simulações para Compreender o Mundo	2	0	30					
PTC3260	Laboratório de Conectividade	2	0	30					

4º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PSI3262	Fundamentos de Circuitos Eletrônicos Digitais e Analógicos	4	0	60				

6º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PCS3345	Laboratório Digital B	4	1	90				

7º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PEA3419	Tópicos de Sistemas Embarcados na Automação de Sistemas Elétricos Modernos	2	0	30				

8º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PEA3408	Estabilidade de Tensão em Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica	2	1	60				

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

PEA3422	Métodos de Otimização Aplicados a Sistemas Elétricos	4	0	60					
PEA3424	Proteção e Automação de Sistemas Elétricos de Potência	2	1	60					
	II								
PEA3455	Tópicos em Geração Distribuída	4	0	60					

9º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PEA3513	Aplicação do Método dos Elementos Finitos em Problemas de Engenharia Elétrica	2	1	60				
PEA3515	Modelagem de Componentes de Sistemas Elétricos de Potência para Cálculos Elétricos	4	0	60				
PEA3527	Introdução à Instrumentação Industrial	2	0	30				

10º Período Ideal

Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX
PEA3523	Introdução à Operação e à Comercialização em Sistemas Elétricos	4	0	60				
PEA3532	Avaliação de Recursos Eólicos	4	0	60				
PEA3534	Introdução às Instalações Elétricas em Áreas Classificadas	2	0	30				
PEA3536	Tópicos de Regulação do Setor Elétrico	2	0	30				
PEA3540	Proteção e Automação de Sistemas Elétricos de Potência	4	0	60				
	II							

6.1. Informações específicas da ênfase

Para a conclusão do curso, o aluno deverá cursar:

1. Todas as disciplinas solicitadas na grade curricular do primeiro ao décimo semestres (obrigatórias, eletivas e livres), considerando inclusive todas as informações específicas;
2. Um módulo de formação composto por vinte e quatro créditos distribuídos em dois semestres (nono e décimo semestres);
3. O aluno deverá cursar um total de dez créditos aula em disciplinas optativas livres, sugere-se a seguinte distribuição: 2 créditos aula de optativas livres no 7º semestre ideal, 4 créditos aula de optativas livres no 8º semestre ideal, 2 créditos aula de optativas livres no 9º semestre ideal e 2 créditos aula de optativas livres no 10º semestre ideal; e
4. Para os alunos ingressantes a partir de 2022 será obrigatório 60 horas (2 créditos trabalho) de atividades acadêmicas complementares, para a conclusão do curso.

O módulo de formação de Especialização em Energia e Automação Elétricas (EEAE) é destinado aos alunos da habilitação em Engenharia Elétrica, que optaram pela ênfase de Energia e Automação Elétricas. Os alunos do módulo EEAE devem cursar um total de seis disciplinas eletivas dentre as relacionadas, totalizando vinte e quatro créditos em disciplinas optativas eletivas, o equivalente a trezentos e sessenta horas. A grade curricular da especialização está disponível no sistema JupiterWeb ([Clique aqui](#)) e apresentada na tabela 6.2. O mapeamento das competências e habilidades está apresentado nas seções 6.4 a 6.6

Tabela 6.2: Grade curricular da especialização em Energia e Automação Elétricas

9º Período Ideal									
Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX	
0303541	Tópicos de Pesquisa em Engenharia I	4	0	60					
0303542	Tópicos de Pesquisa em Engenharia II	4	0	60					
0303543	Tópicos de Pesquisa em Engenharia III	4	0	60					
PEA3450	Coleta e Armazenamento de Energia	4	0	60					
PEA3503	Subestações e Equipamentos	4	0	60					
10º Período Ideal									
Sigla	Nome	CA	CT	CH	CE	CP	ATPA	EX	
0303544	Tópicos de Pesquisa em Engenharia IV	4	0	60					
0303545	Tópicos de Pesquisa em Engenharia V	4	0	60					
0303546	Tópicos de Pesquisa em Engenharia VI	4	0	60					
PEA3524	Laboratório de Automação e Proteção de Sistemas Elétri- cos	4	0	60					
PEA3550	Acionamentos Elétricos Industriais	4	0	60					

6.2. Taxonomia de Bloom

Esta seção apresenta as atividades de ensino e aprendizagem considerando os níveis de realização no domínio cognitivo e as habilidades demonstradas em cada eixo de conteúdos, conforme a Taxonomia de Bloom (BLOOM et al., 1956; MASIA; BLOOM et al., 1964). Além disso, apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem e as competências desenvolvidas nessas disciplinas, alinhando-se às competências descritas nas novas DCN (Ministério da Educação, 2019). A descrição dos domínios cognitivos e das habilidades demonstradas é dada de acordo com a Figura 6.1.

MEMORIZAR	COMPREENDER	APLICAR	ANALISAR	AVALIAR	CRIAR
Listar	Esquematizar	Utilizar	Resolver	Defender	Elaborar
Relembrar	Relacionar	Implementar	Categorizar	Delimitar	Desenhar
Reconhecer	Explicar	Modificar	Diferenciar	Estimar	Produzir
Identificar	Demonstrar	Experimentar	Comparar	Selecionar	Prototipar
Localizar	Parafrasear	Calcular	Explicar	Justificar	Traçar
Descrever	Associar	Demonstrar	Integrar	Comparar	Idear
Citar	Converter	Classificar	Investigar	Explicar	Inventar

fonte: <<https://www.amplifica.me/taxonomia-de-bloom/>>

Figura 6.1: Taxonomia de Bloom

6.3. Metodologias de ensino e aprendizagem

Desde a última reforma nos currículos da EPUSP, no ano de 2010, já se empregavam metodologias de aprendizagem que antecipavam as metodologias ativas que mais tarde seriam sistematizadas nas DCN de 2019. Assim, os currículos da EPUSP incluem aulas práticas experimentais e computacionais, atividades *open labs*, disciplinas integradoras, ações interdisciplinares, entre outras. Além disso, há uma cultura bem estabelecida de integração da graduação com a pesquisa na Universidade. De forma similar, também é bem estabelecida a atuação de alunos de graduação em atividades de extensão.

Desde 2018, tem crescido significativamente a oferta de disciplinas que utilizam, de forma sistemática, princípios de ensino ativo. No presente projeto pedagógico, é criado um conjunto conceitual de ensino por competências que agrega, organiza e amplia essas iniciativas. Para ingressantes a partir de 2025, uma parte importante das componentes curriculares já utilizará princípios de ensino ativo. Ao longo do tempo, espera-se uma ampliação da participação dessas metodologias. As metodologias de ensino-aprendizagem

contemplam as seguintes características:

- São desenhadas para possibilitar que o aluno desenvolva as competências e habilidades preconizadas ao longo do currículo;
- Trabalham os conteúdos importantes dos currículos anteriores de forma mais eficiente, com pequenas reduções de carga horária;
- Favorecem o protagonismo na aprendizagem, com o ensino centrado no estudante e o uso moderado de aulas expositivas;
- Proporcionam experiências de aprendizagem motivantes para o aluno;
- Valorizam atividades presenciais do aluno na EPUSP;
- Fortalecem a relação entre teoria e prática; e
- Consideram um nivelamento em matemática, química e física.

Nesse contexto, as metodologias de ensino e aprendizagem utilizadas na ênfase de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, da habilitação de Engenharia Elétrica, são bastante abrangentes. Por essa razão, foram agrupadas em categorias, conforme apresentado a seguir:

- **Metodologias ativas:** metodologias que envolvem o aluno de forma ativa no processo de aprendizagem, promovendo a participação, interação e aplicação prática dos conhecimentos.
 - Construção de conceitos com participação ativa dos alunos;
 - Exercícios supervisionados;
 - Dinâmicas de grupo;
 - Aprendizado baseado em problemas;
 - Discussão e estudo de casos; e
 - Projetos em grupo.
- **Metodologias práticas e experimentais:** metodologias que focam na aplicação prática dos conhecimentos teóricos por meio de atividades experimentais e práticas.
 - Execução de experimentos de laboratório e análise dos resultados;
 - Trabalhos práticos;
 - Desenvolvimento de *software*;
 - Simulações computacionais; e
 - Palestras com especialistas.
- **Metodologias tradicionais:** metodologias baseadas em técnicas tradicionais de ensino, como aulas expositivas e leitura de material didático.
 - Método expositivo com uso de recursos multimídia

- Exercícios supervisionados
- Avaliação formativa
- **Metodologias de pesquisa e desenvolvimento:** metodologias que incentivam a pesquisa, análise e desenvolvimento de novos conhecimentos e tecnologias.
 - Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica.
- **Outras metodologias:** metodologias que não se enquadram diretamente nas categorias anteriores, mas complementam o processo de ensino-aprendizagem.

A Figura 6.2 foi obtida por meio de consulta aos docentes sobre as metodologias de ensino e aprendizagem empregadas nas disciplinas da ênfase de Energia e Automação Elétricas oferecidas pelo PEA. Essa Figura destaca o caráter abrangente das metodologias empregadas pelos docentes dessa ênfase. Majoritariamente, as metodologias empregadas são tradicionais e ativas mas também há espaço para outras formas, que enriquecem e diversificam os métodos utilizados.

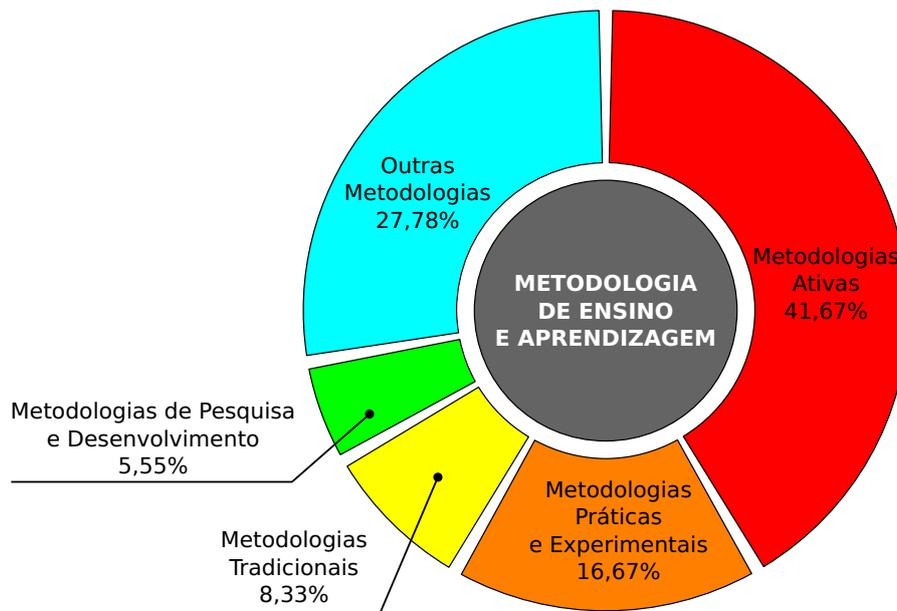


Figura 6.2: Metodologias de ensino e aprendizagem da ênfase de Energia e Automação Elétricas

6.4. Eixo de conteúdos básicos

O eixo de conteúdos básicos é importante para a engenharia porque fornece as competências e habilidades necessárias para a compreensão, identificação e análise dos fundamentos teóricos e metodológicos necessários para o entendimento, aplicação e análise dos conceitos mais avançados. As competências e habilidades desenvolvidas durante as atividades de ensino-aprendizagem nas disciplinas de ciências exatas, ciências naturais,

ciências sociais e ciências aplicadas oferecem a base para o desenvolvimento do raciocínio lógico, análise crítica e habilidades de resolução de problemas, que são essenciais para todas as áreas da engenharia.

6.4.1. Ciências exatas

A matemática é a ciência que estuda estruturas, padrões, e relações, evoluindo a partir de conceitos como contagem, medição e descrição de formas. Utiliza o raciocínio lógico e o cálculo quantitativo para resolver problemas e descrever fenômenos naturais e tecnológicos. A matemática tem sido uma ferramenta indispensável para as ciências físicas e a tecnologia, sendo considerada a linguagem subjacente da ciência e da engenharia.

As principais áreas da matemática relevantes para a engenharia elétrica, com ênfase em energia e automação incluem:

- **Cálculo diferencial e integral:** empregado na modelagem e análise de sistemas dinâmicos. O cálculo diferencial aborda limites, derivadas e integrais de funções de uma variável, destacando aspectos geométricos e interpretações físicas. No cálculo integral, o foco está nas integrais de funções de duas e três variáveis, com exemplos e aplicações práticas em engenharia elétrica. Além disso, o estudo de equações diferenciais permite a modelagem de fenômenos contínuos e discretos, incluindo métodos como variação de parâmetros e resolução de equações diferenciais por séries;
- **Álgebra linear:** permite a manipulação de equações e fórmulas que são empregadas em diversas aplicações de engenharia. A álgebra linear apresenta as ferramentas para a resolução de sistemas lineares e análise de transformações lineares. Inclui o estudo de espaços vetoriais, autovalores, autovetores e diagonalização de operadores lineares, com aplicações práticas em engenharia;
- **Probabilidade e estatística:** importantes para a análise e interpretação de dados, avaliação de incertezas e modelagem de processos estocásticos em sistemas;
- **Algoritmos e programação:** utilizados para o desenvolvimento de soluções computacionais eficientes e eficazes, permitindo a implementação de modelos matemáticos e simulações complexas;
- **Computação:** ferramentas para a simulação e solução de problemas complexos que não possuem soluções analíticas simples, abrangendo desde a análise numérica até o uso de software especializado; e
- **Expressão gráfica:** importante para a visualização e comunicação de conceitos e dados, facilitando o entendimento e a apresentação de projetos e resultados na engenharia elétrica.

Este curso visa proporcionar uma base sólida em conceitos matemáticos fundamentais e avançados, essenciais para a formação de engenheiros eletricitas, destacando sempre as aplicações práticas e a relevância desses conhecimentos na solução de problemas reais na área de energia e automação.

6.4.1.1. Cálculo diferencial e integral

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral, do eixo de ciências exatas, estão apresentadas na Tabela 6.3.

