



São José dos Campos, julho de 2025

PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO
DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE SISTEMAS

- 2025 -



Apresentação

Este documento descreve o Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Engenharia de Sistemas, instrumento que orienta a gestão acadêmica do curso, de forma alinhada ao perfil e às necessidades atuais de formação de um Engenheiro, em especial de um Engenheiro de Sistemas.

Com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia (DCNs), normativas do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e diretrizes de ensino da Força Aérea Brasileira (FAB), o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) apresenta seus fundamentos conceituais que direcionam a estrutura curricular do curso, visando à formação do egresso alinhada ao perfil profissional desejado para Engenheiros Militares e Engenheiros Civis. Este documento também define concepções pedagógicas e metodológicas, bem como a estratégia para o ensino, aprendizagem e avaliação dos estudantes.

Ao construir o curso, é necessário primeiro refletir a identidade do ITA, costumaz formador do “engenheiro de concepção” – engenheiro responsável por conduzir a primeira fase do ciclo de vida de desenvolvimento. No início do ciclo de vida, o engenheiro precisa ser capaz de entender o que precisa ser engenheirado e realizar transformação do domínio do problema para o domínio da solução. A partir dessa identidade, visando melhor integrar este Projeto Pedagógico de Curso ao seu contexto, serão apresentados neste documento uma introdução do que é a Engenharia de Sistemas, bases filosóficas e conceitos fundamentais, contextualização da área e suas demandas profissionais que definem o perfil profissional do egresso, princípios metodológicos a fim de configurar os percursos curriculares – estrutura curricular, estratégias de ensino e formas de avaliação e acompanhamento da aprendizagem e do curso.

Este projeto pedagógico define o tipo de ação educativa a ser adotada em função do perfil esperado do egresso do curso de Graduação em Engenharia de Sistemas do Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Trata-se de um planejamento participativo envolvendo uma construção coletiva e que deve ser utilizado como instrumento para intervenção e mudanças. É uma construção dinâmica e, portanto, nunca definitivo.

Sumário

1. Introdução	5
2. Apresentação do Curso.....	7
2.1 História da Engenharia de Sistemas	8
2.2 Bases filosóficas e definições	10
2.3. Missão	12
2.4 Legislação (Exemplo no PPCOMP 2020, PPAESP 2020 e PPAER 2020)	12
3. Perfil Profissional	13
3.1. Carreira de Engenheiro de Sistemas e o INCOSE	13
3.2. Corpo de Conhecimento da Engenharia de Sistemas publicado pelo INCOSE	14
3.3. Caracterização do Perfil.....	19
3.4. Mercado de Trabalho	20
4. Estrutura do Curso de Engenharia de Sistemas	21
4.1. Proposta Pedagógica	23
4.2. Grade Curricular.....	30
4.2.2. Estágio Curricular Supervisionado	33
4.2.3. Atividades Complementares	33
4.2.4. Atividades de Extensão	33
4.2.5. Trabalho de Graduação (TG)	34
4.2.6. Programa de Mestrado na Graduação (PMG) e Programas de Formação Complementar (PFC) ..	34
4.2.7. Intercâmbios e equivalências	34
4.2.8. Programas de duplo diploma	35
4.3. Estratégias de Ensino.....	36
4.4. Integralização Curricular	37
5. Administração Acadêmica	42
5.1. Colegiado do Curso	42
5.2. Apoio ao Discente	43
6. Proposta Pedagógica do Curso de Engenharia de Sistemas	44
ANEXOS.....	46
Anexo 1: Projeto Político-Pedagógico do ITA	46
Anexo 2: Informações logísticas, administrativas e de pessoal.....	49



A.2.1. Relação do pessoal docente do Curso Profissional	49
A.2.2. Serviços administrativos e técnicos	52
A.2.3. Infraestrutura	52
Anexo 3: Laboratórios	54
A.3.1. Laboratórios de Arquitetura de Sistemas.....	54
A.3.2. Laboratório de Demonstração de Sistemas de Sistemas	54
A.3.3. Laboratório de Engenharia Digital	55
A.3.4. Laboratórios de Design de Sistemas	56
A.3.5. Laboratórios de Desenvolvimento de Interfaces de Operação de Sistemas.....	56
A.3.6. Laboratório Instrumentado para Movimentação em Espaços Físicos	57
Anexo 4: Ementas e Bibliografias	58
A.4.1 Divisão Fundamental.....	58
1º ANO DO CURSO FUNDAMENTAL - 1º PERÍODO:	58
1º ANO DO CURSO FUNDAMENTAL - 2º PERÍODO	61
2º ANO DO CURSO FUNDAMENTAL - 1º PERÍODO	63
2º ANO DO CURSO FUNDAMENTAL - 2º PERÍODO	66
A.4.2 Curso Profissional	69
A.4.2.1. Departamento de Arquitetura de Sistemas	69
A.4.2.2. Departamento de Design de Sistemas	76
A.4.2.3. Departamento de Modelagem e Simulação	80



1. Introdução

Este documento descreve o Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Engenharia de Sistemas, instrumento que orienta a gestão acadêmica do curso, de forma alinhada ao perfil e às necessidades atuais de formação de um Engenheiro, em especial de um Engenheiro de Sistemas.

O projeto pedagógico do Curso de Engenharia de Sistemas do ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, é um documento geral que define um conjunto de diretrizes e de ações de ensino e educativas, que orientam os principais elementos em função do perfil esperado do egresso.

Com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia (DCNs) e demais normativas externas e internas ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) apresenta seus fundamentos conceituais que direcionam a estrutura curricular do curso, visando à formação do egresso alinhada ao perfil profissional e cidadão almejado. Também define concepções pedagógicas e metodológicas, bem como estratégias para o ensino, a aprendizagem e a avaliação dos(as) estudantes.

Além de considerar aspectos legal e formal, o PPC visa atender objetivos educacionais, profissionais, sociais e culturais, propondo intervenções pedagógicas planejadas, a serem implementadas a fim de promover a aprendizagem e o desenvolvimento integral dos(as) estudantes, de forma alinhada às competências e habilidades pretendidas para o perfil profissional e cidadão do egresso, demonstrando a reflexão sobre as ações e as formas de intervir na realidade.

Este Projeto Pedagógico:

- estabelece o perfil geral do engenheiro que se deseja formar, com ênfase numa formação generalista em engenharia;
- estabelece o perfil específico do engenheiro de sistemas desejado;
- descreve a organização do Curso de Engenharia de Sistemas e apresenta seu currículo;
- formula uma proposta pedagógica que busca um compromisso entre professores, alunos e a escola com a finalidade de transformar a prática educativa em um instrumento eficiente de execução do projeto político pedagógico.
- No Anexo 1 são descritos aspectos relevantes da política educacional do ITA. O Anexo 2 traz informações logísticas, administrativas e de pessoal. No Anexo 3 encontra-se a relação dos laboratórios utilizados nas atividades do curso. No Anexo 4 encontram-se ementas e bibliografias



O curso foi concebido considerando quatro princípios básicos: formação sólida em fundamentos científicos, principalmente relacionados a física, matemática e informática; formação sólida, conceitual e tecnológica, em projeto e integração de aparelhos, dispositivos e sistemas; formação complementar em humanidades e aspectos diversos da cultura; e formação metodológica em engenharia.

Este documento apresenta o projeto pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica-Aeronáutica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), assim estruturado:

- Apresentação do curso;
- Perfil do egresso;
- Estrutura do curso;
- Proposta pedagógica;
- Grade curricular;
- Informações logísticas, administrativas e de pessoal; e
- Infraestrutura disponível.

O Projeto Pedagógico segue uma política educacional estabelecida pela Congregação do ITA que, resumidamente, objetiva uma sólida formação técnica, a formação cívica, ética e social, bem como uma formação / educação extra curricular diversificada. O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) do ITA, disponível no site (<http://www.ita.br/pdi>) contém um capítulo dedicado ao Projeto Pedagógico Institucional, onde se insere um capítulo dedicado à Graduação. Encontram-se ali definições importantes sobre a forma de acesso ao Curso e também de aproveitamento escolar e frequência. As informações ali contidas dizem respeito a todos os cursos do ITA e, portanto, são seguidas pelo Curso de Graduação em Engenharia Mecânica-Aeronáutica.

Neste documento, ênfase maior é dada no ciclo dos três últimos anos, o chamado “Curso Profissional”. O “Curso Fundamental” (dois primeiros anos) é objeto de documentação própria, por ser comum aos cinco cursos de Engenharia do ITA.

2. Apresentação do Curso

A sociedade tem demandado soluções para problemas cada vez mais difíceis de serem resolvidos sem uma abordagem de desenvolvimento holística, multidisciplinar, que enderece a complexidade dos problemas a serem resolvidos e a do desenvolvimento das arquiteturas dos sistemas ciber-físicos-sociotécnicos que os solucionarão.

A Engenharia de Sistemas contém em seu bojo um relevante arcabouço de processos e métodos de engenharia capaz de endereçar esta complexidade, permitindo a definição e a realização de soluções eficazes a um ciclo de desenvolvimento, produção, operação, suporte e evolução com uma relação custo-benefício muito favorável para a sociedade, o que é significativo para um país com tantas carências como o nosso.

O curso de Engenharia de Sistemas do ITA está sendo proposto com enfoque no desenvolvimento de sistemas complexos, sistemas de sistemas, modelagem e simulação de sistemas. Historicamente, o ITA tem como princípio contribuir efetivamente para o desenvolvimento nacional, tanto nos aspectos militares quanto civis. A criação do curso de Engenharia de Sistemas passa a contribuir para a formação de profissionais especializados em uma área do saber considerada estratégica para o desenvolvimento de qualquer nação.

No que se refere à postura, o curso de Engenharia de Sistemas vem ao encontro do Projeto Pedagógico Institucional e enquadra-se no processo natural de evolução rumo a uma Instituição de Ensino Superior mais produtiva, mais eficiente e de amplo espectro de atuação, tal como determina as suas principais diretrizes.

Atualmente, os sistemas são empregados em todas as áreas de conhecimento, existem sistemas orgânicos, organizacionais, energéticos, computacionais, naturais, sociais, entre outros. O crescimento de diversas áreas do segmento produtivo, o início da era da Indústria 4.0, o crescimento da integração entre os domínios, leva a complexidade emergente da atuação em que novos cenários requer um profissional capaz de integrar as diferentes naturezas de um sistema.

Em uma certa medida a Engenharia de Sistemas tem o papel de fundir o entendimento de todas as áreas de atuação na Indústria 4.0. Logo, a existência do curso de Engenharia de Sistemas em uma região com um bom sistema educacional e uma forte economia agrega condições substanciais para o seu maior desenvolvimento e empregabilidade dos egressos. Adicionalmente, outro importante fator que deve ser levado em consideração é a baixa proporção de engenheiros no Brasil. Segundo o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), o Brasil possui 6 engenheiros para cada mil economicamente ativas, enquanto essa relação é de 12 a 30 por mil habitantes em países desenvolvidos.



A existência do curso de Engenharia de Sistemas em Fortaleza também se justifica pela importância econômica da cidade no estado do Ceará e, portanto, no Brasil. A região possui um dos portos com melhor localização para o transporte de carga para a Europa e América do Norte, possui um valor de Índice de Desenvolvimento de Educação Básica (IDEB) de 2021 o valor de 5.2, sendo superior à média do país que foi de 4.9. Geograficamente, o ITA-FZ, possuirá uma localização privilegiada, pois em um raio de 150km aglomera praticamente todas as principais indústrias com sede na região.

Deve-se salientar que o curso está sendo um dos pioneiros na implantação do campus ITA-FZ, juntamente com os cursos de Engenharia de Energia e BioEngenharia. O curso de Engenharia de Sistemas vai ao encontro do processo natural de evolução do instituto rumo a uma Instituição de Ensino Superior mais produtiva, mais eficiente e de amplo espectro de atuação que possa contribuir com o desenvolvimento do ecossistema produtivo e tecnológico regional e nacional.

2.1 História da Engenharia de Sistemas

A Engenharia de Sistemas (SE - *Systems Engineering*) tem sido fundamental para o sucesso de empreendimentos técnicos ao longo da história. Embora suas práticas tenham sido empregadas intuitivamente em diversos projetos, foi no século XX que a SE se consolidou como uma disciplina formal de engenharia. O termo “engenharia de sistemas” surgiu nos Laboratórios Bell na década de 1940, refletindo a necessidade de uma abordagem integrada para gerenciar a complexidade crescente dos sistemas tecnológicos.

Durante a Segunda Guerra Mundial, equipes multidisciplinares britânicas analisaram e aprimoraram sistemas de defesa aérea, exemplificando a aplicação prática da SE. Nos Estados Unidos, a criação da RAND Corporation em 1946 marcou o início da “análise de sistemas”, consolidando métodos para abordar problemas complexos de maneira holística. Instituições acadêmicas renomadas, como o MIT, incorporaram a SE em seus currículos a partir de 1950, reconhecendo sua importância na formação de engenheiros capacitados para enfrentar desafios sistêmicos.

Empresas como a TRW, no final dos anos 1950, adotaram a SE para desenvolver sistemas de mísseis balísticos, demonstrando sua aplicabilidade em projetos de alta complexidade. A publicação do primeiro livro dedicado à SE por Goode e Machol, em 1957, e a fundação do *National Council on Systems Engineering* (NCOSE) em 1990, posteriormente renomeado para *International Council on Systems Engineering* (INCOSE)¹ em 1995, evidenciam o reconhecimento global da disciplina.

¹ Disponível em: <https://www.incose.org>

A introdução da norma internacional ISO/IEC 15288², em 2002, estabeleceu a SE como o mecanismo preferencial para alinhar organizações na criação de produtos e serviços, enfatizando sua relevância no cenário industrial contemporâneo.

No Brasil, a crescente complexidade dos projetos e a necessidade de soluções integradas impulsionaram a adoção da Engenharia de Sistemas. Em 2012, foi fundado o capítulo brasileiro do INCOSE³, o INCOSE Brasil, com o objetivo de promover a SE e o pensamento sistêmico na comunidade nacional, facilitando a integração entre membros, indústria e academia, e compartilhando conteúdo de qualidade.

Dante desse contexto, a implementação de um projeto pedagógico voltado para a Engenharia de Sistemas é essencial para formar profissionais aptos a enfrentar os desafios complexos do mercado atual. A história e a evolução da SE demonstram sua importância estratégica, e a criação do INCOSE Brasil reforçou o compromisso nacional com o desenvolvimento e a aplicação dessa disciplina.

A Engenharia de Sistemas tem ganhado destaque no cenário educacional brasileiro, refletindo a crescente demanda por profissionais capazes de projetar e gerenciar sistemas complexos de forma integrada. Diversas instituições de ensino superior no país já oferecem cursos nessa área, preparando engenheiros para enfrentar os desafios tecnológicos contemporâneos, como:

- Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG): Pioneira no Brasil, a UFMG criou em 2010 o curso de Engenharia de Sistemas, que combina conhecimentos de cálculo, física, química, estatística e ciências da computação, formando profissionais com uma visão abrangente e interdisciplinar.⁴
- Universidade de São Paulo (USP): A USP, por meio de seu Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, oferece uma área de concentração em Engenharia de Sistemas, focada em sistemas de controle, automação e modelos matemáticos aplicados a diversas áreas.⁵
- Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes): Localizada em Montes Claros, Minas Gerais, a Unimontes oferece o curso de Engenharia de Sistemas, com 28 vagas anuais no período noturno. O curso visa formar profissionais aptos a projetar, analisar e integrar sistemas complexos em diversos setores industriais e comerciais. A grade curricular abrange disciplinas como Algoritmos e Estruturas de Dados, Cálculo Integral e Diferencial, Circuitos Elétricos, Engenharia de Software e

² Disponível em: <https://www.iso.org/standard/81702.html>

³ Disponível em: <https://www.incose.org/communities/chapters/americas-sector/brazil/timeline>

⁴ Disponível em: <https://www.ufmg.br/mostra/curso/engenharia-de-sistemas-bacharelado/>

⁵ Disponível em: <https://ppgee.poli.usp.br/pb/programas/areas-de-concentracao/engenharia-de-sistemas/>

Inteligência Computacional. Além disso, o curso enfatiza a importância de projetos multidisciplinares e aprendizado ativo, preparando os alunos para enfrentar desafios reais do mercado de trabalho.⁶

- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP): Lançou o curso de Bacharelado em Engenharia de Sistemas Ciber-Físicos, focado na formação de profissionais aptos a conceber, projetar, implementar e operar sistemas que integram os mundos físico e virtual, como veículos autônomos e robôs da indústria 4.0.⁷

A criação desses cursos reflete o crescente interesse pela Engenharia de Sistemas no Brasil, preparando profissionais para atuar em um mercado que demanda soluções integradas e eficientes para desafios cada vez mais complexos.

Para concluir, é fundamental destacar uma distinção muitas vezes negligenciada e importante de ser relembrada: Engenharia de Sistemas não é o mesmo que Sistemas de Informação.

Enquanto a Engenharia de Sistemas foca na criação, integração e gerenciamento de sistemas complexos — sejam eles técnicos, organizacionais ou sociotécnicos — com ênfase em requisitos, arquitetura, ciclo de vida, modelagem e validação, os cursos de Sistemas de Informação têm como foco principal o desenvolvimento, a gestão e o uso estratégico de sistemas computacionais de informação dentro de organizações.

Ou seja, a Engenharia de Sistemas forma engenheiros capazes de conceber soluções integradas para problemas de alta complexidade, envolvendo elementos físicos, digitais, humanos e processuais. Já Sistemas de Informação preparam profissionais para atuar principalmente no planejamento e desenvolvimento de sistemas de apoio à gestão da informação.

Essa distinção é essencial para orientar corretamente os futuros estudantes e o mercado sobre o papel estratégico da Engenharia de Sistemas na formação de profissionais preparados para os desafios da era da complexidade e da inovação tecnológica.

2.2 Bases filosóficas e definições

A Engenharia de Sistemas se fundamenta em uma base filosófica distinta das outras engenharias, que transcende a técnica e incorpora princípios epistemológicos, ontológicos e metodológicos próprios. Ela emerge da necessidade de compreender e atuar sobre

⁶ Disponível em: <https://unimontes.br/wp-content/uploads/2019/05/201604-PPP-Engenharia-de-Sistemas.pdf>

⁷ Disponível em: <https://www.pucsp.br/graduacao/engenharia-de-sistemas-ciber-fisicos>

sistemas complexos, interdependentes e dinâmicos, buscando sempre soluções integrais e sustentáveis. Ao contrário das abordagens reducionistas tradicionais (em contraponto ao holismo), a Engenharia de Sistemas parte do pensamento sistêmico, uma forma de ver o mundo que privilegia a totalidade e as inter-relações, mais do que as partes isoladas.

O pensamento sistêmico - *systems thinking* - é o alicerce conceitual da Engenharia de Sistemas. Segundo o SEBoK⁸, esse modo de pensar implica na capacidade de compreender padrões de comportamento, estruturas subjacentes e as interações entre os elementos de um sistema. Trata-se de reconhecer que os comportamentos dos sistemas não são lineares nem previsíveis apenas por meio da análise de seus componentes, mas resultam de propriedades emergentes que só se manifestam quando o sistema é considerado como um todo. Essa visão requer uma mudança paradigmática em relação à lógica tradicional de causa e efeito linear.

Essa filosofia também é influenciada por ideias de origem na biologia, na cibernetica e na teoria geral dos sistemas, especialmente os trabalhos de Ludwig von Bertalanffy, que propôs que sistemas vivos não podem ser compreendidos pela simples soma de suas partes. A noção de emergência - fenômenos que não existem nos componentes isoladamente, mas aparecem quando eles interagem - é central. A Engenharia de Sistemas aplica esse conceito à engenharia prática, ao considerar que a funcionalidade e o valor de um sistema surgem da maneira como seus elementos se organizam e cooperam.

Além disso, a Engenharia de Sistemas incorpora princípios éticos e sociais. O engenheiro de sistemas não apenas projeta soluções técnicas, mas deve considerar os impactos sociais, ambientais e econômicos de sua intervenção. O compromisso com a finalidade - ou seja, projetar sistemas que sejam "adequados para o propósito" - é central, conforme o manual do INCOSE. Isso significa que o sistema deve não apenas funcionar corretamente, mas também responder de forma satisfatória às necessidades humanas, respeitando restrições e evitando consequências indesejadas.

Outro aspecto essencial da base filosófica da Engenharia de Sistemas é a visão transdisciplinar. O engenheiro de sistemas atua como integrador, sendo responsável por equilibrar múltiplas perspectivas: técnicas, humanas, organizacionais, legais e culturais. Essa postura exige uma filosofia de abertura ao diálogo entre disciplinas e ao aprendizado contínuo. Não se trata apenas de aplicar métodos, mas de orquestrar saberes distintos em direção a um objetivo comum, num processo de coevolução entre problema e solução.

O próprio papel do engenheiro de sistemas, portanto, carrega uma dimensão filosófica de responsabilidade e humildade frente à complexidade. O profissional de sucesso é aquele

⁸ Disponível em: https://sebokwiki.org/wiki/Systems_Thinking

capaz de lidar com tensões e paradoxos — como controle e autonomia, estabilidade e mudança, planejamento e adaptação — sem buscar resolvê-los de forma simplista, mas sim acolhendo essas dualidades como parte inerente da realidade complexa dos sistemas. Essa postura filosófica precisa refletir maturidade e disposição para atuar com parcimônia e visão crítica.

2.3. Missão

O curso de Graduação em Engenharia de Sistemas do ITA terá como missão geral promover a melhoria da qualidade de vida da população brasileira através da formação de profissionais éticos e competentes para o emprego de Engenharia de Sistemas, definida como uma abordagem transdisciplinar para permitir que sistemas cumpram com sucesso a missão proveniente das necessidades dos seus clientes, usuários e outras partes interessadas. Alguns elementos chaves da Engenharia de Sistemas incluem:

Os princípios e conceitos que caracterizam um sistema como resultado das interações dos seus elementos. Um sistema interage com seu entorno, que pode incluir outros sistemas, usuários e o meio ambiente. Os elementos que podem compor um sistema incluem hardware, software, software embarcado, pessoas, informações, processos, técnicas, infraestruturas físicas, serviços e outros elementos de suporte.

Um engenheiro de sistemas é responsável por aplicar as abordagens transdisciplinares da Engenharia de Sistemas. Em particular, o engenheiro de sistemas serve como uma ponte para levantar e traduzir as necessidades dos clientes em requisitos que serão realizados pelos times de desenvolvimento dos elementos de sistema.

De forma a ajudar na concretização do sistema, o engenheiro de sistemas auxilia na estruturação dos processos do ciclo de vida desde a fase conceitual, continuando através do ciclo de vida na manufatura, entrega, uso, suporte e descarte. O engenheiro de sistemas precisa analisar, especificar, projetar e verificar o sistema para garantir que as funções, interfaces, performances, aspectos físicos e outras características sejam balanceados para atender as necessidades dos clientes, usuários e outras partes interessadas.