Tabela 6.3: Competências e habilidades em cálculo diferencial e integral

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar conceitos e princípios de matemática, incluindo limites, derivadas, integrais de funções de uma variável, integrais de funções de duas e três variáveis, equações diferenciais, métodos de variação de parâmetros e resolução de equações diferenciais por séries, destacando suas interpretações físicas.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Demonstrar conceitos e princípios de matemática, incluindo limites, derivadas, integrais de funções de uma variável, integrais de funções de duas e três variáveis, equações diferenciais, métodos de variação de parâmetros e resolução de equações diferenciais por séries, destacando suas interpretações físicas.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conceitos e princípios de matemática, incluindo limites, derivadas, integrais de funções de uma variável, integrais de funções de duas e três variáveis, equações diferenciais, métodos de variação de parâmetros e resolução de equações diferenciais por séries, destacando suas interpretações físicas.

A Tabela 6.4 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral, do eixo de ciências exatas. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.5 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.4: Competências das disciplinas de cálculo diferencial e integral no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																							
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.				VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
MAT2453 (T)	1º	6	0			✓	✓		✓															✓	✓		
MAT2454 (T)	2º	4	0			✓	✓		✓															✓	✓		
MAT2455 (T)	3º	4	0			✓	✓		✓															✓	✓		
MAT2456 (T)	4º	4	0			✓	✓		✓															✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.5: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
MAT2453	Cálculo Diferencial e Integral I	Clique aqui
MAT2454	Cálculo Diferencial e Integral II	Clique aqui
MAT2455	Cálculo Diferencial e Integral III	Clique aqui
MAT2456	Cálculo Diferencial e Integral IV	Clique aqui

6.4.1.2. Álgebra linear

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de álgebra linear, do eixo de ciências exatas, estão apresentadas na Tabela 6.6.

Tabela 6.6: Competências e habilidades em álgebra linear

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar conceitos e princípios de álgebra e álgebra linear, incluindo manipulação de equações, resolução de sistemas lineares, transformações lineares, espaços vetoriais, autovalores, autovetores e diagonalização de operadores lineares.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Demonstrar conceitos e princípios de álgebra e álgebra linear, incluindo manipulação de equações, resolução de sistemas lineares, transformações lineares, espaços vetoriais, autovalores, autovetores e diagonalização de operadores lineares.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar os conceitos e princípios de álgebra e álgebra linear, destacando suas aplicações práticas na engenharia.

A Tabela 6.7 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de álgebra linear, do eixo de ciências exatas. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.8 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.7: Competências das disciplinas de álgebra linear no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																							
				I.		II.				III.			IV.					V.	VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
MAT3457 (T)	1º	4	0			✓	✓		✓																✓	✓	
MAT3458 (T)	2º	4	0			✓	✓		✓																✓	✓	

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.8: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
MAT3457	Álgebra Linear I	Clique aqui
MAT3458	Álgebra Linear II	Clique aqui

6.4.1.3. Probabilidade e estatística

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de probabilidade e estatística, do eixo de ciências exatas, estão apresentadas na Tabela 6.9.

Tabela 6.9: Competências e habilidades em probabilidade e estatística

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar conceitos e princípios de probabilidade e estatística, incluindo probabilidade, variáveis aleatórias, distribuições, noções de simulação estocástica, estatística descritiva e inferência estatística, destacando suas aplicações em análise de dados e modelagem de processos estocásticos na engenharia.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Demonstrar conceitos e princípios de probabilidade, variáveis aleatórias, distribuições, noções de simulação estocástica, estatística descritiva e inferência estatística.
UTILIZAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Aplicar conceitos e princípios de probabilidade e estatística em análise de dados e modelagem de processos estocásticos na engenharia.

A Tabela 6.10 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de probabilidade e estatística, do eixo de ciências exatas. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.11 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.10: Competências das disciplinas de probabilidade e estatística no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																							
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.				VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
0303200 (T)	3º	2	0			✓	✓		✓															✓	✓		
PRO3200 (T)	4º	4	0			✓	✓		✓															✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.11: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
0303200	Probabilidade	Clique aqui
PRO3200	Estatística	Clique aqui

6.4.1.4. Algoritmos e programação

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de algoritmos e programação, do eixo de ciências exatas, estão apresentadas na Tabela 6.12.

Tabela 6.12: Competências e habilidades em algoritmos e programação

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar conceitos e princípios de algoritmos e programação, incluindo introdução à história da computação, organização e funcionamento de computadores e programas, conceitos de linguagens de programação e orientação a objetos, estruturas básicas de um programa, prática de programação e programação defensiva, desenvolvimento de algoritmos, teste e depuração de programas, conceitos de algoritmos e estruturas de dados, construção e análise de algoritmos.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Demonstrar conceitos de de linguagens de programação e orientação a objetos, estruturas básicas de um programa, prática de programação, desenvolvimento de algoritmos, teste e depuração de programas, conceitos de algoritmos e estruturas de dados, construção e análise de algoritmos.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Aplicar esses conceitos na solução de problemas de engenharia, destacando aspectos básicos de programação orientada a objetos, programação defensiva, manipulação de arquivos e desenvolvimento de programas em engenharia elétrica.

A Tabela 6.13 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de algoritmos e programação, do eixo de ciências exatas. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.14 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.13: Competências das disciplinas de algoritmos e programação no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PCS3110 (T)	2º	4	0		✓					✓	✓													✓	✓			
PCS3111 (L)	2º	3	0		✓					✓	✓		✓	✓										✓	✓			

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.14: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PCS3110	Algoritmos e Estruturas de Dados para Engenharia Elétrica	Clique aqui
PCS3111	Laboratório de Programação Orientada a Objetos para Engenharia Elétrica	Clique aqui

6.4.1.5. Computação

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de computação, do eixo de ciências exatas, estão apresentadas na Tabela 6.15.

Tabela 6.15: Competências e habilidades em computação

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar conceitos e princípios de computação, incluindo simulação e solução de problemas complexos, análise numérica e uso de software especializado.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Entender a importância dessas ferramentas para a simulação e modelagem de sistemas em engenharia.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar ferramentas computacionais para a simulação e modelagem de sistemas em engenharia.

A Tabela 6.16 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de computação, do eixo de ciências exatas. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.17 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.16: Competências das disciplinas de computação no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																							
				I.		II.				III.			IV.					V.	VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
MAC2166 (T)	1º	4	0		✓					✓	✓													✓	✓		
MAP3121 (T)	5º	4	0	✓	✓	✓	✓		✓															✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.17: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
MAC2116	Introdução à Computação	Clique aqui
MAP3121	Métodos Numéricos e Aplicações	Clique aqui

6.4.1.6. Expressão gráfica

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de expressão gráfica, do eixo de ciências exatas, estão apresentadas na Tabela 6.18.

Tabela 6.18: Competências e habilidades em expressão gráfica

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar conceitos e princípios de expressão gráfica, incluindo vistas ortográficas e perspectivas, modelagem 3D e suas aplicações, e prototipagem rápida.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a importância dessas habilidades para a visualização e comunicação de conceitos e dados na engenharia.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conceitos e princípios de expressão gráfica em aplicações de engenharia.

A Tabela 6.19 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de expressão gráfica, do eixo de ciências exatas. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.20 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.19: Competências das disciplinas de expressão gráfica no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PCC3100 (T)	1º	3	1		✓					✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓				✓			

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.20: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PCC3100	Representação Gráfica para Projeto	Clique aqui

6.4.2. Ciências naturais

Ciências naturais é outra área importante para a engenharia, fornecendo conhecimentos fundamentais sobre os materiais e processos que influenciam o funcionamento dos sistemas físicos. As principais áreas de ciências naturais relevantes para a engenharia elétrica incluem:

- **Física:** permite a compreensão dos princípios que governam o comportamento da matéria e da energia. A física fornece a base para o estudo de fenômenos elétricos e magnéticos, ótica, mecânica e termodinâmica;
- **Química e ciência dos materiais:** viabiliza o entendimento da composição, da estrutura e das propriedades das substâncias, bem como as reações químicas. Nesse contexto, o conhecimento de química é relevante para a seleção de materiais e para o desenvolvimento de novos componentes e tecnologias. Além disso, o conhecimento de ciência dos materiais abrange o estudo das suas propriedades e seu comportamento sob diferentes condições. Este campo contribui para a seleção de materiais adequados e o desenvolvimento de novos materiais para aplicações em engenharia;
- **Ciências do ambiente:** envolvem o estudo dos sistemas naturais e a interação entre o homem e o meio ambiente. Compreender esses processos é importante para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e para a avaliação do impacto ambiental das atividades humanas;
- **Fenômenos de transporte:** envolve o estudo da energia, suas transformações e a transferência de calor, o que permite a análise e o projeto de sistemas térmicos e energéticos. Além disso, abrange o comportamento dos fluidos em movimento e em repouso, que viabilizam o entendimento de sistemas de refrigeração, ventilação e hidráulica em aplicações de engenharia; e
- **Mecânica dos sólidos:** estuda o comportamento dos sólidos sob a ação de forças, incluindo tensão, deformação e resistência dos materiais. Esse conhecimento viabiliza o projeto e análise de estruturas e componentes mecânicos em sistemas elétricos.

6.4.2.1. Física

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de física, do eixo de ciências naturais, estão apresentadas na Tabela 6.21.

Tabela 6.21: Competências e habilidades em física

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os princípios fundamentais da física, incluindo as leis que governam a mecânica clássica e que formam a base da dinâmica dos corpos e movimentos celestes. Reconhecer os fenômenos de oscilações, ressonância e ondas, bem como os conceitos eletromagnéticos, como carga elétrica, campo elétrico e magnético, indução eletromagnética e ondas eletromagnéticas. Por fim, descrever os fenômenos da física moderna, que abrangem a interferência, difração, relatividade, mecânica quântica e estrutura atômica.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender fenômenos naturais descritos pelos princípios fundamentais da física clássica, do eletromagnetismo e da física moderna.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conceitos e princípios fundamentais da física clássica, do eletromagnetismo e da física moderna em aplicações de engenharia.

A Tabela 6.22 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de física, do eixo de ciências naturais. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.23 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.22: Competências das disciplinas de física no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																							
				I.		II.				III.			IV.					V.	VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
4323101 (T)	1º	3	0			✓	✓		✓															✓	✓		
4323102 (T)	2º	2	0			✓	✓		✓															✓	✓		
4323203 (T)	3º	4	0			✓	✓		✓															✓	✓		
4323204 (T)	4º	4	0			✓	✓		✓															✓	✓		
4323201 (L)	3º	2	0	✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓										✓	✓		
4323202 (L)	4º	2	0	✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓										✓	✓		
4323301 (L)	5º	2	0	✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓										✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.23: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
4323101	Física I	Clique aqui
4323102	Física II	Clique aqui
4323203	Física III	Clique aqui
4323204	Física IV	Clique aqui
4323201	Física Experimental A	Clique aqui
4323202	Física Experimental B	Clique aqui
4323301	Física Experimental C	Clique aqui

6.4.2.2. Química e ciência dos materiais

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de química e ciência dos materiais, do eixo de ciências naturais, estão apresentadas na Tabela 6.24.

Tabela 6.24: Competências e habilidades em química e ciência dos materiais

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar a estrutura básica da matéria com foco nas ligações químicas e microestrutura.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender as principais propriedades dos materiais, a importância das propriedades específicas dos materiais e seu uso nos diferentes ramos da engenharia. Relacionar a composição química e a microestrutura com o processamento para entender o desempenho dos materiais
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar as noções sobre a natureza elétrica da matéria em aplicações de engenharia. Empregar estudos de casos para fixar e aprofundar conceitos relacionados com composição química, microestrutura, processamento e desempenho de um material.

A Tabela 6.25 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de química e ciência dos materiais, do eixo de ciências naturais. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.26 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.25: Competências das disciplinas de química e ciência dos materiais no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PMT3100 (T)	1º	2	0		✓	✓		✓																✓	✓			
PMT3131 (T) + (L)	1º	2	0		✓	✓		✓																✓	✓			

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.26: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PMT3100	Fundamentos de Ciência e Engenharia dos Materiais	Clique aqui
PMT3131	Química dos Materiais Aplicada à Engenharia Elétrica	Clique aqui

6.4.2.3. Ciências do ambiente

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de ciências do ambiente, do eixo de ciências naturais, estão apresentadas na Tabela 6.27.

Tabela 6.27: Competências e habilidades em ciências do ambiente

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os conceitos fundamentais sobre recursos energéticos, infraestrutura e balanço energético, formas de energia e princípios básicos de conversão, usos da energia e eficiência energética, bem como a relação entre energia e meio ambiente e a relação entre energia e desenvolvimento.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a infraestrutura e o balanço energético, os diferentes tipos de energia e os princípios básicos de conversão, além da importância da eficiência energética e as interações entre energia, meio ambiente e desenvolvimento.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar os conhecimentos sobre recursos energéticos, formas de energia, eficiência energética e as relações entre energia, meio ambiente e desenvolvimento para analisar e propor soluções em engenharia.

A Tabela 6.28 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de ciências do ambiente, do eixo de ciências naturais. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.29 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.28: Competências das disciplinas de ciências do ambiente no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PEA3100 (T)	1º	4	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓				

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.29: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PEA3100	Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade	Clique aqui

6.4.2.4. Fenômenos de transporte

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de fenômenos de transporte, do eixo de ciências naturais, estão apresentadas na Tabela 6.30.

Tabela 6.30: Competências e habilidades em fenômenos de transporte

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar conceitos fundamentais para fluidos em repouso e em movimento, as equações fundamentais da mecânica dos fluidos e suas aplicações, bem como conceitos relacionados à termodinâmica aplicados a situações de interesse no campo da engenharia.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender as equações fundamentais da mecânica dos fluidos e suas aplicações em escoamentos, além de conceitos termodinâmicos relevantes para a engenharia.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos sobre fluidos em repouso e em movimento, mecânica dos fluidos e termodinâmica para realizar medições de grandezas básicas como pressão, velocidade e vazão em escoamentos, ensaiar bombas hidráulicas e aplicar a teoria da semelhança em experimentos práticos.