Os engenheiros de sistemas ajudam a garantir que os elementos de um sistema se integram para realizar os objetivos do sistema como um todo, satisfazendo as necessidades dos clientes e outros interessados que irão fazer a aquisição e/ou usar o sistema.

2.4 Legislação (Exemplo no PPCOMP 2020, PPAESP 2020 e PPAER 2020)

[TBD]

3. Perfil Profissional

3.1. Carreira de Engenheiro de Sistemas e o INCOSE

A Engenharia de Sistemas é uma abordagem essencial para a concepção, desenvolvimento e operação de sistemas complexos ao longo de seu ciclo de vida. Sua prática não se restringe apenas ao domínio técnico, mas também integra aspectos humanos, organizacionais e operacionais, buscando sempre entregar valor em ambientes incertos, ambíguos e dinâmicos. Ao contrário de outras disciplinas da engenharia, que tendem a se especializar em domínios específicos, a Engenharia de Sistemas atua como elo de ligação entre múltiplas áreas do conhecimento, promovendo a coesão e a integração necessárias para alcançar os objetivos de um sistema.

Essa atuação transversal exige dos engenheiros de sistemas uma mentalidade paradoxal - uma capacidade de equilibrar visões contraditórias, como estabilidade e mudança, padronização e inovação, ou controle e autonomia. Conforme explorado no texto *The Paradoxical Mindset of Systems Engineers*⁹, esse tipo de mentalidade é uma característica marcante dos engenheiros de sistemas bem-sucedidos, que precisam tomar decisões com base em múltiplas perspectivas e frequentemente lidar com objetivos conflitantes entre diferentes stakeholders. O sucesso nessa função requer não apenas domínio técnico, mas também habilidades interpessoais, visão sistêmica e pensamento crítico.

Engenheiros de sistemas desempenham um papel fundamental na definição de requisitos, no gerenciamento de interfaces, na identificação de riscos e na condução de testes e validações. Sua responsabilidade vai além do projeto inicial: eles acompanham a evolução do sistema ao longo do tempo, garantindo que ele continue atendendo às necessidades para as quais foi concebido. Em ambientes complexos, como os de defesa, transporte, energia, biomédico ou espaço, essa função é ainda mais crítica, pois envolve sistemas de sistemas com múltiplas camadas de interação e interdependência.

Um dos grandes diferenciais da profissão é sua orientação para o ciclo de vida completo de um sistema. Em vez de se concentrar apenas no desenvolvimento, o engenheiro de sistemas considera desde a concepção e viabilidade até a operação, manutenção/suporte e desativação. Essa abordagem permite que decisões sejam tomadas com base em impactos de longo prazo, contribuindo para a sustentabilidade, confiabilidade e resiliência dos sistemas. Tal perspectiva requer ferramentas e métodos específicos, como modelagem de sistemas, análise de trade-offs, e múltiplos modelos .

⁹ Pyster, A., N. Hutchison, D. Henry. 2018. *The Paradoxical Mindset of Systems Engineers*. Hoboken, NJ, USA: Wiley.

A profissão também se destaca por sua capacidade de integrar diferentes visões e domínios técnicos. O engenheiro de sistemas atua como um facilitador do diálogo entre especialistas de diversas áreas, promovendo a construção de soluções robustas e bem coordenadas. Ao assumir essa função integradora, ele contribui para a redução de riscos e ineficiências que poderiam surgir da fragmentação dos esforços. Além disso, seu trabalho é muitas vezes decisivo para a inovação, uma vez que ele consegue visualizar oportunidades e interações que escapam às abordagens mais especializadas.

Por fim, a Engenharia de Sistemas também se destaca por seu valor estratégico. Projetos complexos dependem não apenas de competência técnica, mas de capacidade de articulação, negociação e visão sistêmica. Engenheiros de sistemas ajudam a alinhar os objetivos técnicos com os objetivos organizacionais e sociais, garantindo que os sistemas desenvolvidos sejam úteis, viáveis e sustentáveis. Em um mundo cada vez mais interconectado e acelerado, essa profissão torna-se cada vez mais relevante e necessária.

Nesse contexto, destaca-se a importância do INCOSE, que promove o desenvolvimento, a prática e a valorização da Engenharia de Sistemas. O INCOSE fornece uma base comum de conhecimento por meio de publicações como o *Systems Engineering Handbook*, promove boas práticas com padrões e guias, e fortalece a formação dos profissionais com certificações e eventos globais. Sua atuação contribui para a consolidação da profissão e para a harmonização de práticas em escala internacional, apoiando tanto a formação acadêmica quanto a atuação profissional dos engenheiros de sistemas.

3.2. Corpo de Conhecimento da Engenharia de Sistemas publicado pelo INCOSE

Duas publicações básicas do INCOSE são o (i) Manual de Engenharia de Sistemas - Guia de Processo e Atividades do Ciclo de Vida¹⁰ e o (ii) Guia para o Corpo de Conhecimento da Engenharia de Sistemas¹¹.

O INCOSE também disponibiliza o GRCSE (*Graduate Reference Curriculum for Systems Engineering*). Este guia de referência foi desenvolvido para implementação de cursos e traz uma identificação de um conjunto mínimo de assuntos fundamentais a serem aprendidos pelo aluno cursando Engenharia de Sistemas. Este conjunto mínimo consiste em tópicos fundamentais e foca no papel da Engenharia de Sistemas no projeto e desenvolvimento de sistemas. O GRCSE traz o conceito de que um curso de Engenharia de sistemas deve conter conteúdos teóricos da Engenharia de Sistemas, com definições e abordagens agnósticas de domínio, chamando-o de *system-centric*, e uma natureza prática para que os estudantes

¹⁰ Disponível em <https://www.incose.org/publications/se-handbook-v5>

¹¹ Disponível em
[https://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_\(SEBoK\)](https://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_(SEBoK)).

aprendam e exercitem a engenharia através de um projeto (*capstone experience*), oferecendo uma natureza de aprendizado em um domínio específico, chamando-o de *domain-centric*.

O GRCSE indica que o curso pode ser dividido em 4 grandes categorias:

- Conceitos de Engenharia de Sistemas,
- Papéis da Engenharia de Sistemas,
- Prática da Engenharia de Sistemas,
- Profissionalismo em Engenharia de Sistemas,

Em relação aos conceitos o GRCSE indica os seguintes tópicos:

Tabela 1. Área de Conhecimento e Tópicos indicados pelo GRCSE.

	Área de Conhecimento	Tópico	Nível
Fundamentos da Engenharia de Sistemas	Fundamentos de Sistemas	O que é um sistema?	Compreensão
		Tipos de Sistemas	
		Agrupamentos de Sistemas	
		Complexidade	
		Princípio da Emergência	
	Ciência de Sistemas	História da Ciência de Sistemas	Conhecimento
		Abordagens de Sistemas	
	Pensamento Sistêmico	O que é Pensamento Sistêmico?	Conhecimento
		Conceitos de Pensamento Sistêmico	
		Princípios do Pensamento Sistêmico	
		Padrões de Pensamento Sistêmico	
	Representando sistemas com modelos	O que é um modelo?	Conhecimento / Aplicação
		Por que modelar?	
		Tipos de Modelos	
		Conceitos de Modelagem de Sistemas	
		Integrando aspectos de suporte em modelos de sistema	
		Padrões de modelagem	
	Abordagem de Sistemas Aplicada à Engenharia	Visão geral da abordagem sistêmica	Conhecimento / Aplicação
		Contexto do sistema projetado	
		Identificando & Entendendo Problemas e Oportunidades	
		Sintetizando possíveis soluções	
		Análise e Seleção entre Soluções Alternativas	
		Implementando e provendo uma solução	

Engenharia de Sistemas e Gerenciamento		Implantando, usando e sustentando sistemas para resolver problemas	
		Responsabilidade das Partes Interessadas	
		Aplicando a Abordagem de Sistemas	
	Introdução aos Processos do Ciclo de Vida	Modelo de Ciclo de Vida Genérico	Aplicação
		Aplicando Processos de Ciclo de Vida	
		Processos do Ciclo de Vida e Necessidades da Empresa	
	Modelos de Ciclo de Vida	Drivers e escolhas do processo do ciclo de vida do sistema	Aplicação
		Modelos de processo do ciclo de vida do sistema: Vee	
		Modelos de processo do ciclo de vida do sistema: Iterative	
		Integração de Modelos de Processo e Produto	
		Engenharia Enxuta	
	Definição do Conceito	Análise de Negócios ou Missão	Aplicação / Análise
		Necessidades e requisitos das partes interessadas	
	Definição do Sistema	Requisitos do sistema	Aplicação / Análise
		Arquitetura do Sistema	
		Desenvolvimento de Modelo de Arquitetura Lógica (Funcional)	
		Desenvolvimento de Modelo de Arquitetura Física	
		Projeto de Sistemas	
		Análise de Sistemas	
	Realização do Sistema	Implementação do Sistema	Aplicação / Análise
		Integração de Sistemas	
		Verificação do sistema	
		Validação do Sistema	
	Implantação e uso do sistema	Implantação do sistema	Compreensão / Aplicação
		Operação do Sistema	
		Manutenção do Sistema	
		Logística	
	Gestão da Engenharia de Sistemas	Planeamento	Compreensão / Análise
		Avaliação e Controle	
		Gestão de Riscos	
		Medidas de Efetividade	
		Gestão de Decisões	
		Gerenciamento de Configuração	
		Gestão da Informação	

	Gestão da Qualidade	
Gestão da vida útil de produtos e serviços	Extensão da vida útil	Compreensão / Análise / Aplicação
	Atualizações, upgrades e modernização de recursos	
	Desfazimento e Descarte	
Padrões	Normas Relevantes	Compreensão
	Alinhamento e Comparação das Normas	
	Aplicação das Normas	
Aplicação	Produto de Engenharia	Compreensão / Análise / Aplicação
	Histórico do produto	
	Fundamentos do Produto como Sistema	
	Atividades Comerciais Relacionadas ao Produto	
	Aspectos chave do produto	
Sistemas de Sistemas	Atividades Especiais do Produto	Compreensão / Análise / Aplicação
	Arquitetando Abordagens para Sistemas de Sistemas	
	Características Sociotécnicas dos Sistemas de Sistemas	
	Engenharia por Capacidades	

Em relação aos papéis, o engenheiro de sistemas é demandado a participar de times interdisciplinares. E esses papéis incluem:

- **Entendimento dos domínios** – envolve entender como as diferenças em um domínio se manifestam tanto em um sistema quanto na engenharia desse sistema. Esse resultado também inclui a capacidade de aprender um novo domínio. Ele incorpora uma compreensão da terminologia especializada, tecnologia, métodos, ferramentas e restrições que são exclusivas para o domínio de aplicativo escolhido.
- **Aplicação do pensamento sistêmico em diferentes especialidades** – inclui a compreensão de como as diferenças nas especialidades se manifestam tanto na engenharia de um sistema quanto na função do próprio sistema. Também inclui a necessidade de um exame das habilidades necessárias para aprender um novo tipo de aplicação ou especialidade.
- **Disciplinas correlatas** – compreender as relações entre a Engenharia de Sistemas e outras disciplinas, como gerenciamento de projetos, fatores humanos e outros campos da engenharia, e ser capaz de articular a proposta de valor dessas disciplinas para a Engenharia de Sistemas. É importante que os engenheiros de sistemas possuam conhecimentos básicos relacionados a essas disciplinas e entendam como a Engenharia de Sistemas está relacionada a outras disciplinas. Um aluno deve ser capaz de articular como a Engenharia de Sistemas pode e deve interagir com essas disciplinas e quais armadilhas comuns podem ocorrer quando essas relações não são gerenciadas adequadamente.



-
- **Software e Sistemas** – demonstrar compreensão e apreciação do nível de engenharia de software necessário para desenvolver produtos, serviços e sistemas empresariais atuais e futuros. Uma compreensão adequada da engenharia de software mudará fundamentalmente a maneira como um engenheiro de sistemas concebe, arquiteta e implementa um sistema. Por exemplo, a compreensão de engenharia de software pode abrir opções adicionais para alocar funcionalidade em todo o sistema. Os alunos não precisam se tornar especialistas em engenharia de software, mas devem entender as características únicas do software para melhor capacitar os a apoiar o desenvolvimento de sistemas com uso intensivo de software.

Em relação às práticas, existem várias fases, processos, atividades e metodologias envolvidas no desenvolvimento de um sistema desde o início até o descarte. Os três elementos primordiais são:

- **Reconciliação de requisitos** – Domine as habilidades quantitativas para reconciliar requisitos conflitantes, encontrando compromissos aceitáveis dentro de limitações de custo, tempo, conhecimento, risco, sistemas existentes e organizações.
- **Avaliação de problemas/soluções** – Domine as habilidades quantitativas para avaliar estratégias de solução de sistemas alternativos, incluindo quão bem diferentes soluções se relacionam com o problema identificado, e expresse os critérios relevantes para garantir que as soluções sejam selecionadas em uma perspectiva holística de sistemas.
- **Realismo** – Compreender e apreciar os desafios da aplicação da SE a problemas realistas ao longo do ciclo de vida do sistema.

Em termos de profissionalismo, como os sistemas atuais são tipicamente complexos, exigindo que os engenheiros de sistemas atuem como membros produtivos e profissionais das equipes, usando as tecnologias mais recentes e apropriadas. Os três elementos sugeridos são:

- **Desenvolvimento profissional** – Ser capaz de aprender novos modelos, técnicas e tecnologias à medida que surgem, e apreciar a necessidade desse desenvolvimento profissional contínuo.
- **Trabalho em equipe** – Atuar como um membro eficaz de uma equipe multidisciplinar, comunicar-se efetivamente oralmente e por escrito, liderar em uma área de desenvolvimento de sistemas, como gerenciamento de projetos, análise de requisitos, arquitetura, construção ou garantia de qualidade, e exibir capacidades de liderança dentro de uma equipe.
- **Ética** – Demonstrar conhecimento da ética profissional e da aplicação da ética profissional na tomada de decisão e na prática da Engenharia de Sistemas.

3.3. Caracterização do Perfil

Os engenheiros de sistemas são responsáveis por garantir que as tarefas de desenvolvimento de sistemas sejam executadas, para que os sistemas possam ser entregues e suportados. Os engenheiros de sistemas trabalham com uma variedade de outros profissionais para criar e dar suporte a sistemas ao longo de seu ciclo de vida. Esses outros profissionais contribuem com habilidades em várias disciplinas de engenharia e gerenciamento de projetos, entre muitos outros campos.

Curso de Graduação em Engenharia de Sistemas do ITA fundamenta-se na formação de um engenheiro que tenha:

- Uma profunda e sólida formação básica em matemática, física e química, formação essa que lhe dá a competência de compreender, adaptar-se e se desenvolver continuamente no mundo atual, onde as mudanças tecnológicas, alicerçadas nas ciências básicas, são aceleradas;
- Conhecimentos de disciplinas de humanidades, vivência em um ambiente escolar sadio e estimulante, incluindo o convívio com os professores e educadores, funcionários e outros colegas alunos, que capacitem o futuro engenheiro a ser um agente ativo de transformação e aperfeiçoamento da sociedade, multiplicador e construtor de conhecimento, convededor e respeitador da pluralidade de pensamentos e promotor da justiça social. A vivência da disciplina consciente (DC), palestras organizadas pela escola, o sistema de aconselhamento e as atividades formativas, culturais, esportivas e sociais do Centro Acadêmico Santos Dumont (CASP) são entendidos como instrumentos extracurriculares basilares para a formação humanística.
- Capacitação para emprego do pensamento sistêmico para a compreensão da finalidade pretendida, contexto operacional e conceito de uso do sistema proposto; avaliação dos interesses, propósitos e valores de várias partes interessadas e combiná-los em uma representação coerente dos requisitos do sistema; entender as tecnologias que podem ser aplicadas no sistema; avaliar as implicações do ciclo de vida dos sistemas e incorporar perspectivas do ciclo de vida no projeto de sistemas; e avaliar, selecionar e desenvolver soluções de sistemas para satisfazer as necessidades do cliente e os objetivos do projeto.
- Experiência profissional básica e competências complementares nas áreas técnica, administrativa e de relacionamento humano, adquiridas ou aperfeiçoadas através de estágio curricular supervisionado realizado dentro ou fora do ambiente acadêmico. O estágio possibilitará a vivência e a aplicação das competências desenvolvidas na



escola, servirá de estímulo ao aprendizado contínuo e contribuirá para o amadurecimento humano e profissional do aluno.

Obs.: Espera-se que haja um credenciamento do curso junto ao INCOSE para que o egresso possa sair com a Certificação de nível ASEP do INCOSE.

3.4. Mercado de Trabalho

O engenheiro de sistemas formado pelo ITA poderá atuar em diversos setores, nomeadamente:

- Indústria: nos seus diversos setores, desde a concepção, até o desfazimento dos sistemas;
- Forças Armadas: nos setores de concepção e projeto, especificação de sistemas, avaliação e suporte de sistemas;
- Empresas: nos setores de especificação e manutenção de sistemas;
- Pesquisa e Ensino de Engenharia de Sistemas;
- Órgãos certificadores.

3.4.1 Campos de atuação do Engenheiro de Sistemas

O engenheiro de sistemas formado pelo ITA pode atuar em diversos setores da indústria, nos quais destacam-se as seguintes atividades:

- Engenharia de Requisitos,
- Gestão de Riscos,
- Registros das Evoluções de Projeto,
- Planejamento Técnico,
- Avaliação do Esforço Técnico,
- Desenvolvimento de Arquitetura,
- Modelagem e Simulação,
- Qualificação, Verificação e Validação,
- Definição de Processos,
- Formação,
- Integração de Sistemas,
- Garantia da qualidade, e
- Alinhamento com as Engenharias de Especialidades.

4. Estrutura do Curso de Engenharia de Sistemas

Os Cursos de Graduação do ITA foram criados em dois módulos (e se mantém, por ser regulado por Decreto): um Curso Fundamental, de dois anos de duração, e um Curso Profissional, de três anos de duração – totalizando dez semestres. Não se utiliza o sistema de créditos, embora sejam consideradas equivalências curriculares, especialmente para estudantes que cursam disciplinas no exterior em programas de intercâmbio acadêmico apoiados pelo ITA. Além disso, parte da carga horária total do curso é integralizada por meio de disciplinas eletivas e de atividades complementares escolhidas pelo estudante, que assume papel ativo na construção de sua grade curricular.

Todos os alunos do ITA cursam as mesmas disciplinas nos quatro primeiros semestres, denominados Curso Fundamental. A qualidade e consistência do Curso Fundamental são garantidos operacionalmente por uma coordenação própria que se pauta nas discussões e decisões curriculares corporativas da Comissão de Currículo da Congregação (IC-CCR), um fórum integrado por todos os coordenadores de cursos de graduação do ITA e diretamente subordinado à Congregação (IC).

Os três últimos anos, denominados Curso Profissional, definem o perfil profissional específico em Engenharia de Sistemas, por meio de um currículo com disciplinas obrigatórias a serem cursadas. As disciplinas eletivas e o Trabalho de Graduação (TG) permitem ao estudante desenvolver um certo grau de especialização em subárea da Mecânica-Aeronáutica ou áreas correlatas. O TG é regulado por normas próprias e deve ser um projeto coerente com a sua habilitação, sendo considerado componente curricular obrigatório.

Na graduação, o regime agora adotado em função dos estudos realizados (CPE, CGEE, GTEE, IC-CPE/CEE, Comissão Especial da NOREG, etc.) após a primeira edição do PDI é um misto seriado/ créditos (ao contrário de regime de créditos “puro”, como acontece na pós-graduação), embora os “créditos” sejam computados em termos de carga horária (equivalente) e por meio da oferta de disciplinas eletivas. O ano letivo é dividido em dois semestres (ou “períodos”) e as disciplinas, regra geral, são semestrais. Excepcionalmente, podem ser programadas atividades acadêmicas que não sigam esses períodos letivos. O semestre letivo, por sua vez, é dividido em dois bimestres (ou “semiperíodos”), separados por uma semana de recuperação, em que não há aulas. Após o segundo bimestre duas semanas são reservadas exclusivamente para a realização dos exames. A carga horária mínima é de 3600 horas, conforme previsto nas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia, do CNE/CES do MEC.

Resumindo, os principais pontos o currículo do Curso de Engenharia de Sistemas prevê cargas horárias, no mínimo, para:

- Conjunto de disciplinas obrigatórias;
- Conjunto de disciplinas eletivas, pela Congregação, como “todas as disciplinas não caracterizadas como obrigatórias”, na forma, não exclusiva, de:
 - Eletivas livres
 - Eletivas para um Programa de Formação Complementar (“*minor*”)
 - Eletivas para uma ênfase na habilitação em engenharia.
- Conjunto de atividades complementares;
- Estágios curriculares e extra-curriculares;
- Forma de integralização da carga horária do Curso, devendo, para cada disciplina, especificar a carga horária semanal ou total destinada às formações teórica e prática (podendo ser de exercícios e/ou laboratorial/projetos) e para estudos individuais ou coletivos “em casa”. No caso de estudos, a previsão deve ser feita por uma estimativa para um “aluno médio”.

Existe também a oportunidade, conforme disponibilidades e apoio possíveis, para aqueles que apresentem os requisitos acadêmicos necessários:

- Programa Mestrado para Graduandos, PMG, Programa que permite a matrícula de alunos cursando 4º ou 5º Ano da Graduação do ITA, em cursos de Mestrado oferecidos pelo ITA.
- Programa de Formação Complementar, PFC (simplificadamente, “*minor*”)
- Possibilidade cursar disciplinas extracurriculares, inclusive em nível de pós graduação
- Bolsas de Iniciação Científica ou Tecnológica ou outras oferecidas por órgãos de fomento externo (como o Programa Especial de Treinamento, PET, da CAPES)
- Projetos especiais (como o “Women in Science, Technology, Engineering, Mathematics,
- Manufacture and Design, WiSTEM2D”, ou, no ITA. STEM2D)
- Programa de Dupla Diplomação
- Estágios no exterior (como BRAFITEC/CAPES e em acordos de intercâmbio internacionais ou similares).
- Participação em competições nacionais e internacionais;
- Participação em estágios e projetos de interesse institucional.

4.1. Proposta Pedagógica

A proposta curricular considera as novas demandas em Educação para Engenharia, alinhadas à Resolução CNE/CES Nº 2, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, publicada em 23 de abril de 2019 e que instituiu novas DCNs: alta proficiência em Ciências Fundamentais, consciência a respeito de problemas complexos globais, motivação e atitude proativa, visão integrada da Engenharia e uma postura holística e humanista. Considera ainda a atualidade e importância da mobilidade acadêmica, contemplando o uso de ferramentas tecnológicas. Esta proposta visa delinear um compromisso entre professores, estudantes e a Escola, com a finalidade de transformar a prática educativa em um instrumento eficiente de execução do Projeto Pedagógico Institucional (PPI). É uma premissa fundamental que a proposta formulada está em estreita concordância com a política educacional do ITA.