A Tabela 6.31 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de fenômenos de transporte, do eixo de ciências naturais. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.32 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.31: Competências das disciplinas de fenômenos de transporte no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																						
				I.		II.				III.			IV.					V.	VI.				VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
PME3332 (T)	6º	2	0	✓	✓	✓	✓		✓						✓	✓									✓	✓
PME3344 (T)	6º	2	0	✓	✓	✓	✓		✓																✓	✓

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.32: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PME3332	Mecânica dos Fluidos: Noções, Laboratório e Aplicações	Clique aqui
PME3344	Termodinâmica Aplicada	Clique aqui

6.4.2.5. Mecânica dos sólidos

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de mecânica dos sólidos, do eixo de ciências naturais, estão apresentadas na Tabela 6.33.

Tabela 6.33: Competências e habilidades em mecânica dos sólidos

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar conceitos de mecânica clássica e a mecânica de corpos rígidos, incluindo cinemática e dinâmica, além de conceitos básicos de mecânica das estruturas, como esforços solicitantes, tensões, deformações e deslocamentos.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a mecânica de corpos rígidos com ênfase na cinemática e dinâmica, e a importância da resistência dos materiais em engenharia.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos de mecânica clássica e mecânica das estruturas para identificar problemas no cotidiano da engenharia, aplicando conceitos de esforços solicitantes, tensões, deformações e deslocamentos em exemplos práticos.

A Tabela 6.34 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de mecânica dos sólidos, do eixo de ciências naturais. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.35 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.34: Competências das disciplinas de mecânica dos sólidos no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																							
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.				VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
PME3100 (T)	6º	6	0			✓	✓			✓															✓	✓	
PEF3208 (T)	2º	2	0			✓	✓			✓															✓	✓	

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.35: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PME3100	Mecânica I	Clique aqui
PEF3208	Fundamentos de Mecânica das Estruturas	Clique aqui

6.4.3. Ciências sociais

As ciências sociais também são importantes para a formação de engenheiros, pois desenvolvem conhecimentos que complementam as habilidades técnicas com uma compreensão das dinâmicas econômicas, administrativas e de inclusão. O estudo das ciências sociais pode é dividido em nas seguintes áreas:

- **Administração:** abrange diversos aspectos para a gestão eficaz de organizações, incluindo a teoria clássica da administração, estrutura organizacional, gestão por processos, gestão de pessoas, contabilidade de custos, engenharia econômica, empreendedorismo e elaboração de planos de negócios;
- **Economia:** fornece os fundamentos para o pensamento e a análise econômica, abrangendo elementos fundamentais de microeconomia e macroeconomia, economia da tecnologia e da inovação, e uma compreensão aprofundada da economia brasileira;
- **Desenho Universal:** incluído pela resolução nº 1, de 26 de abril de 2021¹, consiste em uma abordagem multidisciplinar que visa criar produtos, ambientes e sistemas acessíveis e utilizáveis por todas as pessoas, independentemente de idade, habilidade ou condição física. Envolve aspectos de *design*, arquitetura, engenharia, psicologia, ergonomia e outras áreas, promovendo a inclusão e a acessibilidade.

¹<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-1-de-26-de-marco-de-2021-310886981>

6.4.3.1. Administração e economia

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de administração e economia, do eixo de ciências sociais, estão apresentadas na Tabela 6.36.

Tabela 6.36: Competências e habilidades em administração e economia

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os conceitos da teoria clássica da administração, estrutura organizacional, gestão por processos, gestão de pessoas, contabilidade de custos, engenharia econômica, empreendedorismo e plano de negócios, assim como os fundamentos do pensamento e da análise econômica, os elementos fundamentais de microeconomia e macroeconomia, a economia da tecnologia e da inovação, e a economia brasileira.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a teoria clássica da Administração, a estrutura organizacional, os processos de gestão, a gestão de pessoas, contabilidade de custos, engenharia econômica, empreendedorismo e elaboração de planos de negócios, bem como os fundamentos do pensamento e da análise econômica, os princípios de microeconomia e macroeconomia, a economia da tecnologia e da inovação, e as particularidades da economia brasileira.

Continua na próxima página

Tabela 6.36 – continuação da página anterior

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar os conhecimentos de teoria clássica da administração, estrutura organizacional, gestão por processos, gestão de pessoas, contabilidade de custos, engenharia econômica, empreendedorismo e plano de negócios, juntamente com os fundamentos do pensamento e da análise econômica, microeconomia e macroeconomia, economia da tecnologia e da inovação, e economia brasileira para resolver problemas de gestão e desenvolver estratégias empresariais e econômicas eficazes.

A Tabela 6.37 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de administração e economia, do eixo de ciências sociais. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.38 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.37: Competências das disciplinas de economia e administração no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PRO3811 (T)	7º	2	0	✓	✓																				✓	✓		
PRO3821 (T)	8º	2	0	✓	✓																				✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.38: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PRO3811	Fundamentos de Administração	Clique aqui
PRO3821	Fundamentos de Economia	Clique aqui

6.4.3.2. Introdução à engenharia elétrica

O “desenho universal” é uma abordagem que visa criar produtos, ambientes e sistemas que sejam acessíveis e utilizáveis por todas as pessoas, independentemente de idade, habilidade ou condição física. Essa abordagem é multidisciplinar e envolve aspectos de *design*, arquitetura, engenharia, psicologia, ergonomia e outras áreas.

A disciplina de introdução à engenharia elétrica aborda o “desenho universal” e as competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de introdução à engenharia elétrica, do eixo de ciências sociais, estão apresentadas na Tabela 6.39.

Tabela 6.39: Competências e habilidades em introdução à engenharia elétrica

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar as necessidades e demandas em projetos de engenharia elétrica, enunciar problemas e propor alternativas de solução, bem como reconhecer a importância do trabalho em equipe, planejamento e coordenação de atividades.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender os conceitos e métodos necessários para a execução de projetos de engenharia elétrica, desenvolvendo habilidades de comunicação oral e escrita, criação de alternativas, critérios para decisões e considerando aspectos técnicos, econômicos, sociais, ambientais e de segurança.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar os conhecimentos adquiridos para realizar projetos de engenharia elétrica, aplicando habilidades de planejamento, execução, desenvolvimento de soluções práticas, tomadas de decisão e mantendo uma postura ética.

A Tabela 6.40 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de introdução à engenharia elétrica, do eixo de ciências sociais. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.41 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.40: Competências das disciplinas de introdução à engenharia elétrica no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
0323100 (T)	2º	3	0	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.41: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
0323100	Introdução à Engenharia Elétrica	Clique aqui

6.4.4. Ciências aplicadas

As ciências aplicadas são um campo interdisciplinar que utiliza os conhecimentos teóricos das ciências básicas para resolver problemas práticos e desenvolver novas tecnologias. Esse campo abrange a aplicação direta dos princípios científicos para criar soluções inovadoras que atendam às necessidades da sociedade, melhorando a qualidade de vida e promovendo o desenvolvimento sustentável.

As ciências aplicadas envolvem o desenvolvimento e a aplicação de métodos e técnicas para investigação científica e desenvolvimento tecnológico. Elas abrangem os processos e procedimentos utilizados para formular hipóteses, realizar experimentos, coletar dados, analisar resultados e chegar a conclusões válidas no contexto da ciência e da tecnologia. A metodologia científica fornece uma estrutura sistemática para conduzir pesquisas, garantindo rigor e precisão na obtenção de novos conhecimentos. Já a metodologia tecnológica foca na aplicação prática desses conhecimentos, utilizando técnicas inovadoras para desenvolver soluções tecnológicas eficientes e eficazes. Juntas, essas metodologias são essenciais para a evolução contínua do conhecimento científico e para o avanço das inovações tecnológicas, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento de projetos de engenharia e outras áreas aplicadas.

6.4.4.1. Metodologia científica e tecnológica

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de metodologia científica e tecnológica, do eixo de ciências aplicadas, estão apresentadas na Tabela 6.42.

Tabela 6.42: Competências e habilidades em metodologia científica e tecnológica

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os métodos e técnicas para investigação científica e desenvolvimento tecnológico, incluindo os processos de formular hipóteses, realizar experimentos, coletar dados, analisar resultados e chegar a conclusões válidas.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a estrutura sistemática fornecida pela metodologia científica para conduzir pesquisas com rigor e precisão, bem como a aplicação prática dos conhecimentos pela metodologia tecnológica para desenvolver soluções tecnológicas eficientes e eficazes.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar os métodos e técnicas de investigação científica e desenvolvimento tecnológico para conduzir pesquisas rigorosas e aplicar conhecimentos para desenvolver soluções inovadoras em projetos de engenharia e outras áreas aplicadas.

A Tabela 6.43 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de metodologia científica e tecnológica, do eixo de ciências aplicadas. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.44 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.43: Competências das disciplinas de metodologia científica e tecnológica no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																						
				I.		II.				III.			IV.				V.			VI.			VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
0303541 (T)	9º	4	0																							
0303542 (T)	9º	4	0																							
0303543 (T)	9º	4	0	Essas disciplinas abordam, em maior ou menor grau, todas as competências e																						
0303544 (T)	10º	4	0	habilidades previstas pelas novas DCN																						
0303545 (T)	10º	4	0																							
0303546 (T)	10º	4	0																							

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.44: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
0303541	Tópicos de Pesquisa em Engenharia I	Clique aqui
0303542	Tópicos de Pesquisa em Engenharia II	Clique aqui
0303543	Tópicos de Pesquisa em Engenharia III	Clique aqui
0303544	Tópicos de Pesquisa em Engenharia IV	Clique aqui
0303545	Tópicos de Pesquisa em Engenharia V	Clique aqui
0303546	Tópicos de Pesquisa em Engenharia VI	Clique aqui

6.5. Eixo de conteúdos específicos

O eixo de conteúdos específicos é importante para a formação dos engenheiros eletricitas, porque aborda diretamente as técnicas fundamentais e os princípios que são aplicados na prática profissional. As competências desenvolvidas nas atividades de ensino-aprendizagem relacionadas a circuitos elétricos, eletromagnetismo, sistemas analógicos e digitais, sistemas de informação e controle constituem a base necessária para o desenvolvimento, implementação e manutenção de sistemas elétricos e eletrônicos.

- **Circuitos elétricos:** envolve a análise de componentes e suas interconexões, utilizando leis fundamentais como a Lei de Ohm e as Leis de Kirchhoff. Aplica-se na resolução de circuitos em corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA), destacando métodos de análise e simulação. Exemplos práticos incluem o *design* e diagnóstico de circuitos em dispositivos eletrônicos;
- **Eletromagnetismo:** abrange o estudo das leis de Maxwell, que descrevem o comportamento de campos eletromagnéticos, e suas aplicações práticas em dispositivos como transformadores e motores elétricos. A análise de fenômenos como indução magnética e propagação de ondas eletromagnéticas é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias de comunicação e energia;
- **Sistemas analógicos:** engloba o estudo de amplificadores, filtros e moduladores, com o foco na análise e *design* de circuitos que manipulam sinais analógicos. Destaca-se o papel dos sistemas analógicos em comunicação, instrumentação e controle de processos, com aplicações práticas em áudio, vídeo e telecomunicações.
- **Sistemas digitais:** inclui o estudo de circuitos lógicos e dispositivos como portas lógicas, flip-flops e registradores. A análise e *design* de sistemas digitais envolvem a implementação de algoritmos e estruturas de dados para computação e controle. Aplicações práticas abrangem áreas como microprocessadores, controladores digitais e eletrônica embarcada;
- **Sistemas de Informação:** envolve a análise de sistemas de comunicação, redes de computadores e bases de dados, com o foco na coleta, processamento, armazenamento e distribuição de informações. A aplicação prática inclui tecnologias de informação e comunicação, automação e sistemas de controle, proporcionando suporte eficiente para a tomada de decisões e operação de sistemas complexos;
- **Controle:** inclui técnicas de análise e *design* de controladores, utilizando métodos clássicos e modernos, tais como controle robusto e adaptativo. A aplicação de sistemas de controle é fundamental em áreas como robótica, automação industrial e controle de processos, assegurando desempenho e estabilidade em operações diversas.

6.5.1. Circuitos elétricos

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de circuitos elétricos, do eixo de conteúdos específicos, estão apresentadas na Tabela 6.45.

Tabela 6.45: Competências e habilidades em circuitos elétricos

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar conceitos básicos de bipolos, leis de Kirchhoff, técnicas de análise de redes, equações diferenciais lineares, transformadas de Laplace, aprendizado experimental de circuitos elétricos, operação de equipamentos de medição, teoremas de circuitos, análise de redes lineares e metodologias de análise de sistemas de potência.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a aplicação das leis de Kirchhoff, métodos de análise nodal e de malhas, propriedades e teoremas de redes lineares, funções de rede, resposta em frequência, instrumentação virtual, aquisição de sinais, e métodos de resolução de circuitos trifásicos equilibrados e desequilibrados.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos de análise de circuitos, simulação computacional, medição de impedâncias, operação de equipamentos de medição, e modelagem de sistemas de potência para resolver problemas práticos, realizar experimentos e aplicar técnicas de análise de sistemas de potência.

A Tabela 6.46 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de circuitos elétricos, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.47 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.46: Competências das disciplinas de circuitos elétricos no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PSI3211 (T)	3º	4	0			✓	✓		✓															✓	✓			
PSI3212 (L)	3º	4	1	✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓										✓	✓			
PSI3213 (T)	4º	4	0			✓	✓		✓															✓	✓			
PSI3214 (L)	4º	2	1	✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓										✓	✓			
PEA3301 (T)	5º	4	0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.47: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PSI3211	Circuitos Elétricos I	Clique aqui
PSI3212	Laboratório de Circuitos Elétricos	Clique aqui
PSI3213	Circuitos Elétricos II	Clique aqui
PSI3214	Laboratório de Instrumentação Elétrica	Clique aqui
PEA3301	Introdução aos Sistemas de Potência	Clique aqui

6.5.2. Eletromagnetismo e suas aplicações

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de eletromagnetismo e suas aplicações, do eixo de conteúdos específicos, estão apresentadas na Tabela 6.48.

Tabela 6.48: Competências e habilidades em eletromagnetismo e suas aplicações

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresen- tados	Identificar os conceitos fundamentais de fenômenos eletromagnéticos, princípios básicos da conversão eletromecânica de energia, transformadores, relações eletromecânicas, conversores eletromecânicos, balanço de energia, máquinas síncronas, máquinas de indução, motores de corrente contínua, e propagação de ondas eletromagnéticas, incluindo comportamentos em linhas de transmissão e problemas de reflexão e casamento de impedância.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a aplicação de fenômenos eletromagnéticos em problemas de engenharia elétrica, os princípios da conversão eletromecânica de energia e suas componentes, como transformadores, máquinas elétricas e conversores eletromecânicos, e a propagação de ondas eletromagnéticas em meios não limitados e linhas de transmissão, com ênfase em soluções em regime permanente para excitação senoidal e análise de problemas de reflexão e casamento de impedância.