Uma **escola** deve ser um local privilegiado, agradável, inspirador e motivador para a construção de conhecimento e o desenvolvimento de competências. Atividades em sala de aula, biblioteca, locais de estudo, tempo livre para estudo e lazer, tempo livre para diálogo com professores e conselheiros devem ser dispostos para este fim. O **conhecimento** deve ser construído e **competências** devem ser desenvolvidas de forma gradual. Para isto ações e meios devem ser planejados e concatenados. Os professores devem conhecer a estrutura curricular, a dimensão disciplinar e interdisciplinar da proposta curricular, e entender qual é o papel de cada um individualmente e frente aos demais. Assim, o **Coordenador do Curso**, com apoio do **Colegiado de Curso** e do **Núcleo Docente Estruturante (NDE)**, é o gestor de uma atividade pedagógica participativa, levando estudantes e professores a participarem da proposta e da sua execução consciente. O **Professor** é o mediador entre o estudante e o conhecimento, e um facilitador do desenvolvimento de competências. Sua atuação vai além da mera transmissão repetitiva do conhecimento, sendo a de um agente que leva o estudante a refletir, descobrir e aplicar. O **Estudante** é o foco principal da atividade educativa. Deve participar ativamente do processo educacional, inclusive dando sua contribuição a uma avaliação crítica do curso em geral, e da sua proposta pedagógica em particular. O **Colegiado de Curso** é um dos conselhos diretamente vinculados à Pró-Reitoria de Graduação, que agrupa esses entes (Coordenador, Professores e Estudantes) e que assessorará o Coordenador do Curso na proposição de decisões acerca do curso. Sendo, Colegiado de Curso da Engenharia Sistemas: o Chefe de Divisão, um Professor representante de cada Departamento da Divisão de Sistemas (Arquitetura de Sistemas; Design de Sistemas; Modelagem e Simulação), além do próprio Coordenador como presidente deste Colegiado, mais um Professor de outra Divisão Acadêmica, podendo ser um Professor da Divisão de Ciências Fundamentais que oferece disciplina no Curso Fundamental sendo uma disciplina obrigatória na grade curricular do Curso. O Colegiado

de Curso conta ainda com representação discente, sendo um Estudante de cada um dos três anos do Curso Profissional. Por iniciativa do Coordenador ou por deliberação prévia da maioria absoluta dos Colegiados poderão participar de reuniões, sem direito a voto, como convidados, outros membros do Corpo Docente, servidores, ou representantes de entidades das áreas de conhecimento de engenharia, cujas presenças sejam de interesse para as deliberações. E, finalmente, o **Núcleo Docente Estruturante (NDE)** consiste de outro colegiado diretamente vinculado à Pró-Reitoria de Graduação, sendo composto por, no mínimo, 5 membros, sendo Professores mais experientes e com mais tempo de atuação neste Curso para definição do tipo de Engenheiro que a Divisão de Engenharia de Sistemas tem como objetivo formar, e também tem como presidente o Coordenador de Curso, que atua como presidente do NDE. Conforme Resolução da Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior (CONAES) Nº 01 de 17 de junho de 2010, o NDE deve ser constituído por membros do corpo docente do Curso, que exerçam liderança acadêmica no âmbito do mesmo, percebida na produção de conhecimentos na área, no desenvolvimento do ensino, e em outras dimensões entendidas como importantes pela instituição, e que atuem sobre o desenvolvimento do Curso. Além disso, pelo menos, 60% (sessenta por cento) dos membros do NDE devem ter titulação acadêmica de Doutor, obtida em Programas de Pós-Graduação stricto sensu. Os membros do Colegiado de Curso e do NDE são definidos por meio de eleição.

O curso de Engenharia de Sistemas contempla novas abordagens pedagógicas para o processo de ensino-aprendizagem, orientadas segundo a taxonomia de Bloom e aplicando técnicas como *Flipped Classroom*, CDIO (*Concept Development Implement Operate*) e, principalmente, PBL (*Problem-Based Learning*).

O PBL é uma metodologia de ensino-aprendizagem colaborativa e contextualizada que parte de situações-problema para motivar, direcionar e iniciar a aprendizagem. Ela será de grande valia para quebrar o paradigma atual de formação de engenheiros como uma metodologia que envolve o trabalho em equipe, e tendo como conceitos estruturantes a responsabilização dos alunos pela aprendizagem e o uso adequado de competências pessoais e interpessoais, como a capacidade de ouvir, de partilhar informações e o respeito pelas ideias do outro, a interação constante com os colegas bem como a interdependência entre eles.

É necessário que os estudantes executem as atividades de forma participativa e colaborativa, sentindo-se, ao lado dos docentes e colegas de curso, sujeitos do processo de aprendizagem e não apenas receptores de informações. O ato de ficar sentado em sala, ouvindo o professor e copiando não implica em uma aprendizagem ativa. É a partir dessas considerações que este Projeto Pedagógico norteia o planejamento didático dos docentes

atuantes no curso, os quais, embora tenham autonomia para o desenvolvimento do conteúdo programático, têm como referência o uso das metodologias ativas.

O curso de Engenharia de Sistemas trabalhará em duas frentes distintas em relação ao contínuo acompanhamento das atividades. A primeira considera o acompanhamento das atividades dentro das disciplinas e a segunda considera o feedback discente com respeito às disciplinas ao longo do curso. No caso do acompanhamento das atividades no âmbito das disciplinas, o docente será incentivado a utilizar três tipos de estratégias, baseando-se nos estudos de Bloom: diagnóstica (analítica), formativa (controladora) e somativa (classificatória). O instrumento diagnóstico auxilia o docente a detectar ou fazer uma verificação dos conteúdos e conhecimento dos discentes. E a partir dos dados deste diagnóstico realizar o planejamento de ações que supram as necessidades e atinjam os objetivos propostos.

E, dentro do contexto das disciplinas oferecidas, e disciplinas interligadas, os discentes são instigados a resolver problemas reais que envolvam o conteúdo sendo ministrado pelo docente.

A estrutura curricular do Curso de Engenharia de Sistemas toma por base a formação de um profissional com capacidade para atuar em áreas onde o pensamento sistêmico se faz presente, na escrita de requisitos, estruturação de arquiteturas e na modelagem/simulação de sistemas. Para isso o curso se fundamenta tanto em disciplinas de um núcleo sistêmico, chamado *system-centric*, como em disciplinas que vão dar experiência de desenvolvimento de aplicações reais, chamado de *domain-centric*.

O desenho da estrutura curricular do Curso de Engenharia de Sistemas levou em consideração 5 componentes:

- Grade do Curso Fundamental do ITA;
- Resoluções das Diretrizes Curriculares Nacionais para Cursos de Graduação em Engenharia;
- Elementos principais de um possível conteúdo das atividades regulamentadas para o profissional de Engenharia de Sistemas;
- Estrutura Curricular sugerida pelo INCOSE; e
- Lições aprendidas de stakeholders de organizações militares, indústria e academia.

Várias disciplinas que integram os núcleos do curso de Engenharia de Sistemas são amparadas por atividades laboratoriais, onde predominam a coletividade e os trabalhos e projetos em grupos. Isso sem menosprezar a relevância da elaboração, confecção e apresentação de relatórios. As disciplinas do curso de Engenharia de Sistemas buscam,

mediante os seus planos de ensino, não somente a formação técnica; como também a formação ético-social do graduando.

Segundo Hall, Gilman foi o primeiro a ensinar Engenharia de Sistemas de forma estruturada, abordando-a não apenas como uma disciplina técnica, mas como uma forma de pensamento aplicada à resolução de grandes problemas interdisciplinares. Ele priorizava o pensamento sistêmico, a interdisciplinaridade e o foco no ciclo de vida completo de sistemas complexos, utilizando casos reais e problemas do setor industrial e militar como base para a aprendizagem.

Inspirando-se nesse modelo, o curso de Engenharia de Sistemas do ITA poderia adotar uma abordagem pedagógica baseada em grandes desafios integradores, com problemas reais trazidos por parceiros estratégicos como a Força Aérea Brasileira, EMBRAER, INPE, Casa dos Ventos, Porto do Pecém, órgãos do setor público, dentre muitos outros. O ensino seria estruturado ao redor de estudos de projeto e laboratórios de modelagem sistêmica, nos quais os alunos trabalhariam desde o primeiro semestre com cenários reais, desenvolvendo habilidades em especificação de requisitos, modelagem, arquitetura de sistemas, integração e validação. Como no MIT de Gilman, disciplinas tradicionais são reorganizadas em torno desses projetos, com forte ênfase na engenharia colaborativa, uso de simulações, prototipagem digital e integração de ferramentas modernas (SysML, MBSE, etc.), reforçando uma formação sistêmica desde o início da jornada acadêmica.

Essa pedagogia ativa e orientada por desafios reais ajudaria a consolidar o perfil do engenheiro de sistemas como um profissional estratégico, capaz de atuar na fronteira entre tecnologia, missão e organização — exatamente como Gilman visualizou ao fundar essa abordagem no MIT.

O curso de Engenharia de Sistemas reger-se-á por princípios e valores que permitam a busca permanente da excelência acadêmica:

- Liberdade de ensino, pesquisa e extensão, bem como de divulgação do pensamento, da arte e do saber;
- Pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas;
- Gestão democrática;
- Valorização dos seus recursos humanos;
- Indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão;
- Respeito à pessoa e a seus direitos naturais;
- Internacionalização;
- Compromisso com a paz, com a defesa dos direitos humanos e com a preservação ambiental;
- Compromisso com a ética, a liberdade e a democracia;



-
- Compromisso com a formação de cidadãos altamente qualificados para o exercício profissional;
 - Compromisso com o desenvolvimento científico, tecnológico, cultural e econômico, com o bem-estar social e com a melhoria da qualidade de vida da população local, regional e do país.

Buscando atingir o perfil de egresso proposto pelo curso, busca-se adotar diferentes metodologias no desenvolvimento das atividades acadêmicas, sejam elas em disciplinas ou projetos, tendo como parâmetro para a escolha a aptidão do professor, o conteúdo, espaço físicos (contemplando uma das diretrizes do ITA que orientam a turmas pequenas), bem como o perfil dos discentes para os quais a metodologia será aplicada.

O curso tem o regime seriado e semestral. Sua duração é de dez semestres. Todos os alunos do ITA cursam as mesmas disciplinas nos quatro primeiros semestres denominados Curso Fundamental.

No quinto semestre, os alunos do curso de Engenharia de Sistemas passam a cumprir um currículo particularizado, como ocorre com os alunos dos demais cursos de engenharia do ITA.

Desta forma, os seis últimos semestres, denominados Curso Profissional, definem em maior escala o perfil profissional específico em Engenharia de Sistemas.

A Engenharia de Sistemas é por definição multidisciplinar, envolvendo partes de diferentes engenharias, gerenciamento, e de software. A formação básica generalista englobará trilhas nas seguintes temáticas: (i) Pesquisa Operacional; (ii) Visão Sistêmica (core da Engenharia de Sistemas); (iii) Design de Sistemas; (iv) Emprego de Software e Interação; e (v) Projeto Prático. Onde:

- A trilha de Pesquisa Operacional contém o fluxo da identificação da necessidade, técnicas de modelagem até a otimização de sistemas;
- A trilha de Visão Holística é o fio central do curso, ela começa com o pensamento sistêmico e a incorporação dos aspectos legais, e vai até o desdobramento da arquitetura de sistemas nos múltiplos aspectos programáticos que precisam ser avaliados de maneira integrada;
- A trilha de Design de Sistemas apresentará um tipo de domínio de aplicação para o qual a Engenharia de Sistemas pode ser aplicada como exemplo de sistema. A figura a seguir apresenta o fluxo temático da linha de Design de Sistemas;
- A trilha de Emprego de Software e Interação apresenta a integração de alguns elementos da Engenharia de Software e Fatores Humanos para interação com sistemas;

- A trilha de Projeto Prático foi estruturada como uma representação do ciclo de vida, e do CDIO, para integrar semestralmente os conteúdos incorporados a cada fase.