Continua na próxima página

Tabela 6.48 – continuação da página anterior

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar os conhecimentos sobre fenômenos eletromagnéticos, conversão eletromecânica de energia e propagação de ondas eletromagnéticas para resolver problemas práticos de engenharia elétrica, realizar experimentos em laboratório, analisar comportamentos transitório e em regime permanente senoidal em linhas de transmissão, e aplicar técnicas para resolver problemas de reflexão e casamento de impedância.

A Tabela 6.49 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de eletromagnetismo e suas aplicações, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.50 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.49: Competências das disciplinas de eletromagnetismo e suas aplicações no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																							
				I.		II.				III.			IV.					V.	VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
PTC3213 (T)	4º	4	0			✓	✓		✓															✓	✓		
PEA3306 (T)	5º	4	0	✓	✓	✓	✓	✓		✓					✓	✓							✓	✓	✓	✓	
PEA3311 (L)	5º	3	0			✓	✓	✓	✓																		
PTC3314 (T)	6º	4	0	✓	✓	✓	✓		✓															✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.50: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PTC3213	Eletromagnetismo	Clique aqui
PEA3306	Conversão Eletromecânica de Energia	Clique aqui
PEA3311	Laboratório de Conversão Eletromecânica de Energia	Clique aqui
PTC3314	Ondas e Linhas	Clique aqui

6.5.3. Sistemas analógicos

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de sistemas analógicos, do eixo de conteúdos específicos, estão apresentadas na Tabela 6.51.

Tabela 6.51: Competências e habilidades em sistemas analógicos

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresen- tados	Identificar conceitos de amplificadores operacio- nais ideais e reais, diodos, transistores bipolares de junção (BJT), transistores MOSFET, circuitos de polarização, inversores CMOS, fontes de corrente, amplificadores cascode, amplificadores diferenci- ais, amplificadores de múltiplos estágios, e os ti- pos e propriedades da realimentação, bem como familiarizar-se com dispositivos eletrônicos reais, características experimentais de circuitos eletrôni- cos, e equipamentos de bancada.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender o funcionamento físico e caracterís- ticas elétricas dos diodos e transistores, a configu- ração e operação de amplificadores operacionais, BJT, MOSFET, inversores CMOS, e amplificadores di- ferenciais, além de entender as técnicas de reali- mentação e suas topologias, e desenvolver habi- lidades práticas em eletrônica básica, incluindo o uso de simuladores específicos e LabView.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos sobre amplificadores opera- cionais, diodos, BJT, MOSFET, e técnicas de reali- mentação para montar e analisar projetos eletrô- nicos básicos, realizar experimentos com dispositi- vos eletrônicos reais e circuitos eletrônicos, operar equipamentos de bancada e aplicar simuladores es- pecíficos para análise de circuitos, promovendo a familiarização com o uso do LabView.

A Tabela 6.52 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendi-
zagem de sistemas analógicos, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apre-

sentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.53 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.52: Competências das disciplinas de sistemas analógicos no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																							
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.				VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
PSI3321 (T)	5º	4	0	✓	✓	✓	✓		✓															✓	✓		
PSI3322 (T)	6º	4	0	✓	✓	✓	✓		✓															✓	✓		
PSI3323 (L)	6º	3	0	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓												✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.53: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PSI3321	Eletrônica I	Clique aqui
PSI3322	Eletrônica II	Clique aqui
PSI3323	Laboratório de Eletrônica I	Clique aqui

6.5.4. Sistemas digitais

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de sistemas digitais, do eixo de conteúdos específicos, estão apresentadas na Tabela 6.54.

Tabela 6.54: Competências e habilidades em sistemas digitais

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os conceitos básicos e técnicas de análise e síntese de circuitos digitais, os principais blocos funcionais de circuitos digitais (combinatórios e sequenciais), tecnologias de memórias, métodos de modelagem e verificação de sistemas, projeto estruturado de circuitos digitais, linguagens de descrição de sistemas, e arquitetura de processadores, além de familiarizar-se com instrumentação de bancada e processos de documentação de circuitos digitais.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender o funcionamento e características dos blocos funcionais de circuitos digitais, as técnicas de análise e síntese, a linguagem de descrição de hardware (HDL) para descrição, projeto e simulação de circuitos e sistemas digitais, métodos de modelagem e verificação de sistemas, e a arquitetura de processadores, incluindo o projeto de processadores monociclo.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos sobre circuitos digitais, HDL, tecnologias de memórias, modelagem e verificação de sistemas, e arquitetura de processadores para desenvolver e montar projetos de circuitos digitais, realizar observações práticas com dispositivos de eletrônica digital (FPGA e componentes discretos), treinar em depuração, trabalhar em grupo, e documentar circuitos digitais, promovendo a familiarização com instrumentação de bancada.

A Tabela 6.55 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendi-

dizagem de sistemas digitais, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.56 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.55: Competências das disciplinas de sistemas digitais no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																							
				I.		II.				III.			IV.					V.	VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b
PCS3115 (T)	3º	4	0	✓	✓				✓															✓	✓		
PCS3225 (T)	4º	4	0	✓	✓				✓															✓	✓		
PCS3335 (L)	5º	3	0	✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓										✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.56: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PCS3115	Sistemas Digitais I	Clique aqui
PCS3225	Sistemas Digitais II	Clique aqui
PCS3335	Laboratório Digital A	Clique aqui

6.5.5. Sistemas de informação

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de sistemas de informação, do eixo de conteúdos específicos, estão apresentadas na Tabela 6.57.

Tabela 6.57: Competências e habilidades em sistemas de informação

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os conceitos fundamentais de telecomunicações e a base teórica mínima para o processamento em tempo discreto de sinais, incluindo o uso de ferramentas computacionais para explorar aplicações concretas dos conceitos teóricos.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a importância das telecomunicações como ferramenta na solução de problemas em engenharia elétrica, e os princípios teóricos do processamento em tempo discreto de sinais, juntamente com suas aplicações práticas utilizando ferramentas computacionais.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar os conhecimentos sobre telecomunicações e processamento em tempo discreto de sinais para resolver problemas em suas respectivas especialidades, aplicando ferramentas computacionais para explorar e implementar soluções práticas baseadas nos conceitos teórico.

A Tabela 6.58 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de sistemas de informação, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.59 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.58: Competências das disciplinas de sistemas de informação no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PTC3360 (T)	6º	4	0	✓	✓	✓	✓		✓																✓	✓		
PTC3361 (T)	6º	2	0	✓	✓	✓	✓		✓																✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.59: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PTC3360	Introdução a Redes e Comunicações	Clique aqui
PTC3361	Introdução ao Processamento Digital de Sinais	Clique aqui

6.5.6. Controle

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de controle, do eixo de conteúdos específicos, estão apresentadas na Tabela 6.60.

Tabela 6.60: Competências e habilidades em controle

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os conceitos da teoria de sistemas e sinais, incluindo a introdução a sistemas e sinais, descrição entrada-saída de sistemas lineares invariantes no tempo de tempo contínuo, série de Fourier, transformada de Fourier, variáveis de estado e espaço de estados. Identificar também os conceitos básicos de engenharia de controle, como controle em malha aberta e fechada, modelagem de sistemas físicos, análise de resposta transitória, estabilidade, critérios de Routh-Hurwitz e Nyquist, métodos do lugar das raízes e de resposta em frequência, técnicas de projeto e compensação, e realizar experimentos de identificação e controle de sistemas.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a descrição e análise de sistemas e sinais em tempo contínuo usando séries e transformadas de Fourier, a descrição de sistemas por variáveis de estado e no espaço de estados, e os conceitos básicos de engenharia de controle, incluindo a modelagem de sistemas físicos, análise de resposta transitória e estabilidade, métodos do lugar das raízes e de resposta em frequência, e técnicas de projeto e compensação.

Continua na próxima página

Tabela 6.60 – continuação da página anterior

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos sobre sistemas e sinais, análise de Fourier, variáveis de estado, e conceitos de controle para modelar, analisar e projetar sistemas de controle, realizar experimentos de identificação de sistemas e aplicar técnicas de controle em sistemas reais, garantindo estabilidade e desempenho adequado através de métodos como o lugar das raízes, resposta em frequência e técnicas de compensação.

A Tabela 6.61 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de controle, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.62 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.61: Competências das disciplinas de controle no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PTC3307 (T)	5º	4	0	✓	✓	✓	✓		✓															✓	✓			
PTC3313 (T)	6º	4	0	✓	✓	✓	✓		✓															✓	✓			
PTC3312 (L)	6º	3	0	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓												✓	✓			

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.62: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PTC3307	Sistemas e Sinais	Clique aqui
PTC3313	Sistemas de Controle	Clique aqui
PTC3312	Laboratório de Controle	Clique aqui

6.6. Eixo de conteúdos profissionais

O eixo de conteúdos profissionais é essencial para a formação em engenharia de energia e automação elétricas. O desenvolvimento das competências e habilidades nas atividades de ensino-aprendizagem que envolvem os temas de energia, automação, máquinas elétricas, sistemas de potência, eletrônica de potência e instalações elétricas prepara os engenheiros para enfrentar os desafios específicos do setor e avançar tecnologicamente nessas áreas. Essas disciplinas garantem que os engenheiros estejam prontos para projetar, implementar e otimizar sistemas complexos de energia e automação, contribuindo para a eficiência e sustentabilidade do setor.

- **Energia:** aborda o estudo da geração, transmissão, distribuição e utilização da energia elétrica. Inclui o entendimento dos princípios de funcionamento e características de diferentes tipos de usinas, como hidrelétricas, termelétricas, nucleares, solares, eólicas e híbridas. Aborda a análise econômica, técnica e ambiental da integração dessas fontes no sistema elétrico interligado, e a gestão eficiente do uso da energia elétrica;
- **Automação de sistemas elétricos e industriais:** envolve a aplicação de sistemas embarcados e tecnologias avançadas para automação, controle, proteção e medição de sistemas elétricos de potência e industriais. Abrange áreas tecnológicas de sensores, controladores programáveis, sistemas supervisórios, redes de comunicação e técnicas de automação de subestações de energia elétrica. Inclui o desenvolvimento de projetos e a programação de controladores programáveis para sistemas industriais;
- **Máquinas elétricas e seus acionamentos:** estuda o comportamento de transformadores de potência e máquinas elétricas rotativas, como motores de corrente contínua, síncronos e assíncronos. Aborda os métodos de modelagem, partida, controle de velocidade e análise de funcionamento de máquinas em diferentes modos de operação. Inclui a aplicação de inversores de frequência, técnicas de acionamento e controle de máquinas elétricas em diversos contextos industriais;
- **Sistemas elétricos de potência:** foca na modelagem e análise de sistemas de potência, incluindo linhas de transmissão, equipamentos de compensação reativa e estabilidade de redes elétricas. Aborda a representação matricial de redes elétricas, cálculos de curto-circuito, fluxo de potência e estudos de estabilidade de tensão. Utiliza ferramentas computacionais para a simulação e análise de sistemas de potência, proporcionando uma compreensão aprofundada das operações e desafios dos sistemas elétricos interligados;
- **Eletrônica de potência:** estuda as topologias de conversores CA-CC, CC-CA e CA-

CA comutados pela rede e auto comutados, sua modelagem, projeto e impacto na qualidade de energia. Inclui a análise de funcionamento de conversores de frequência, fontes de alimentação e sistemas de controle de potência. Foca na aplicação prática desses dispositivos em sistemas elétricos e eletrônicos, abordando aspectos construtivos e técnicas de otimização para melhorar a eficiência e desempenho; e

- **Eletrotécnica e instalações elétricas:** envolve o projeto e análise de instalações elétricas de baixa e média tensão em áreas residenciais, prediais, comerciais e industriais. Aborda a alocação de cargas, dimensionamento de condutores e sistemas de proteção, especificação de sistemas de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas. Inclui a compreensão dos riscos e normas de segurança em instalações industriais, especialmente em áreas classificadas.

6.6.1. Energia

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de energia, do eixo de conteúdos profissionais, estão apresentadas na Tabela 6.63.

Tabela 6.63: Competências e habilidades em energia

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os princípios de funcionamento, características físicas e elétricas, tecnologias e viabilidade técnica e econômica de fontes geradoras de eletricidade, como centrais hidrelétricas, termelétricas e nucleares, além de sistemas solares, termo-solares, eólicos e híbridos de energia. Identificar também os conceitos fundamentais sobre o uso da energia, gestão de energia, segmentação do consumo e formas de armazenamento de energia.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender os aspectos técnicos e econômicos da integração de usinas hidrelétricas e termelétricas no sistema elétrico interligado, o funcionamento de sistemas solares fotovoltaicos e térmicos, células de combustível e energia eólica. Compreender também os usos finais da energia, gerenciamento e conservação de energia, metodologias de avaliação de recursos eólicos, planejamento da expansão do setor elétrico, e fundamentos teóricos da definição das tarifas de fornecimento de energia elétrica.

Continua na próxima página

Tabela 6.63 – continuação da página anterior

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos sobre fontes geradoras de eletricidade, sistemas de energia renovável, gerenciamento e conservação de energia, e armazenamento de energia para realizar experimentos e análises, desenvolver projetos práticos, elaborar diagnósticos energéticos, medir e verificar projetos de eficiência, e aplicar metodologias na avaliação de recursos eólicos e no planejamento da expansão do setor elétrico.

A Tabela 6.64 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de energia, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.65 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.64: Competências das disciplinas de energia no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PEA3420 (T)	7º	4	0	✓	✓	✓	✓	✓	✓							✓		✓				✓	✓	✓	✓			
PEA3430 (L)	8º	2	0	✓	✓	✓	✓	✓	✓							✓		✓				✓	✓					
PEA3440 (T)	8º	2	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓			
PEA3455 (T)+(L)	8º	4	0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓			
PEA3450 (T)	9º	4	0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓			
PEA3523 (T)	10º	4	0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓						✓	✓	✓	✓			
PEA3532 (T)	10º	4	0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓			
PEA3536 (T)	10º	2	0	✓	✓	✓	✓	✓	✓							✓		✓				✓	✓					

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.65: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PEA3420	Produção de Energia	Clique aqui
PEA3430	Laboratório de Energia	Clique aqui
PEA3440	Uso da Energia Elétrica	Clique aqui
PEA3455	Tópicos em Geração Distribuída	Clique aqui
PEA3450	Coleta e Armazenamento de Energia	Clique aqui
PEA3523	Introdução à Operação e à Comercialização em Sistemas Elétricos	Clique aqui
PEA3532	Avaliação de Recursos Eólicos	Clique aqui
PEA3536	Tópicos de Regulação do Setor Elétrico	Clique aqui

6.6.2. Automação de sistemas elétricos e industriais

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de automação de sistemas elétricos e industriais, do eixo de conteúdos profissionais, estão apresentadas na Tabela 6.66.

Tabela 6.66: Competências e habilidades em automação de sistemas elétricos e industriais

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os conceitos básicos associados aos sistemas embarcados modernos utilizados na automação, controle, proteção e medição de sistemas elétricos, bem como os conceitos de desenvolvimento de sistemas de automação industrial, sensores, controladores programáveis, sistemas supervisórios, redes de comunicação, sistemas de proteção de subestações de energia elétrica, instrumentação industrial e arquitetura de automação de subestações.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a seleção e aplicação de componentes básicos e tecnologias associadas à automação de sistemas elétricos de potência e à automação industrial, incluindo a análise e síntese de aplicativos para sistemas de eventos discretos utilizando redes de Petri, princípios de proteção de equipamentos primários em subestações, programação de controladores programáveis, e técnicas de medição e sistemas de aquisição e transmissão de dados.

Continua na próxima página

Tabela 6.66 – continuação da página anterior

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos sobre automação, controle, proteção e medição de sistemas elétricos, desenvolvimento de sistemas de automação industrial, e projetos de sistemas de proteção e automação de subestações de energia elétrica para realizar a seleção, aplicação, criação e desenvolvimento de novos equipamentos e dispositivos embarcados, realizar simulações computacionais, aplicar conceitos de automação e proteção em sistemas elétricos modernos, e programar controladores para aplicações típicas de células de manufatura e redes inteligentes de distribuição de energia elétrica.

A Tabela 6.67 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de automação de sistemas elétricos e industriais, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.68 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.67: Competências das disciplinas de automação de sistemas elétricos e industriais no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PEA3411 (T)	7º	2	0	✓	✓	✓	✓		✓	✓					✓	✓					✓	✓	✓	✓				
PEA3413 (T)	7º	2	0	✓	✓	✓	✓		✓	✓					✓	✓					✓	✓	✓	✓				
PEA3419 (T)	7º	2	0	✓	✓	✓	✓		✓	✓					✓	✓					✓	✓	✓	✓				
PEA3416 (T)	8º	2	0	✓	✓			✓	✓	✓					✓	✓					✓	✓	✓	✓				
PEA3418 (L)	8º	2	0	✓	✓			✓	✓	✓					✓	✓					✓	✓	✓	✓				
PEA3424 (T)	8º	2	0	✓	✓			✓	✓	✓					✓	✓					✓	✓	✓	✓				
PEA3527 (T)	9º	2	0	✓	✓	✓	✓		✓	✓					✓	✓					✓	✓	✓	✓				
PEA3540 (T)	10º	4	0	✓	✓			✓	✓	✓					✓	✓					✓	✓	✓	✓				
PEA3524 (L)	10º	4	0	✓	✓			✓	✓	✓					✓	✓					✓	✓	✓	✓				

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.68: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PEA3411	Introdução à Automação de Sistemas Elétricos	Clique aqui
PEA3413	Automação de Sistemas Industriais	Clique aqui
PEA3419	Tópicos de Sistemas Embarcados na Automação de Sistemas Elétricos Modernos	Clique aqui
PEA3416	Proteção e Automação de Sistemas Elétricos de Potência I	Clique aqui
PEA3418	Laboratório de Automação de Sistemas Industriais	Clique aqui
PEA3424	Proteção e Automação de Sistemas Elétricos de Potência II	Clique aqui
PEA3527	Introdução à Instrumentação Industrial	Clique aqui
PEA3540	Proteção e Automação de Sistemas Elétricos de Potência II	Clique aqui
PEA3524	Laboratório de Automação e Proteção de Sistemas Elétricos	Clique aqui

6.6.3. Máquinas elétricas e seus acionamentos

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de máquinas elétricas e seus acionamentos, do eixo de conteúdos profissionais, estão apresentadas na Tabela 6.69.

Tabela 6.69: Competências e habilidades em máquinas elétricas e seus acionamentos

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os conceitos associados ao comportamento de transformadores de potência monofásicos e trifásicos com carregamento equilibrado, máquinas elétricas rotativas de corrente contínua e síncronas em regime permanente, máquinas assíncronas ou de indução, normas e procedimentos de ensaios de máquinas elétricas, método dos elementos finitos para problemas elétricos e magnéticos, e acionamentos eletromecânicos industriais..
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender o funcionamento, modelos e características externas de transformadores de potência e máquinas elétricas rotativas, incluindo aspectos construtivos, métodos de partida, variação de velocidade e controle de conjugado para máquinas de indução, bem como os princípios do método dos elementos finitos para análise de equipamentos elétricos e eletromecânicos, e a coordenação entre características de carga e motor para acionamentos eletromecânicos industriais.

Continua na próxima página

Tabela 6.69 – continuação da página anterior

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos sobre transformadores de potência, máquinas elétricas rotativas, máquinas de indução, normas de ensaios, método dos elementos finitos, e acionamentos eletromecânicos para realizar análises de comportamento em regime permanente e transitório, aplicar métodos de partida e controle de velocidade, realizar simulações pelo método dos elementos finitos, e selecionar e especificar motores elétricos para aplicações industriais, levando em conta regimes de serviço, temperatura ambiente e transitórios de partida e frenagem.

A Tabela 6.70 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de automação de máquinas elétricas e seus acionamentos, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.71 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.70: Competências das disciplinas de máquinas elétricas e seus acionamentos no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PEA3400 (T)	7º	4	0	✓		✓	✓			✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓									
PEA3414 (T)	8º	2	0	✓		✓	✓			✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓									
PEA3405 (L)	8º	2	0			✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
PEA3513 (L)	9º	2	1	✓		✓	✓			✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓									
PEA3550 (T)	10º	4	0	✓		✓	✓			✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓									

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.71: Nomes das disciplinas e links para as ementas

Sigla	Nome	Link
PEA3400	Máquinas Elétricas I	Clique aqui
PEA3414	Máquinas Elétricas II	Clique aqui
PEA3405	Laboratório de Máquinas Elétricas	Clique aqui
PEA3513	Aplicação do Método dos Elementos Finitos em Problemas de Engenharia Elétrica	Clique aqui
PEA3550	Acionamentos Elétricos Industriais	Clique aqui

6.6.4. Sistemas elétricos de potência

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de sistemas elétricos de potência, do eixo de conteúdos profissionais, estão apresentadas na Tabela 6.72.

Tabela 6.72: Competências e habilidades em sistemas elétricos de potência

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar os modelos e conceitos básicos para estudos de sistemas de potência, incluindo a modelagem de linhas de transmissão, de equipamentos de compensação reativa, representação matricial de redes elétricas para cálculo de curto-circuito, fluxo de potência e estabilidade. Além disso, identificar as técnicas de otimização para problemas de engenharia elétrica.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a modelagem de linhas de transmissão, equipamentos de compensação reativa, formas de representação matricial de redes elétricas, e análise de problemas de curto-circuito, fluxo de potência e estabilidade. Também compreender as técnicas de otimização convencionais e heurísticas, como algoritmos genéticos, para minimizar perdas em redes elétricas e dimensionar equipamentos elétricos.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos sobre modelagem de componentes de sistemas de potência, representação matricial, análise de curto-circuito, fluxo de potência, e estabilidade, além de aplicar técnicas de otimização e ferramentas computacionais especializadas para realizar estudos de estabilidade de tensão em sistemas de transmissão, resolver problemas típicos de engenharia de potência, e projetar subestações de alta tensão e seus principais equipamentos.

A Tabela 6.73 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendi-

dizagem de sistemas elétricos de potência, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.74 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.73: Competências das disciplinas de sistemas elétricos de potência no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																											
				I.		II.				III.			IV.					V.					VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b				
PEA3410 (T)	7º	4	0	✓		✓	✓			✓	✓				✓										✓	✓					
PEA3417 (T)	8º	4	0		✓	✓	✓		✓			✓				✓															
PEA3406 (L)	8º	2	0		✓		✓					✓					✓														
PEA3408 (T)	8º	2	1		✓		✓					✓					✓														
PEA3422 (T)	8º	4	0		✓	✓	✓		✓			✓				✓															
PEA3503 (T)	9º	4	0	✓					✓		✓		✓			✓	✓	✓													
PEA3515 (T)+(L)	9º	4	0	✓		✓	✓		✓	✓					✓			✓							✓	✓					

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.74: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PEA3410	Sistemas de Potência I	Clique aqui
PEA3417	Sistemas de Potência II	Clique aqui
PEA3406	Laboratório de Sistemas de Potência	Clique aqui
PEA3408	Estabilidade de Tensão em Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica	Clique aqui
PEA3422	Métodos de Otimização Aplicados a Sistemas Elétricos	Clique aqui
PEA3503	Subestações e Equipamentos	Clique aqui
PEA3515	Modelagem de Componentes de Sistemas Elétricos de Potência para Cálculos Elétricos	Clique aqui

6.6.5. Eletrônica de potência

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de eletrônica de potência, do eixo de conteúdos profissionais, estão apresentadas na Tabela 6.75.

Tabela 6.75: Competências e habilidades em eletrônica de potência

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar as topologias de conversores CA-CC, CC-CA e CA-CA comutados pela rede e auto comutados, incluindo sua modelagem, projeto, aplicações e aspectos construtivos, bem como seu impacto na qualidade de energia.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender a modelagem e o projeto de conversores CA-CC, CC-CA e CA-CA comutados pela rede e auto comutados, além dos aspectos construtivos e das aplicações práticas desses conversores, e como eles afetam a qualidade de energia.
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos sobre conversores CA-CC, CC-CA e CA-CA para modelar, projetar e aplicar esses dispositivos em contextos práticos, realizar análises experimentais, e avaliar o impacto desses conversores na qualidade de energia, integrando aspectos teóricos e construtivos.

A Tabela 6.76 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de eletrônica de potência, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.77 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.76: Competências das disciplinas de eletrônica de potência no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PEA3489 (T)+(L)	7º	4	0	✓	✓	✓	✓	✓							✓	✓	✓					✓			✓			
PEA3490 (T)+(L)	8º	4	0	✓	✓	✓	✓	✓	✓						✓	✓			✓				✓		✓	✓		

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.77: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PEA3489	Eletrônica de Potência I	Clique aqui
PEA3490	Eletrônica de Potência II	Clique aqui

6.6.6. Eletrotécnica e instalações elétricas

As competências e habilidades, com relação ao nível de realização no domínio cognitivo e a habilidade demonstrada, das atividades de ensino e aprendizagem de eletrotécnica e instalações elétricas, do eixo de conteúdos profissionais, estão apresentadas na Tabela 6.78.

Tabela 6.78: Competências e habilidades em eletrotécnica e instalações elétricas

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
MEMORIZAR conteúdos apresentados	Identificar as noções básicas de projetos de instalações de baixa e média tensão em áreas residenciais, prediais, comerciais e industriais, os princípios de funcionamento e aplicação dos principais equipamentos utilizados nessas instalações, e os conceitos de áreas classificadas, incluindo a classificação de áreas e os riscos envolvidos.
COMPREENDER o significado dos conteúdos apresentados	Compreender os conceitos fundamentais para o projeto de instalações elétricas de baixa e média tensão, incluindo alocação das cargas, dimensionamento de condutores e proteção, especificação de sistemas de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas, comportamento térmico de condutores elétricos em diferentes condições de operação, e os processos de classificação de áreas, projeto, montagem, inspeção, manutenção, reparo e recuperação de instalações e equipamentos industriais em áreas classificadas.

Continua na próxima página

Tabela 6.78 – continuação da página anterior

Nível de realização no domínio cognitivo	Habilidade demonstrada
APLICAR o conteúdo em situações concretas de engenharia	Utilizar conhecimentos adquiridos para projetar e analisar instalações elétricas de baixa e média tensão, dimensionar condutores e sistemas de proteção, especificar sistemas de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas, avaliar o funcionamento de circuitos trifásicos equilibrados e desequilibrados, e garantir a operação segura de instalações industriais em áreas classificadas, aplicando normas e procedimentos adequados para mitigação de riscos.

A Tabela 6.79 apresenta as disciplinas que compõem as atividades de ensino e aprendizagem de eletrotécnica e instalações elétricas, do eixo de conteúdos específicos. Nessa tabela estão apresentadas as disciplinas e os respectivos números de créditos-aula e de créditos-trabalho, os períodos de oferecimento e as competências, de acordo com a referência (Ministério da Educação, 2019). A Tabela 6.80 apresenta os nomes das disciplinas e os respectivos *links* para as ementas no sistema da USP.