Integrando todas as linhas e estruturando através dos três anos profissionais, foi possível montar a proposta da arquitetura, como apresentado pela figura a seguir.

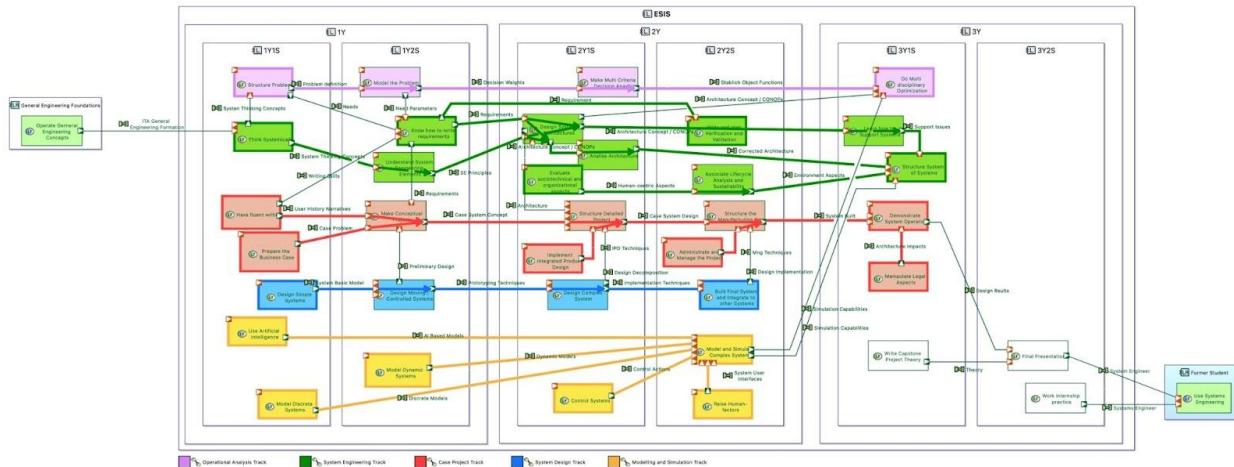


Figura 1. Integração de competências das trilhas temáticas.

Obs.: Essa figura não representa um mapeamento 1:1 das disciplinas, e sim a ordem de encadeamento das trilhas temáticas.

Ao longo do Curso Profissional os alunos realizam, concebem, projetam, implementam e operam um sistema a ser definido mediante o conselho que fará os projetos alinhados com indústria ou problemas regionais. Nos 2º e 3º anos profissionais (4º e 5º anos do curso) os alunos de Engenharia de Sistemas podem escolher matérias eletivas, tendo a possibilidade de opção por disciplinas de pós-graduação, e realizam um Trabalho de Graduação (TG). Essas disciplinas eletivas e o TG permitem que o aluno, se o quiser, tenha certo grau de especialização.

O estágio curricular supervisionado é parte integrante do Curso de Engenharia de Sistemas e tem duração mínima de 160 horas.

O curso de Engenharia de Sistemas trabalhará em duas frentes distintas em relação ao contínuo acompanhamento das atividades. A primeira considera o acompanhamento das atividades dentro das disciplinas e a segunda considera o feedback discente com respeito às disciplinas ao longo do curso. No caso do acompanhamento das atividades no âmbito das disciplinas, o docente será incentivado a utilizar três tipos de estratégias, baseando-se

nos estudos de Bloom¹² ¹³: diagnóstica (analítica), formativa (controladora) e somativa (classificatória). O instrumento diagnóstico auxilia o docente a detectar ou fazer uma verificação dos conteúdos e conhecimentos dos discentes. E a partir dos dados desse diagnóstico realizar o planejamento de ações que supram as necessidades e atinjam os objetivos propostos.

Para tal, questionários, perguntas e conversas com os discentes são realizados, além de consultas ao histórico escolar e fichas de anotações durante o ciclo de vida do discente na universidade. No caso da estratégia formativa, o objetivo é verificar se tudo aquilo que foi proposto pelo docente no seu planejamento em relação aos conteúdos está sendo atingido durante todo o processo de ensino-aprendizagem do discente passo a passo. Algumas dessas ferramentas incluem verificação do desempenho do discente em atividades de classe, acompanhamento periódico de trabalhos solicitados e eventualmente testes relativamente formais para aferir a aprendizagem discente. Por fim, a abordagem Somativa tem o objetivo de atribuir notas e conceitos para o discente ser promovido ou não de uma classe para outra, normalmente realizado durante o bimestre.

E, dentro do contexto das disciplinas oferecidas, e disciplinas interligadas, os discentes são instigados a resolver problemas reais que envolvam o conteúdo sendo ministrado pelo docente. Neste sentido, o discente possui autonomia para escolher os possíveis caminhos que o conduzirão ao resultado esperado, promovendo principalmente as competências transversais adquiridas ao longo do curso.

Finalmente, a **Avaliação de Desempenho Docente (ADD)** conta com importante participação dos estudantes na sua própria concepção. Semestralmente, procura-se oferecer aos estudantes um formulário útil, conciso, objetivo e ágil. A Pró-Reitoria de Graduação do ITA busca contínuo melhoramento na documentação de retorno, com identificação inequívoca do *feedback* sendo veiculado e garantir um retorno ao docente mais direto, rico e produtivo.

¹² Disponível em Bloom, B. S.; Engelhart, M. D.; Furst, E. J.; Hill, W. H.; Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. Vol. Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay Company.

¹³ Disponível em Bloom, B. S. (1994). "Reflections on the development and use of the taxonomy". In Rehage, Kenneth J.; Anderson, Lorin W.; Sosniak, Lauren A. (eds.). *Bloom's taxonomy: A forty-year retrospective*. Yearbook of the National Society for the Study of Education. Vol. 93. Chicago: National Society for the Study of Education. ISSN 1744-7984

4.2. Grade Curricular

O desenho da estrutura curricular do Curso de Engenharia de Sistemas levou em consideração 5 componentes:

- Grade do Curso Fundamental do ITA;
- Resoluções das Diretrizes Curriculares Nacionais para Cursos de Graduação em Engenharia;
- Elementos principais de um possível conteúdo das atividades regulamentadas para o profissional de Engenharia de Sistemas;
- Estrutura Curricular sugerida pelo INCOSE (*International Concil on Systems Engineering*); e
- Lições aprendidas de stakeholders de organizações militares, indústria e academia.

A Figura a seguir exemplifica as relações para a função principal do curso que é “Formar alunos em Engenharia de sistemas”. Esta função recebe 8 inputs de diferentes stakeholders envolvidos como:

- Curso Fundamental: que provê “condições iniciais” para o curso profissional através da Formação da Base Fundamental da Engenharia;
- ITA: que provê “recursos” como RH e organizacional;
- FAB (estendendo-se a outras forças armadas) e a Industria: que proveem “demandas” de um perfil profissional, e no caso da FAB ainda o contribui com “infraestrutura”, provendo espaço e suporte para o curso e suas atividades;
- INEP (estendendo-se ao MEC como um todo): que provê elementos de “legislação e competências” que são necessárias para credenciar a formação do Engenheiro de Sistemas;
- CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia): que provê “legislação” através de resoluções que habilitam os alunos egresso a exercer a profissão; e
- INCOSE: que provê as características do “perfil profissional”, estabelecendo o arcabouço de boas práticas que os egressos precisam possuir para praticar a Engenharia de Sistemas.

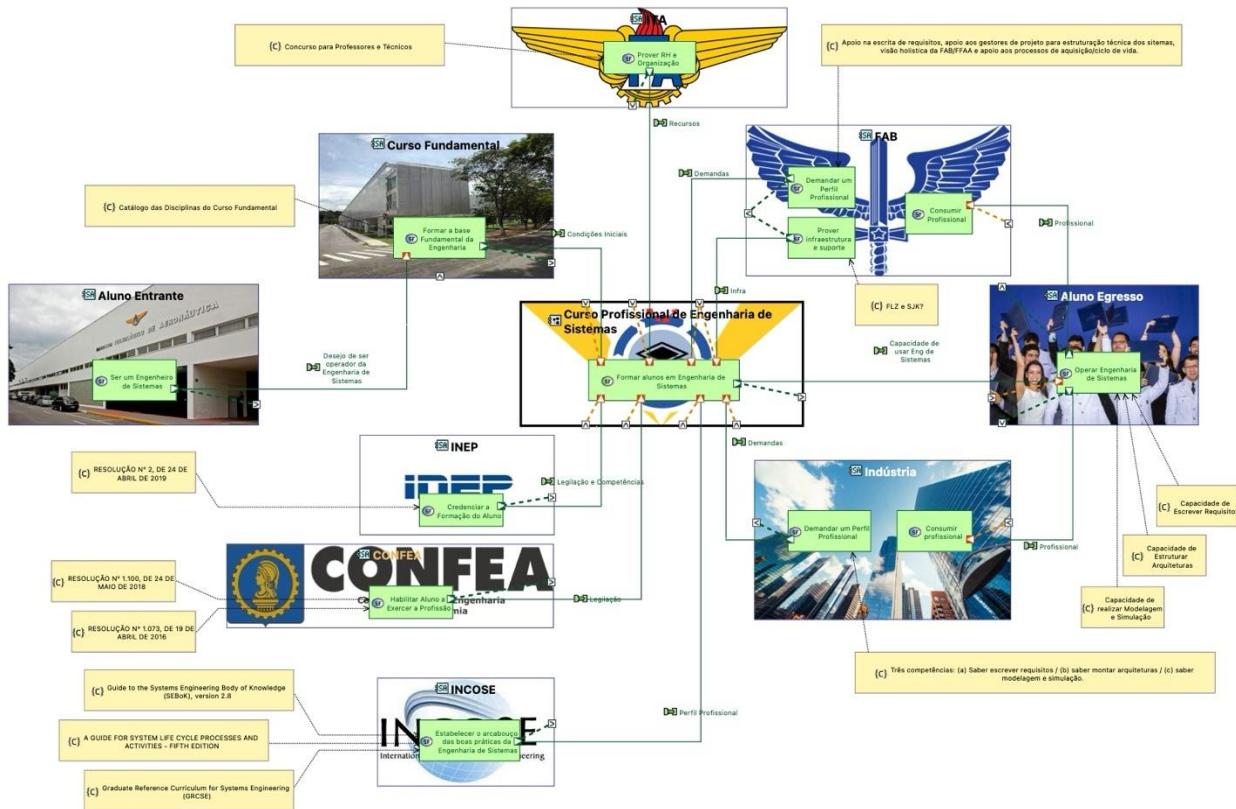


Figura 2. Arquitetura do Curso de Engenharia de Sistemas.

A partir do 2º Período do 2º Ano Profissional, e para os subsequentes 1º e 2º Períodos do 3º Ano Profissional, o cumprimento das disciplinas obrigatórias e atividades formativas centrais do curso poderá seguir uma das seguintes modalidades:

- **Modalidade Regular:** O aluno cursará as disciplinas obrigatórias e demais atividades previstas para estes semestres diretamente no ITA, conforme detalhado sequencialmente abaixo. Os requisitos de Disciplinas Eletivas, Estágio Curricular Supervisionado e Atividades Complementares deverão ser cumpridos pelo aluno para seu curso.
- **Modalidade Duplo Diploma:** O aluno poderá optar por participar de um programa de duplo diploma em uma instituição de ensino superior no exterior, desde que exista um acordo específico vigente e aprovado pelo Núcleo Docente Estruturante (NDE) do curso de Engenharia de Energia. A equivalência de disciplinas e atividades deve estar de acordo com o Projeto Pedagógico do Curso.

As disciplinas estão identificadas por sua sigla (3 letras e 2 números), seu nome e mais 4 dígitos que correspondem à carga horária semanal (horas-aula) para: [teoria] [exercícios] [laboratório] [estudo não supervisionado], como é mostrado na Fig. 3. A grade curricular mostra, ainda, sobre a sigla da disciplina, as siglas das disciplinas que lhes são pré-requisito.

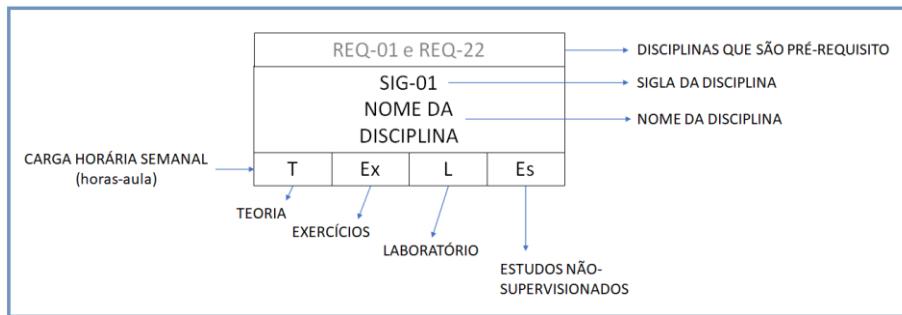


Figura 3. Desenho esquemático de uma disciplina na grade horária do Curso.

O currículo do curso de Engenharia de Sistemas é atualizado anualmente, devendo obter parecer favorável do NDE, da Comissão de Currículos (CCR) e da Congregação do ITA para alteração. O currículo e as ementas aprovadas do curso constarão no Catálogo dos Cursos de Graduação em Engenharia do ITA, em sua versão mais atualizada. Na seção A do Anexo 1 consta a atual proposta de currículo. As propostas de ementa constam na seção B do Anexo 1. A visão geral do currículo inserida nesta seção e o conteúdo dos anexos são apenas ilustrativos. A versão mais recente do Catálogo dos Cursos de Graduação em Engenharia do ITA (<http://www.ita.br/grad/catalogo>), incorporada por referência neste PPC, substitui a versão apresentada neste documento.

Disciplinas Eletivas

A matrícula em eletivas está condicionada ao aluno haver cursado os pré-requisitos da disciplina, à disponibilidade de vagas, e à aprovação do professor responsável e da Coordenação do Curso. Essas disciplinas podem ser de graduação (dos Cursos Fundamental e Profissionais) ou de pós-graduação do ITA.

O aluno deverá cursar com aproveitamento um mínimo de 192 horas-aula de eletivas, integralizadas a partir do 1º ano do Fundamental. Deste total 64 horas-aula de disciplinas eletivas deverão ser cursadas a partir do 1º Ano Profissional.

Em adição à carga horária acima, até 48 horas-aula de eletivas podem substituir carga horária equivalente (40 horas) de Atividades Complementares.

Observação: o total de horas-aula de eletivas inclui aquelas que foram eventualmente cursadas no Currículo do Curso Fundamental.

Observação: o total de horas-aula de eletivas inclui aquelas que foram previstas no Currículo do Curso Fundamental.

[LISTAR POSSÍVEIS DISCIPLINAS ELETIVAS]

4.2.2. Estágio Curricular Supervisionado

O aluno deverá realizar um mínimo de 360 horas de Estágio Curricular Supervisionado integralizadas a partir do fim do 1º ano Profissional ou durante suspensão de matrícula; de acordo com as normas reguladoras próprias.

O estágio deverá estar relacionado à Engenharia de Sistemas e ser supervisionado por um professor do curso e um profissional da instituição concedente. A aprovação será condicionada à entrega de relatório final e parecer do supervisor externo. O estágio também pode ser realizado em contexto internacional com validação da comissão de estágio.

4.2.3. Atividades Complementares

O aluno deverá comprovar um mínimo de 200 horas de Atividades Complementares, de acordo com as normas reguladoras próprias, integralizadas a partir do primeiro período do 1º ano do Fundamental.

As atividades complementares deverão ser contabilizadas até o último semestre do Curso Profissional, conforme data prevista no calendário escolar/administrativo do ITA para entrega de requerimento pelo aluno.

4.2.4. Atividades de Extensão

Conforme determinação legal, o curso contempla no mínimo 10% da carga horária total dedicada às atividades de extensão universitária, conforme a Resolução CNE/CES 07/2018.

As atividades de extensão serão integradas ao currículo através de projetos interdisciplinares, envolvendo aplicação da Engenharia de Sistemas em comunidades, organizações governamentais, não governamentais e setores produtivos. Exemplos incluem o desenvolvimento de sistemas de monitoramento para infraestrutura urbana, participação em hackathons sociais, e soluções de apoio à defesa civil. A coordenação do curso definirá editais específicos anuais para organização das atividades de extensão com base em demandas regionais e nacionais.

4.2.5. Trabalho de Graduação (TG)

O Trabalho de Graduação será desenvolvido em duas etapas (TG1 e TG2), com carga horária total de 256 horas, sendo obrigatória a realização de um projeto relacionado à engenharia de sistemas com base em problema real, envolvendo modelagem, simulação, projeto e avaliação. A orientação será feita por docente do curso e o trabalho será avaliado por banca constituída por pelo menos três membros. A documentação incluirá relatório técnico, protótipo (se aplicável) e apresentação oral.

4.2.6. Programa de Mestrado na Graduação (PMG) e Programas de Formação Complementar (PFC)

A matrícula de alunos da graduação nos programas de pós-graduação é viabilizada através do Programa Mestrado para Graduandos (PMG), da Pró-reitoria de Pós-Graduação. Este programa têm como objetivo possibilitar o início das atividades de pós-graduação durante os últimos anos do curso de graduação. Com isso, ao final do 5º Ano, ou seja, do curso de graduação, o estudante tem a possibilidade de já ter cumprido a maioria dos créditos necessários ao curso de mestrado no ITA.

Disciplinas cursadas como parte do PMG também podem ser consideradas como disciplinas eletivas da graduação. O Trabalho de Graduação (TG) pode ser utilizado como parte da Dissertação de Mestrado, de acordo com os interesses do aluno e orientador. Mediante parecer favorável da Coordenação do Curso, as pesquisas realizadas como parte do PMG podem ser consideradas para Estágio Supervisionado.

O grau de flexibilização curricular é projetado de forma a permitir que o estudante que assim o deseje possa aderir a algum dos Programas de Formação Complementar (PFC) oferecidos pelo ITA. Assim, além da Graduação em Engenharia de Energia, o estudante pode candidatar-se a um Programa de Formação Complementar como Engenharia Física (PFC-F), Inovação (PFC-I), Bioengenharia (PFC-B), Engenharia de Controle e Automação (PFC-C), ou Ciência de Dados (PFC-D), por exemplo. Para obter o certificado de um PFC, o aluno deve satisfazer tanto os requisitos do PFC, regido por normas próprias, quanto os do Curso de Engenharia de Energia. As disciplinas cursadas como parte do PFC podem ser consideradas como disciplinas eletivas da graduação em Engenharia de Energia.

4.2.7. Intercâmbios e equivalências

Considerando as vantagens de um processo de aprendizado globalizado, é incentivada a mobilidade dos estudantes para outras instituições de ensino superior. No caso de participação em programas de intercâmbio formalmente intermediados pelo ITA ou

autorizados pela Coordenação do Curso, o aluno pode requerer a equivalência de disciplinas, atividades complementares e/ou estágios, desde que haja compatibilidade de carga horária total e dos principais tópicos de estudo.

Cabe à Coordenação do Curso, auxiliado pelo Colegiado de Curso, a análise técnica das equivalências, a partir de uma proposta submetida pelo estudante, acompanhada de documentação comprobatória e descritiva das atividades realizadas. Recomenda-se uma aprovação prévia do plano de estudo e proposta de equivalência.

Para a contabilização de carga horária de disciplinas, o ITA utiliza apenas a carga horária de horas supervisionadas (em sala de aula ou em atividades práticas supervisionadas). Apesar disso, a quantidade de horas previstas de estudo não-supervisionado para cada disciplina também é apresentada no Catálogo, para referência. Em caso de aproveitamento de estudos realizados em outras instituições de ensino superior com sistema diferente de créditos, o Coordenador de Curso, assistido pelo Colegiado, deve ser flexível, considerando as particularidades de cada sistema.

4.2.8. Programas de duplo diploma

Em caso de acordos de duplo diploma com instituições do exterior, não é necessária equivalência direta dos tópicos das disciplinas assinaladas como de conhecimento “específico”, desde que o conjunto de disciplinas e atividades realizadas no exterior durante o duplo diploma demonstrem o desenvolvimento de conhecimentos específicos compatíveis com as competências, perfil do egresso e objetivos do curso de Engenharia de Energia.

A modalidade de duplo diploma só se aplica a universidades estrangeiras com acordo específico aprovado pelo Núcleo Docente Estruturante (NDE). Essa aprovação confirma que o currículo integral da parceira complementa o do ITA, atende às Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia e ao Projeto Pedagógico do Curso, garantindo a formação plena do engenheiro e todas as competências previstas. Acordos que não tenham sido ratificados pelo NDE servem apenas para mobilidade acadêmica, exigindo do aluno a solicitação de equivalência de disciplinas e atividades de acordo com a seção “Intercâmbios e equivalências”.

Cabe à Coordenação do Curso, auxiliado pelo Colegiado de Curso, a análise técnica das equivalências, a partir de uma proposta submetida pelo estudante, acompanhada de documentação comprobatória e descritiva das atividades realizadas. Recomenda-se uma aprovação prévia do plano de estudo e proposta de equivalência.

Durante o período em que estiver regularmente matriculado e com progresso satisfatório no programa de duplo diploma no exterior (conforme atestado pela instituição parceira e acompanhado pela Coordenação do Curso no ITA), o aluno ficará dispensado de cursar as disciplinas obrigatórias e demais atividades acadêmicas presenciais correspondentes aos semestres letivos do ITA (tipicamente, o 2º Período do 2º Ano Profissional e os dois períodos do 3º Ano Profissional) que ocorreriam durante sua participação no programa no exterior.

4.3. Estratégias de Ensino

Em todas as atividades do curso de Engenharia de Sistemas a avaliação dos discentes se dará mediante os critérios de avaliação conforme a Norma de Graduação vigente do ITA. A avaliação do processo de aprendizagem de cada disciplina será descrita pelos planos de ensino. Os docentes serão incentivados a diversificarem o processo avaliativo.

O curso de Engenharia de Sistemas tem cinco tipos de componentes curriculares: Disciplinas (regulares, optativas e eletivas), Trabalho Final de Graduação (TCC), Estágio Supervisionado, Atividades Complementares e de Extensão.

As regras para verificação do rendimento escolar destes componentes também estão estabelecidas na Norma de Graduação. O sistema de avaliação do processo de ensino-aprendizagem dos discentes do curso de Engenharia de Sistemas deverá estar regulamentado por essa mesma Norma.