Tabela 6.79: Competências das disciplinas de eletrônica de potência no contexto das novas DCN

Sigla	Per	CA	CT	Competências das DCN																								
				I.		II.				III.			IV.					V.		VI.					VII.		VIII.	
				a	b	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	d	e	a	a	b	c	d	e	a	b	a	b	
PEA3401 (L)	7º	2	0	✓	✓	✓	✓	✓	✓						✓		✓						✓	✓	✓	✓		
PEA3402 (T)	7º	2	0	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓			✓		✓						✓	✓	✓	✓		
PEA3534 (T)	10º	2	0	✓	✓	✓				✓					✓													

Per: Período de oferecimento — CA: Crédito aula — CT: Crédito trabalho — (T) Teoria — (L): Laboratório

Tabela 6.80: Nomes das disciplinas e *links* para as ementas

Sigla	Nome	Link
PEA3401	Laboratório de Instalações Elétricas	Clique aqui
PEA3402	Instalações Elétricas	Clique aqui
PEA3534	Introdução às Instalações Elétricas em Áreas Classificadas	Clique aqui

6.7. Estágio curricular supervisionado

O estágio curricular supervisionado é uma etapa obrigatória do curso que objetiva proporcionar aos estudantes experiências práticas junto a empresas e instituições privadas ou públicas². O estágio busca integrar o conhecimento, as competências e as habilidades desenvolvidos ao longo do curso com a prática profissional, oferecendo aos alunos uma visão realista do ambiente de trabalho e dos desafios enfrentados pelos engenheiros durante sua prática profissional nos diversos setores. Esse estágio visa o desenvolvimento de competências e habilidades do ambiente corporativo, além da ampliação da capacidade de análise crítica. Ademais, objetiva confrontar os alunos com situações onde é necessário exercitar a ética profissional, a responsabilidade social e o compromisso com a sustentabilidade. Durante essa experiência, os alunos são incentivados a aplicar conceitos teóricos em projetos reais, estabelecer redes de contato profissional e compreender o funcionamento das empresas e das instituições onde atuam.

6.7.1. A disciplina de estágio supervisionado

A disciplina de estágio supervisionado da ênfase de Energia e Automação Elétricas, da habilitação em Engenharia Elétrica é a disciplina “PEA3600 – Estágio Supervisionado”. Essa disciplina oferece ao estudante a oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso em um ambiente profissional real. O estágio supervisionado é realizado em parceria com um empregador externo, proporcionando ao aluno uma experiência prática e enriquecedora. Durante o estágio, o aluno tem a oportunidade de enfrentar desafios e resolver problemas reais relacionados à sua área de estudo, sob a supervisão de profissionais experientes. Ao final do estágio, os alunos devem apresentar um relatório de suas atividades e experiências, e são avaliados tanto pelo empregador quanto por um professor do corpo docente do PEA, que é o supervisor do estágio.

O desempenho do aluno, estabelecido pelo seu empregador e pelo supervisor do PEA, resulta em uma nota. Quando essa nota se reflete na aprovação do aluno ele obtém um crédito aula, que faz parte do currículo da ênfase, e 180 horas de estágio.

6.7.2. Oportunidades de estágio

Os alunos podem realizar estágios em instituições ou empresas públicas ou privadas, incluindo empresas do setor elétrico e de automação, concessionárias de geração, transmissão e distribuição, empresas do setor de serviços, setor financeiro (por exemplo, Câmara

²As regras para participação em atividades de estágio estão detalhadas na Lei Federal nº 11.788, de 25/9/2008, e pelas normas complementares estabelecidas pela EPUSP. Os contratos de estágio estão sujeitos à legislação específica do Ministério do Trabalho e Emprego e, na EPUSP, eles são disciplinados por um Serviço de Estágios que garante a legalidade ao processo.

de Comercialização de Energia Elétrica). As atividades de estágio podem incluir análise e desenvolvimento de projetos de automação, manutenção de sistemas elétricos, pesquisa em eficiência energética, desenvolvimento de *softwares*, gestão de projetos de infraestrutura, consultoria em sustentabilidade, simulações computacionais de sistemas elétricos, testes e calibração de equipamentos, participação em iniciativas de inovação tecnológica e atividades no mercado financeiro, especialmente na comercialização de energia e análise de risco em investimentos no setor de energia. Essas atividades são apenas exemplos, e o estágio supervisionado pode incluir outras atividades, não estando restrito às citadas.

Os centros acadêmicos, no caso da engenharia elétrica, o Centro de Engenharia Elétrica e de Computação (CEE), o Grêmio Politécnico e a Empresa Júnior da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Polijr)³ se organizam junto com instituições e empresas que têm interesse em captar alunos para estágios e recrutar egressos. A Polijr, organiza anualmente o evento denominado “*Workshop Integrativo*”, em que diversas empresas oferecem estágios e oportunidades de recrutamento. No *Workshop Integrativo* de 2023, por exemplo, participaram 75 empresas com *stands* e cerca de 9000 alunos compareceram. Outras oportunidades também são oferecidas pela Associação de Ex-alunos da Escola Politécnica e pela Associação Amigos da Poli.

6.8. Projeto final do curso

O projeto final do curso da ênfase de Energia e Automação Elétricas da habilitação em Engenharia Elétrica é denominado Projeto de Formatura. O projeto de formatura é uma atividade de ensino-aprendizagem obrigatória, distribuída em duas disciplinas: “Projeto de formatura I – PEA3500” e “Projeto de formatura II – PEA3507”. Essa atividade é supervisionada por um professor orientador e coordenada por uma equipe de professores responsável pelas duas disciplinas.

O projeto de formatura proporciona aos alunos a oportunidade de aplicarem, de forma integrada, conhecimentos, competências e habilidades desenvolvidos ao longo do curso. É esperado que o projeto contribua para o desenvolvimento profissional dos alunos, fomentando a capacidade de investigação, o pensamento crítico e a habilidade de desenvolvimento de soluções para problemas de engenharia, nos contextos econômicos, sociais e ambientais em que elas se inserem.

Durante os dois semestres em que as disciplinas são oferecidas, os projetos são avaliados por meio de relatórios de progresso e de relatórios finais. Esses relatórios incluem a apresentação de conteúdo referente às atividades realizadas, como análise crítica da bibliografia consultada, apresentação da teoria utilizada, algoritmos empregados, diagramas de blocos e códigos de programa, resultados de simulação, medidas experimentais, da-

³<https://polijunior.com.br/>

dos coletados, etc. Esses constituem uma avaliação continuada do projeto, estimulando os alunos a trabalharem constantemente.

Os relatórios são avaliados pelos professores orientadores e pelos coordenadores e, ao final, os alunos apresentam seus trabalhos a uma banca examinadora composta por professores e especialistas. Durante essas apresentações, que são públicas, os estudantes expõem os seus resultados e compartilham experiências. As avaliações dos projetos de formatura levam em consideração a originalidade, o rigor científico, a qualidade da argumentação, a clareza da apresentação e a aderência às normas acadêmicas.

O programa da disciplina está associado à solução de problemas de engenharia elétrica, cujos temas são escolhidos pelos alunos em conjunto com professores orientadores. Para a elaboração dessa solução, os alunos empregam métodos de engenharia que envolvem pesquisa bibliográfica, aplicação de metodologia de projeto, execução de atividades experimentais, estudos e simulações, análise crítica de resultados e elaboração de documentação técnica. Durante as disciplinas os alunos devem:

- Aplicar e integrar as competências, habilidades e atitudes desenvolvidas durante o curso para concluir projeto;
- Planejar e gerenciar efetivamente o projeto, incluindo a elaboração de plano de trabalho detalhado e cronograma;
- Identificar e avaliar potenciais riscos, desenvolvendo estratégias proativas para mitigá-los;
- Gerenciar a divisão de tarefas e a administração de conflitos em colaboração com colegas de grupo;
- Monitorar continuamente o progresso do projeto, realizando ajustes conforme necessário para garantir a aderência ao plano estabelecido;
- Preparar e apresentar relatórios de progresso mensais e um relatório final de forma clara e concisa;
- Manter uma interação profissional e respeitosa com colegas de grupo e com os professores envolvidos no projeto, incluindo o professor orientador, que atua como consultor técnico, e o professor coordenador, que desempenha o papel de cliente do projeto;
- Aderir às normativas e prazos estabelecidos;
- Reconhecer a importância da aprendizagem contínua tanto para a execução eficaz do projeto quanto para o desenvolvimento pessoal e profissional;
- Demonstrar habilidade em comunicar os resultados finais do projeto oralmente, de maneira clara, concisa e efetiva; e

- Compreender e valorizar a importância de compartilhar os resultados do projeto com a comunidade acadêmica e profissional, por meio de congressos, publicações e outras formas de divulgação.

6.9. Atividades acadêmicas complementares

As atividades acadêmicas complementares⁴ visam enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, expandindo as habilidades e competências dos estudantes. Essas atividades incentivam a autonomia e a iniciativa dos alunos, viabilizando o desenvolvimento de uma visão crítica e ética, além de proporcionar um aprendizado diversificado que complementa sua formação em aspectos profissionais, científicos, sociais e culturais.

Na EPUSP, os alunos escolhem atividades que correspondam aos seus interesses, favorecendo o desenvolvimento de uma experiência acadêmica mais abrangente e significativa. As atividades acadêmicas complementares podem ser desenvolvidas nos eixos graduação, cultura e extensão universitária, ou pesquisa, permitindo o reconhecimento de habilidades e competências adquiridas tanto dentro quanto fora do ambiente universitário. Essas atividades incluem projetos de pesquisa e extensão, monitoria, módulos temáticos, seminários, simpósios, congressos, conferências, além de disciplinas oferecidas por outras instituições de ensino.

Os alunos ingressantes a partir de 2022 devem obter dois créditos-trabalho em atividades, o que corresponde a sessenta horas, podendo ser executadas em qualquer período do curso. A definição das atividades reconhecidas como atividades acadêmicas complementares, os créditos concedidos e os métodos de comprovação são detalhados em regulamento específico da Comissão de Graduação (CG)⁵ da EPUSP. Esse regulamento orienta os alunos quanto às alternativas disponíveis e os processos necessários para a validação das atividades, assegurando que a formação acadêmica seja integral e alinhada aos objetivos educacionais do curso.

Em resumo, as atividades acadêmicas complementares são componentes curriculares que possibilitam o reconhecimento de habilidades, conhecimentos e competências do aluno, incluindo a prática de atividades independentes, transversais, opcionais e de interdisciplinaridade, especialmente nas relações com o mundo do trabalho e com as ações de extensão junto à comunidade. Essas atividades são componentes curriculares enriquecedoras que não se confundem com estágio curricular supervisionado.

⁴As atividades acadêmicas complementares são obrigatórias nos cursos de graduação, de acordo com a Resolução CoG, CoCEX e CoPq N° 7788, de 26 de agosto de 2019.

⁵<https://www.poli.usp.br/institucional/comissoes-centrais/comissao-de-graduacao>

6.10. Atividades de extensão curricularizadas

A extensão é um meio essencial para aprimorar a qualidade da formação dos estudantes, promovendo a interação direta com a sociedade. Essa estratégia transformadora conecta teoria e prática, proporcionando aos estudantes a oportunidade de desenvolver habilidades e vivenciar uma educação mais rica e relevante. O termo extensão reflete um conceito educacional de destaque no meio universitário, ao promover o diálogo dos estudantes com a sociedade, por meio de práticas vivenciadas fora dos muros da USP que passam a ser integradas ao currículo acadêmico. Ao incorporar atividades como projetos de extensão, atividades sociais, cursos e oficinas voltados ao atendimento de demandas sociais e diversas outras possibilidades, a extensão permite aos estudantes uma formação mais completa. Isso alinha-se às necessidades da sociedade contemporânea e às demandas do mercado de trabalho, proporcionando uma educação que é tanto teoricamente sólida quanto praticamente aplicada.

Os alunos ingressantes na USP a partir do ano de 2023 devem realizar atividades de extensão curricularizadas, conforme estabelecido pela resolução nº 7 de 18 de dezembro de 2018, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação do Ministério da Educação e pela deliberação CEE 216/2023 do Conselho Estadual de Educação de São Paulo. A resolução define que:

A Extensão na Educação Superior Brasileira é a atividade que se integra à matriz curricular e à organização da pesquisa, constituindo-se em processo interdisciplinar, político educacional, cultural, científico, tecnológico, que promove a interação transformadora entre as instituições de ensino superior e os outros setores da sociedade, por meio da produção e da aplicação do conhecimento, em articulação permanente com o ensino e a pesquisa.

No artigo sétimo, a resolução estabelece que:

São consideradas atividades de extensão as intervenções que envolvam diretamente as comunidades externas às instituições de ensino superior e que estejam vinculadas à formação do estudante, nos termos desta Resolução, e conforme normas institucionais próprias.

Essas atividades possuem os seguintes objetivos:

- **Fortalecer a relação entre a universidade e a sociedade:** permitir que os estudantes interajam com a comunidade, contribuindo para seu desenvolvimento social e econômico e promovendo o bem-estar local por meio de projetos sustentáveis e éticos. Isso inclui iniciativas que visam a melhoria da qualidade de vida nas comunidades locais, com um enfoque especial em soluções ambientalmente responsáveis;

- **Desenvolver competências profissionais:** proporcionar aos estudantes oportunidades para aprimorar habilidades em trabalho em equipe, comunicação, liderança e resolução de problemas, além de competências interpessoais. Essas atividades preparam os alunos para demandas de mercado, como gestão de projetos e tomada de decisão, fundamentais na indústria moderna;
- **Contribuir para a formação integral:** estimular o desenvolvimento cidadão e humanístico dos estudantes, aplicando conhecimentos teóricos em contextos práticos. Isso envolve a aplicação de conceitos de ética, responsabilidade social e consciência ambiental;
- **Incentivar inovação e criatividade:** motivar os estudantes a desenvolverem soluções inovadoras para problemas reais e a explorar novas ideias e abordagens em seus projetos;
- **Promover interdisciplinaridade:** encorajar a colaboração entre diferentes áreas do conhecimento, formando profissionais capazes de lidar com problemas complexos e multifacetados;
- **Melhorar a empregabilidade:** oferecer oportunidades para criar redes de contatos profissionais e proporcionar experiências práticas, preparando os estudantes para futuros desafios profissionais; e
- **Apoiar a sustentabilidade:** promover o desenvolvimento sustentável e a preservação do meio ambiente.

As atividades de extensão curricularizadas alinham-se significativamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)⁶ da Organização das Nações Unidas (ONU)⁷. Integradas aos currículos acadêmicos, essas atividades promovem a interação entre a USP e as comunidades, incentivando a aplicação de conhecimentos acadêmicos em contextos reais. Isso facilita o cumprimento de metas como erradicação da pobreza, educação de qualidade e igualdade de gênero, conforme estipulado nos ODS.

Em particular, a extensão curricularizada fomenta a inovação e o desenvolvimento sustentável, em consonância com o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura). Ao envolver os estudantes em projetos que abordam desafios locais e globais, essas atividades contribuem para soluções inovadoras e sustentáveis, impactando positivamente o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis).

Além disso, ao enfatizar a sustentabilidade e a ética nos projetos de extensão, a universidade promove a educação para a cidadania e o desenvolvimento de uma cultura de paz e não-violência, alinhando-se ao ODS 4 (Educação de Qualidade). Também, ao incentivar a participação de todos os estudantes, independente de gênero, raça ou condição socioe-

⁶<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

⁷<https://brasil.un.org/pt-br>

conômica, as atividades de extensão apoiam o ODS 5 (Igualdade de Gênero) e o ODS 10 (Redução das Desigualdades).

Finalmente, a extensão em temas ligados à engenharia envolve práticas sustentáveis, essenciais para o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e para o ODS 15 (Vida Terrestre), promovendo a preservação ambiental e o uso eficiente de recursos naturais. Além disso, colaboram na inovação e desenvolvimento de tecnologias limpas. Essa atuação alinha a formação acadêmica com a responsabilidade socioambiental, formando profissionais comprometidos com um futuro sustentável.

6.11. Sistemática de avaliação

Nos cursos de engenharia da EPUSP, as metodologias de avaliação de cada componente curricular são definidas pelo docente responsável. Essas metodologias são alinhadas à avaliação das competências pretendidas na componente curricular e incluem a oferta de devolutivas para os alunos ao longo de todo o período. Dessa forma, os alunos têm tempo para buscar melhorias, enquanto o professor pode identificar se o aprendizado está progredindo conforme o esperado e agir em conformidade. Além disso, as metodologias de avaliação fornecem *feedback* aos alunos conforme a escolha do docente. As avaliações:

- Têm periodicidade definida pelo docente;
- São diversificadas, para avaliar competências diferentes dos estudantes; e
- São realizadas sob diferentes perspectivas, seja individualmente, em grupo, pelo próprio aluno ou por seus pares, permitindo assim a avaliação das diversas competências envolvidas nas componentes curriculares.

As metodologias de avaliação utilizadas nos cursos da EPUSP são:

- **Avaliação diagnóstica:** é utilizada para identificar o conhecimento dos estudantes sobre determinado assunto, suas habilidades, ou mesmo para esclarecer conceitos antes que proceder com as atividades de ensino e aprendizagem. Os resultados da avaliação diagnóstica permitem planejar melhor o processo. Exemplos desse tipo de avaliação incluem pré-testes, atividades pré-laboratório, autoavaliações, respostas em fóruns de discussão e entrevistas breves com os alunos;
- **Avaliação formativa:** é aplicada para monitorar o progresso da aprendizagem em tempo real, permitindo ao aluno entender seu desempenho por meio de devolutivas e reagir à situação com revisões e melhorias. Exemplos de avaliação formativa incluem atividades em sala de aula, sessões de perguntas e respostas, exercícios para exames, cadernos de anotações, avaliações por pares, autoavaliações, entrevistas, apresentações e relatórios; e

- **Avaliação somativa:** é empregada para avaliar a aprendizagem ao final de um determinado tema, assunto ou período, determinando a progressão do aluno no curso. Geralmente, essa avaliação não envolve ações subsequentes do aluno ou do docente. Exemplos de avaliação somativa incluem exames, projetos de final de curso, apresentações, avaliações do curso pelos alunos e autoavaliações do aluno ou do corpo docente.

Além disso, as avaliações são realizadas sob diferentes perspectivas, seja individualmente, em grupo, pelo próprio aluno ou por seus pares, além do corpo docente, permitindo a avaliação das diversas competências envolvidas nas componentes curriculares. Determinadas competências podem ser melhor avaliadas pelos pares, como em trabalhos em grupo, enquanto outras podem ser avaliadas pelo próprio aluno, aumentando sua autonomia e conhecimento sobre o assunto.

Nesse contexto, as formas de avaliação utilizadas na ênfase de Energia e Automação Elétricas da habilitação Engenharia Elétrica são variadas e abrangem diferentes métodos para avaliar o desempenho e o aprendizado dos alunos. Entre as formas majoritárias estão:

- **Relatórios:** relatórios são documentos escritos pelos alunos onde descrevem os procedimentos, resultados e conclusões de uma determinada atividade prática, experimento ou projeto. Eles permitem que os alunos demonstrem sua compreensão dos conceitos teóricos aplicados e sua capacidade de análise crítica;
- **Provas dissertativas e exercícios:** provas dissertativas e exercícios consistem em questões abertas que exigem dos alunos uma resposta estruturada, permitindo a avaliação da sua capacidade de argumentação, raciocínio lógico e aplicação dos conhecimentos adquiridos. Este tipo de avaliação favorece a avaliação aprofundada dos temas estudados;
- **Atividades práticas:** atividades práticas envolvem a aplicação dos conhecimentos teóricos em situações reais ou simuladas. Estas atividades podem incluir experimentos de laboratório, construção de protótipos ou a execução de tarefas específicas relacionadas ao curso. Elas ajudam a avaliar o aprendizado através da experiência prática;
- **Projetos:** projetos são atividades que desafiam os alunos a resolver problemas complexos utilizando os conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Eles envolvem planejamento, execução e apresentação de uma solução para um problema real ou hipotético, incentivando o trabalho em equipe e o desenvolvimento de habilidades práticas e teóricas; e
- **Outras formas:** além das formas majoritárias, há outras formas de avaliação que

são utilizadas de forma complementar pelos professores do departamento. Dentre essas formas, pode-se destacar:

- Apresentação de seminários e trabalhos orais: os alunos preparam e apresentam seminários ou trabalhos sobre temas específicos, demonstrando suas habilidades de comunicação e aprofundando seus conhecimentos.
- Monografias: trabalhos individuais que exigem pesquisa sobre um tema específico, permitindo a avaliação da capacidade de investigação e escrita acadêmica;
- Simulações computacionais: uso de *softwares* para simular situações e resolver problemas complexos, permitindo a aplicação prática de conceitos teóricos;
- Visitas técnicas: avaliações baseadas na observação e análise de processos e ambientes reais durante visitas a empresas ou instalações; e
- Demonstrações práticas ou análise de casos reais: atividades que envolvem a demonstração de habilidades práticas em laboratório ou a resolução de problemas reais.

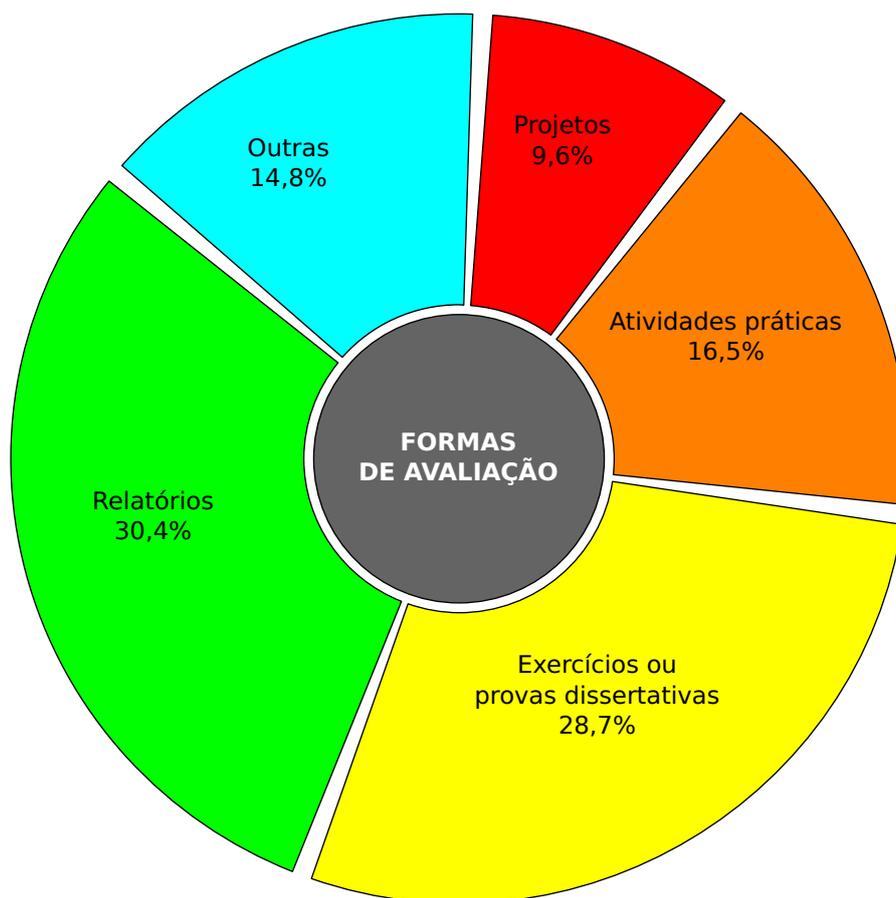


Figura 6.3: Formas de avaliação da ênfase de Energia e Automação Elétricas

A Figura 6.3 foi obtida por meio da análise das formas de avaliação empregadas nas disciplinas da ênfase de Energia e Automação Elétricas oferecidas pelo PEA. Essa Figura

destaca o caráter abrangente e multimodal das avaliações conduzidas nessa ênfase. Majoritariamente, as avaliações são compostas por provas dissertativas, exercícios e relatórios de laboratório, mas também há espaço para outras formas de avaliação, que enriquecem e diversificam os métodos utilizados.

7

Processo de autoavaliação e gestão de aprendizagem

A gestão de aprendizagem permite planejar, organizar, dirigir e controlar as atividades educacionais para garantir que os objetivos de aprendizagem do curso de Energia e Automação da EPUSP sejam alcançados (PONOCKO et al., 2024). A USP organiza a gestão do ensino de graduação através da Pró-Reitoria de Graduação (PRG)¹, responsável pela idealização, planejamento, acompanhamento e avaliação dos cursos de graduação. A PRG implementa as diretrizes de graduação definidas pelos Conselhos Centrais, regulando o funcionamento dos cursos oferecidos pela universidade.

O Conselho de Graduação (CoG)², um dos Conselhos Centrais da USP, desempenha um papel fundamental na gestão da graduação. Suas funções incluem deliberar sobre a criação e organização de novos cursos, propor ao Conselho Universitário o número de vagas para cada curso, decidir sobre a forma de ingresso nos cursos de graduação, estabelecer diretrizes para o vestibular, fixar o calendário escolar anual e estabelecer normas para a revalidação de diplomas estrangeiros, entre outras.

Na EPUSP, a gestão dos cursos é realizada pela CG. Cada curso também tem um colegiado, a Comissão Coordenadora de Curso (CoC). Questões específicas dos cursos são definidas pelas CoC, que também propõem melhorias nos cursos e supervisionam sua execução, submetendo as decisões à aprovação pela CG, conforme orientações da Pró-reitoria de Graduação. A coordenação e vice-coordenação da CG são eleitas a cada três

¹<https://prg.usp.br/>

²<https://prg.usp.br/conselho-de-graduacao-cog/>

anos pela Congregação, e os quatro representantes discentes são eleitos anualmente pelos pares. Os membros das CoC e seus suplentes são eleitos a cada três anos pelos membros dos Conselhos de Departamento e têm ainda em sua composição representantes discentes (um titular e um suplente) eleitos anualmente por seus pares. O Ciclo Básico do curso, constituído por disciplinas comuns a todos os cursos da EPUSP, dispõe de uma administração própria que cuida de aspectos acadêmicos e de infraestrutura física.

O processo de autoavaliação permite examinar a eficácia do processo educacional. Nos cursos da EPUSP são utilizados diversos métodos, como avaliações de ensino pelos estudantes, pesquisas de *feedback* no início e no meio do curso, etc. Essas metodologias ajudam a garantir a qualidade do ensino e a promover a melhoria contínua das práticas educacionais, alinhando-se com os objetivos de gestão de aprendizagem da USP.

O PEA, por meio dos seus docentes, faz acompanhamento dos seus egressos identificar demandas de formação do engenheiro de Energia e Automação Elétricas, compreender a percepção do mercado de trabalho sobre as competências e habilidades egresso formado na EPUSP, e para analisar a sua inserção no mercado de trabalho. Essas iniciativas, ainda que não institucionalizadas no nível do departamento, permitem fortalecer o relacionamento com os egressos e melhorar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem.

7.1. Gestão da aprendizagem

Os docentes do PEA reconhecem a importância da gestão da aprendizagem para atender às exigências de um ambiente educacional dinâmico, visando o desenvolvimento efetivo de competências e habilidades. Este processo é elementar para formar estudantes que atendam ao perfil profissional desejado. A gestão da aprendizagem no PEA abrange diversos componentes, cada um contribuindo para a eficiência do processo educativo. São eles:

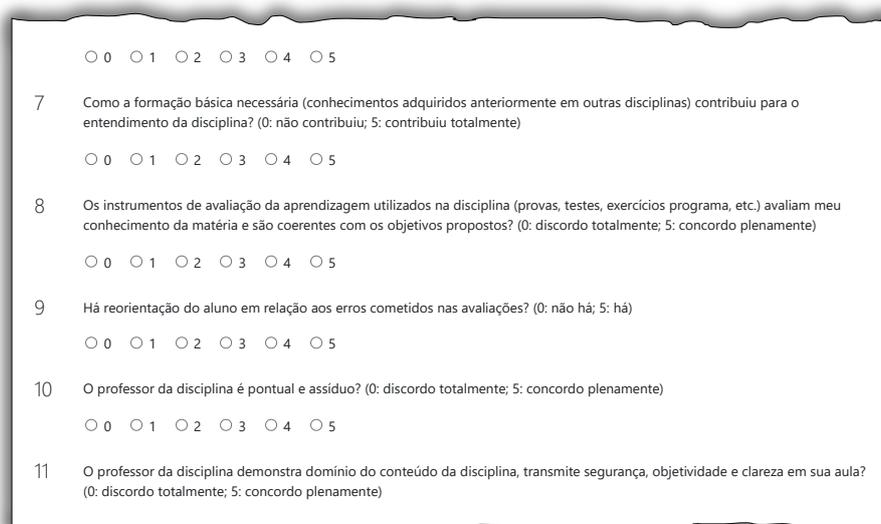
- Planejamento curricular: envolve o aprimoramento e a atualização dos currículos das atividades de ensino-aprendizagem, que atendam às exigências acadêmicas e regulamentares, adaptados às necessidades e aos interesses dos alunos;
- Desenvolvimento de recursos: inclui a criação e a curadoria de materiais didáticos que apoiam os métodos de ensino;
- Metodologias de ensino: implementação das estratégias de ensino que promovam uma aprendizagem ativa e envolvente;
- Avaliação: medição da eficácia do ensino e da profundidade da aprendizagem dos estudantes por meio de várias formas de avaliação;
- Tecnologia educacional: uso de sistemas de gestão de aprendizagem, plataformas educativas e ferramentas digitais;

- Suporte ao estudante: provimento de orientação acadêmica e recursos de aprendizagem; e
- Capacitação profissional do docente: atualização e capacitação contínua dos professores e por meio de cursos de formação, *workshops*, etc.

7.2. Autoavaliação

As disciplinas da ênfase de Energia e Automação Elétricas da habilitação de Engenharia Elétrica são amplamente avaliadas pelos estudantes ao final do semestre, utilizando questionários nos quais os alunos analisam diversos aspectos das aulas e dos professores, como clareza, organização, conhecimento do conteúdo e habilidades de comunicação. Esse método é vantajoso, pois proporciona *feedback* direto dos alunos e permite identificar áreas específicas de melhoria. No entanto, as respostas podem ser influenciadas por fatores não relacionados ao ensino, como a dificuldade da disciplina e até mesmo da habilitação, além de tenderem a refletir opiniões subjetivas dos alunos. Os questionários são anônimos para garantir a honestidade e a liberdade dos alunos em expressar suas opiniões sem receio de retaliações. Além disso, os questionários são similares nas disciplinas, proporcionando uma consistência na avaliação entre diferentes cursos. Algumas disciplinas aplicam os formulários na última aula, permitindo discutir os pontos levantados e propor melhorias para os novos oferecimentos.

Normalmente, o questionário está disponível aos alunos pela plataforma Moodle USP, no endereço Moodle USP: e-Disciplinas. A figura 7.1 ilustra parcialmente um dos questionários de avaliação das atividades de ensino e aprendizagem. No Apêndice A encontra-se um questionário exemplo completo.



○ 0 ○ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5

7 Como a formação básica necessária (conhecimentos adquiridos anteriormente em outras disciplinas) contribuiu para o entendimento da disciplina? (0: não contribuiu; 5: contribuiu totalmente)

○ 0 ○ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5

8 Os instrumentos de avaliação da aprendizagem utilizados na disciplina (provas, testes, exercícios programa, etc.) avaliam meu conhecimento da matéria e são coerentes com os objetivos propostos? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)

○ 0 ○ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5

9 Há reorientação do aluno em relação aos erros cometidos nas avaliações? (0: não há; 5: há)

○ 0 ○ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5

10 O professor da disciplina é pontual e assíduo? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)

○ 0 ○ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5

11 O professor da disciplina demonstra domínio do conteúdo da disciplina, transmite segurança, objetividade e clareza em sua aula? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)

Figura 7.1: Parte de questionário de avaliação da disciplina pelos estudantes

7.3. Acompanhamento dos egressos

No final do ano de 2016, foi lançado o portal Alumni USP³, com o objetivo de reunir todos os antigos alunos de graduação e pós-graduação da universidade. A partir de 2018, o portal Alumni USP integrou o Programa Alumni USP, criado pela Reitoria conforme a resolução nº 7511 de 16 de abril de 2018.

Segundo a ex-coordenadora e professora da Faculdade de Odontologia, Marina Helena Cury Gallottini:

Esse é um projeto inovador, uma vez que o portal não quer apenas gerar estatísticas sobre os antigos alunos, mas também acolhê-los por meio de ferramentas atrativas, melhorar o relacionamento da USP com esse público e mostrar para a sociedade a contribuição da Universidade na formação de seus alunos.

Essa plataforma, que foi desenvolvida pela Superintendência de Tecnologia da Informação (STI)⁴ da USP em parceria com dois alunos do programa de pós-graduação da EPUSP e sob a coordenação do Escritório Alumni USP, tem a missão de criar uma rede de antigos alunos para proporcionar contato entre colegas, *networking*, oportunidades de trabalho, educação continuada e outras vantagens que serão constantemente oferecidas.

Além dessa iniciativa institucional da USP, os egressos dos cursos de graduação da EPUSP são acompanhados pela Associação de Engenheiros Politécnicos (aep)⁵, que mantém vínculos com ex-alunos por meio de eventos, redes de contatos e parcerias.

³<https://www.alumni.usp.br/>

⁴<https://www5.usp.br/keywords-s/sti/>

⁵<https://politecnicos.org.br/>

8

Corpo docente

8.1. Perfil do corpo docente

O corpo docente da EPUSP é inteiramente composto por doutores, sendo o doutorado um pré-requisito para ingresso na carreira. Grande parte desses profissionais trabalha em regime de dedicação integral à docência e à pesquisa na USP¹, o que significa que atuam não apenas no ensino de graduação, mas também em pesquisa e extensão. A maioria dos docentes possui experiência internacional e coordena ou participa de projetos de pesquisa tecnológica com empresas privadas e públicas.

Uma parte dos docentes do departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas trabalha em regime de turno parcial ou regime de turno completo. Esses docentes ocupam posição de destaque em outras instituições e empresas, trazendo uma visão complementar às atividades de ensino e aprendizagem, enriquecendo-os com experiências práticas profissionais.

Além disso, a colaboração com os setores produtivos é prática comum, facilitando a inserção dos alunos no mercado de trabalho e fortalecendo a relação entre a universidade e o meio externo. Por fim, os docentes estão engajados na orientação de trabalhos acadêmicos e em atividades de extensão universitária, promovendo uma formação abrangente e de alta qualidade para os estudantes.

¹<https://leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-7271-23-de-novembro-de-2016>

8.2. Plano de carreira e avaliação do docente

O plano de carreira docente na USP incentiva o desenvolvimento contínuo dos professores, desde a entrada até o topo da carreira. A estrutura é dividida em três categorias: Professor Doutor, Professor Associado e Professor Titular.

O Professor Doutor é a posição inicial. Para ingressar, é necessário ter o título de doutor e ser aprovado em um concurso público que envolve avaliação de títulos, prova escrita, prova didática e defesa de memorial. As responsabilidades incluem ministrar aulas, conduzir pesquisas e atuar em extensão universitária. O Professor Doutor pode ser promovido a Professor Associado após realizar contribuições significativas em pesquisa, ensino e extensão. Para isso, deve ser aprovado em um concurso público com tese ou conjunto de trabalhos que representem uma contribuição notável à área.

O Professor Associado pode, após cumprir os requisitos e contribuir significativamente, concorrer a Professor Titular, o topo da carreira. O Professor Titular lidera pesquisas e impulsiona o desenvolvimento acadêmico do departamento a que está ligado.

Além dessa progressão vertical, há a progressão horizontal, que permite avançar dentro da mesma categoria. A progressão horizontal é baseada em critérios objetivos que avaliam o desempenho no ensino, pesquisa, extensão e em atividades administrativas. As avaliações consideram relatórios e documentos comprobatórios.

A progressão horizontal oferece reconhecimento profissional e aumento salarial, incentivando comprometimento acadêmico contínuo. Isso mantém os docentes motivados e engajados, mesmo sem progressão vertical disponível, retendo talentos e mantendo o padrão acadêmico. A progressão horizontal é vital para a carreira na USP, valorizando o crescimento contínuo e promovendo excelência acadêmica e inovação, e ela ocorre mediante parecer de comissão externa, levando em conta o empenho do docente na melhoria do ensino, pesquisa, extensão e gestão universitária.

Na década de 2010, a USP implementou um planejamento estratégico no qual os docentes submetem um planejamento de suas atividades em ensino, pesquisa e extensão por um período de quatro anos. As atividades devem ser consistentes com o projeto acadêmico do departamento onde atuam e da EPUSP. Atualmente, está em elaboração o projeto acadêmico da EPUSP para o período 2023-2027.

Por fim, os professores são avaliados periodicamente para progresso na carreira. A USP incentiva os docentes a aprimorarem habilidades por meio de cursos, seminários e conferências, conforme detalhado na próxima seção.

8.3. Programas de capacitação

A atualização e capacitação contínua dos professores é uma prioridade na USP e na EPUSP, com incentivos para participação em congressos, *workshops* e cursos de atualização. Assim como as pró-reitorias de graduação e de pós-graduação da USP oferecem regularmente oportunidades para treinamento de seus docentes a EPUSP também oferece. Esses eventos valorizam a participação de profissionais externos à USP, que podem contribuir com visões complementares. Ademais, há editais para financiamento de ações de melhoria de ensino, nos dois âmbitos citados, além das oportunidades oferecidas pela Associação Amigos da Poli.

A EPUSP tem oferecido treinamentos para os seus docentes, como o curso ministrado pelo professor Marcos Masetto, especialista em ensino superior da Faculdade de Educação da USP, e o curso “Educação *online* para professores” oferecido pelos professores Edson Fregni, Antonio Carlos Seabra e Bruno Albertini. Setenta e nove docentes participaram da edição de 2024 desse curso, dentre os quais setenta e dois são docentes da EPUSP.

A CG da EPUSP tem incentivado e participado ativamente das edições do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), organizados pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE)², onde ocorrem apresentações de trabalhos e discussões sobre o perfil e a capacitação de professores de engenharia. Além do COBENGE, a EPUSP mantém uma presença relevante no Congresso de Graduação promovido pela Pró-Reitoria de Graduação, assim como em linhas de pesquisa ligadas à educação de engenharia, impactando diretamente nos métodos de ensino-aprendizagem praticados pelos professores.

A EPUSP também esteve ativamente envolvida na elaboração das novas Diretrizes Curriculares de Engenharia de 2019, que incluem a implantação de programas continuados de capacitação docente nas escolas de engenharia e a valorização desta atividade na progressão da carreira docente.

²<https://www.abenge.org.br/>

Referências Bibliográficas

BARROS-ESTRELLA, F. E. et al. Uma experiência no desenvolvimento de uma sala de informática disponível 24 horas por dia uma iniciativa dos alunos. *Anais do XXXIV COBENGE*, Ed. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Sep 2006. 23

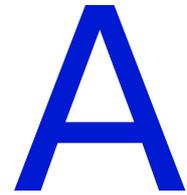
BLOOM, B. S. et al. *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. [S.l.]: Longman New York, 1956. 70

CERASOLI, J. F. Escola politécnica de são paulo: engenharias políticas no ensino superior paulista nos inícios republicanos. *Revista Brasileira de Inovação*, SciELO Brasil, v. 17, n. 01, p. 201–220, 2018. 13

MASIA, B. B.; BLOOM, B. S. et al. *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook ii: Affective domain*. McKay,, 1964. 70

Ministério da Educação. *Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019*. 2019. <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>>. Acessado em: 8 maio 2024. 24, 25, 70, 75, 77, 79, 81, 83, 85, 88, 90, 92, 94, 96, 100, 102, 105, 108, 111, 114, 117, 119, 122, 127, 130, 134, 137, 139, 142

PONOCKO, J. et al. *Innovative Teaching Methods for Modern Power and Energy Systems (TR 120)*. [S.l.], 2024. 154



Questionário de avaliação de disciplina

O questionário de avaliação tipicamente utilizado na disciplina possui as perguntas a seguir.

Questionário de avaliação da disciplina

- 1 * Conheço os objetivos do meu curso de engenharia? (0: desconheço totalmente; 5: conheço plenamente)
 0 1 2 3 4 5
- 2 * O plano de ensino da disciplina (objetivos, conteúdo, metodologia, instrumentos e critérios de avaliação e bibliografia) foi apresentado aos alunos? (0: não apresentados; 5: apresentados plenamente)
 0 1 2 3 4 5
- 3 * O conteúdo abordado na disciplina é adequado aos objetivos do meu curso de engenharia e minha formação profissional? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)
 0 1 2 3 4 5
- 4 * A organização dada aos conteúdos da disciplina e a metodologia utilizada facilitam sua compreensão e aprendizagem? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)
 0 1 2 3 4 5
- 5 * Como você considera o material didático recomendado (livros, apostilas, notas de aula, etc.)? (0: muito ruim; 5: muito bom)
 0 1 2 3 4 5
- 6 * O conteúdo da disciplina está sendo cumprido? (0: descumprido totalmente; 5: cumprido plenamente)
 0 1 2 3 4 5
- 7 * Como a formação básica necessária (conhecimentos adquiridos anteriormente em outras disciplinas) contribuiu para o entendimento da disciplina? (0: não contribuiu; 5: contribuiu totalmente)
 0 1 2 3 4 5
- 8 * Os instrumentos de avaliação da aprendizagem utilizados na disciplina (provas, testes, exercícios programa, etc.) avaliam meu conhecimento da matéria e são coerentes com os objetivos propostos? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)
 0 1 2 3 4 5
- 9 * Há reorientação do aluno em relação aos erros cometidos nas avaliações? (0: não há; 5: há)
 0 1 2 3 4 5
- 10 * O professor da disciplina é pontual e assíduo? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)
 0 1 2 3 4 5
- 11 * O professor da disciplina demonstra domínio do conteúdo da disciplina, transmite segurança, objetividade e clareza em sua aula? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)
 0 1 2 3 4 5
- 12 * O relacionamento professor-estudante favorece o processo ensino-aprendizagem (o professor esclarece as dúvidas, tem respeito e controle da classe)? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)
 0 1 2 3 4 5
- 13 * Tenho sido incentivado a participar, discutir e expressar minhas ideias na disciplina? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)
 0 1 2 3 4 5

0 1 2 3 4 5

14 Sou assíduo e pontual às aulas? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)

0 1 2 3 4 5

15 Quanto tempo tenho me dedicado para estudar fora da sala de aula?

Quase nada Só véspera de prova Até duas horas por semana De duas a quatro horas por semana
 Mais de quatro horas por semana

16 Independentemente do meu desempenho acadêmico (notas), tenho apresentado bom desempenho na aula? (0: discordo totalmente; 5: concordo plenamente)

0 1 2 3 4 5

17 Qual a contribuição da frequência às aulas para o meu aprendizado? (0: não contribui; 5: contribui totalmente)

01 2 3 4 5

18 Quais são os pontos fracos da disciplina?



19 Quais são os pontos fortes da disciplina?



20 Deseja adicionar alguma informação?



Fechar esta janela