A verificação do rendimento escolar deverá ser feita por componente curricular, abrangendo os aspectos de frequência e aproveitamento, ambos eliminatórios. É de responsabilidade dos docentes a verificação do rendimento escolar e frequência acadêmica. Entende-se por frequência acadêmica o comparecimento às atividades didáticas de cada componente curricular.

Será considerado aprovado em frequência o discente que obtiver os requisitos de assiduidade nas atividades teóricas e práticas. Nos componentes curriculares é obrigatória a proposição de atividades de avaliação. A forma, a quantidade e o valor relativo das atividades de avaliação constarão obrigatoriamente dos planos de ensino. Para aprovação nos componentes curriculares, o discente deverá obter a média igual ou superior à média de aprovação estabelecida na Norma de Graduação, além da frequência mínima prevista. O discente que obtiver uma média inferior à média de aprovação e a frequência mínima exigida sofrerá as consequências estabelecidas e descritas na Norma de Graduação.

A avaliação do Projeto Pedagógico do curso de Engenharia da Sistemas ocorrerá, tanto internamente quanto por meio da Congregação e da DCE quanto externamente, conforme prevê o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), criado pela lei no.

10.861 de 14 de abril de 2004, caracterizada por instrumentos quantitativos e qualitativos do processo ensino-aprendizagem.

Esse duplo processo avaliativo tem como objetivo geral a formação e o desenvolvimento de um projeto acadêmico baseado nos princípios da democracia, autonomia, pertinência e responsabilidade social. A formulação inicial e a revisão periódica desse projeto são de responsabilidade do Núcleo Docente Estruturante (NDE) do curso de Engenharia de Sistemas, constituído por docentes, mestres e doutores, com experiência nas áreas do curso.

4.4. Integralização Curricular

A carga horária do curso é cumprida pelos alunos bolsistas de tempo integral em 10 semestres. Cada semestre é composto por 19 semanas, cronologicamente distribuídas da seguinte forma: 8 semanas de aulas, 1 semana sem aulas (semana de recuperação), mais 8 semanas de aulas, e finalmente, 2 semanas para os exames finais. Cada hora-aula tem duração de 50 minutos.

Maiores detalhes sobre o currículo são publicados anualmente no Catálogo de Graduação do ITA, que descreve a implementação curricular aprovada pela Congregação do Instituto para o ano em pauta. A estrutura apresentada abaixo serve de base para o Catálogo de Graduação, que contém ainda a relação das matérias eletivas e extracurriculares disponibilizadas a cada ano. As ementas e a bibliografia relevantes às disciplinas listadas nesta estrutura curricular estão relacionadas no Anexo 2. Ali se encontram as ementas das principais disciplinas eletivas em Engenharia de Sistemas. Como detalhado abaixo, o aluno tem ainda a possibilidade de escolher disciplinas eletivas entre todas as disciplinas de pós-graduação oferecidas pelo ITA, dependendo da aprovação da Coordenação do Curso de Engenharia de Sistemas.

Legenda: T – Teórica / E – Exercícios / L – Laboratório / S – Semanal / S-16 – 16 Semanas

MATRIZ DO CURSO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS							
		Carga Horária Semanal					
1º Período		T	E	L	S	S-16	HR
							%
CES-10	Introdução à Computação	4	0	2	6	96	80,0
FND-01	Colóquio (Nota 3)	2	0	0	2	32	26,7
HUM-01	Epistemologia e Filosofia da Ciência (Nota 8)	3	0	0	3	48	40,0
HUM-70	Tecnologia e Sociedade (Nota 7)	2	0	1	3	48	40,0
MAT-13	Cálculo Diferencial e Integral I	4	0	0	4	64	53,3



MAT-15	Sequências e Séries	2	0	0	2	32	26,7	1%
MAT-17	Vetores e Geometria Analítica	2	0	0	2	32	26,7	1%
MTP-03	Introdução à Engenharia (Nota 4)	1	0	1	2	32	26,7	1%
QUI-18	Química Geral I	2	0	3	5	80	66,7	2%
	Práticas Desportivas (Nota 1)	0	0	2	2	32	26,7	1%
Subtotal T1 e T2		19	0	7	26	416	346,7	10%
Subtotal T3 e T4		20	0	6	26	416	346,7	
		Carga Horária Semanal						
2º Período		T	E	L	S	S-16	HR	%
CES-11	Algoritmos e Estrutura de Dados	3	0	1	4	64	53,3	1%
FIS-15	Mecânica I	4	0	0	4	64	53,3	1%
FIS-15	Física Experimental I (Nota 4)	0	0	3	3	48	40,0	1%
HUM-01	Epistemologia e Filosofia da Ciência (Nota 7)	3	0	0	3	48	40,0	1%
HUM-70	Tecnologia e Sociedade (Nota 8)	2	0	1	3	48	40,0	1%
MAT-22	Cálculo Diferencial e Integral II	4	0	0	4	64	53,3	1%
MAT-27	Álgebra Linear e Aplicações	4	0	3	7	112	93,3	3%
QUI-27	Química Geral II	2	0	3	5	80	66,7	2%
	Práticas Desportivas (Nota 1)	0	0	2	2	32	26,7	1%
Subtotal T1 e T2		20	0	7	27	432	360,0	10%
Subtotal T3 e T4		19	0	8	27	432	360,0	
		Carga Horária Semanal						
3º Período		T	E	L	S	S-16	HR	%
CCI-22	Matemática Computacional	1	0	2	3	48	40,0	1%
FIS-27	Mecânica II	4	0	0	4	64	53,3	1%
FIS-28	Física Experimental II	0	0	3	3	48	40,0	1%
FIS-32	Eletricidade e Magnetismo	4	0	3	7	112	93,3	3%
MAT-32	Equações Diferenciais Ordinárias	4	0	0	4	64	53,3	1%
MAT-36	Cálculo Vetorial	3	0	0	3	48	40,0	1%
GED-13	Probabilidade e Estatística	3	0	0	3	48	40,0	1%
Subtotal		19	0	8	27	432	360,0	10%
		Carga Horária Semanal						
4º Período		T	E	L	S	S-16	HR	%
EST-10	Mecânica dos Sólidos	3	0	0	3	48	40,0	1%
FIS-46	Ondas e Física Moderna	4	0	3	7	112	93,3	3%
MAT-42	Equações Diferenciais Parciais	4	0	0	4	64	53,3	1%



MAT-46	Funções de Variável Complexa	3	0	0	3	48	40,0	1%
GED-72	Princípios da Economia	3	0	0	3	48	40,0	1%
MEB-01	Termodinâmica	3	0	0	3	48	40,0	1%
MPG-05	Fundamentos de Desenho Técnico	4	0	3	7	112	93,3	3%
EST-10	Mecânica dos Sólidos	3	0	0	3	48	40,0	1%
Subtotal		27	0	6	33	528	440,0	12%
5º Período		T	E	L	S	S-16	HR	%
ARQ-01	Fundamentos de Engenharia de Sistemas	4	0	0	4	64	53,3	1%
ARQ-07	Modelagem e Intervenção em Problemas Complexos	3	0	0	3	48	40,0	1%
DIG-01	Introdução ao Design de Sistemas	0	0	6	6	96	80,0	2%
DIG-02	Descoberta e Análise de Necessidades	0	0	4	4	64	53,3	1%
MOD-01	Introdução à Inteligência Artificial para Engenheiros de Sistemas	2	0	2	4	64	53,3	1%
MOD-02	Modelagem de Sistemas Discretos	4	0	0	4	64	53,3	1%
Subtotal		13	0	12	25	400	333,3	9%
		Carga Horária Semanal						
6º Período		T	E	L	S	S-16	HR	%
ARQ-11	Engenharia de Requisitos e Verificação Baseada em Modelos	3	0	0	3	48	40,0	1%
ARQ-17	Modelagem e Otimização em Pesquisa Operacional	3	0	0	3	48	40,0	1%
ARQ-21	Arquitetura de Sistemas e Instanciação Funcional	2	0	0	2	32	26,7	1%
DIG-03	Projeto Conceitual de Sistemas	0	0	3	3	48	40,0	1%
DIG-04	Prototipagem de Sistemas com Tecnologias Inteligentes	3	0	0	3	48	40,0	1%
MOD-03	Modelagem de Sistemas Dinâmicos	4	0	2	6	96	80,0	2%
MOD-04	Fundamentos de Engenharia de Software	4	0	2	6	96	80,0	2%
Subtotal		19	0	7	26	416	346,7	10%
		Carga Horária Semanal						
7º Período		T	E	L	S	S-16	HR	%
ARQ-31	Análise Sistêmica e Segurança em Arquiteturas	4	0	0	4	64	53,3	1%
ARQ-37	Decisão Multicritério e Apoio à Escolha	2	0	0	2	32	26,7	1%
ARQ-39	Sistemas Sociotécnicos e Cibernética Organizacional	2	0	0	2	32	26,7	1%
DIG-05	Projeto Detalhado e Desenvolvimento Integrado de Produto	0	0	4	4	64	53,3	1%
DIG-06	Prototipagem Avançada e Sistemas de Controle Integrado	0	0	4	4	64	53,3	1%
MOD-05	Controle de Sistemas Dinâmicos	4	0	0	4	64	53,3	1%
Subtotal		12	0	8	20	320	266,7	7%
		Carga Horária Semanal						

8º Período		T	E	L	S	S-16	HR	%
ARQ-35	Sustentabilidade e Avaliação de Ciclo de Vida	2	0	0	2	32	26,7	1%
ARQ-49	Gestão de Projetos e Riscos em Sistemas Complexos	2	0	0	2	32	26,7	1%
ARQ-59	Economia de Sistemas e Avaliação Econômica	2	0	0	2	32	26,7	1%
ARQ-69	Administração e Modelos Organizacionais em Engenharia	2	0	0	2	32	26,7	1%
DIG-07	Manufatura e Produção de Sistemas	0	0	6	6	96	80,0	2%
DIG-08	Gestão Integrada: Projetos, Economia e Organizações	2	0	0	2	32	26,7	1%
MOD-06	Modelagem e Simulação de Sistemas Complexos	4	0	0	4	64	53,3	1%
Subtotal		14	0	6	20	320	266,7	7%
		Carga Horária Semanal						
9º Período		T	E	L	S	S-16	HR	%
ARQ-20	Direito e Aspectos Legais dos Sistemas	2	0	0	2	32	26,7	1%
ARP-41	Supporte Logístico e Sustentação de Sistemas	2	0	0	2	32	26,7	1%
ARQ-70	Otimização Multidisciplinar de Sistemas	2	0	0	2	32	26,7	1%
DIG-09	Avaliação Operacional e Fatores Humanos em Sistemas	2	0	2	4	64	53,3	1%
MOD-07	Simulação Distribuída de Sistemas de Sistemas	2	0	4	6	96	80,0	2%
TG-1	Trabalho de Graduação 01 (Notas 3 e 5)	0	0	8	8	128	106,7	3%
Subtotal		10	0	14	24	384	320,0	9%
		Carga Horária Semanal						
10º Período		T	E	L	S	S-16	HR	%
TG-2	Trabalho de Graduação 02 (Nota 5)	0	0	8	8	128	106,7	3%
Subtotal		0	0	8	8	128	106,7	3%

RESUMO					S	Total	HR	%
	Curso Fundamental					1808	1506,7	40%
	Curso Profissional (+ Trabalho de Graduação)					1968	1640,0	43%
	Estágio Curricular Supervisionado				12	360	300,0	8%
	Eletivas					192	160,0	4%
	Extensão (transversal em diversas disciplinas e atividades)					452,8	377,3	10%
	Complementares					200	166,7	4%
Total:							4528	3773,3

Nota 1 - O aluno que estiver cursando o CPOR/SJ será dispensado da obrigatoriedade de Práticas Desportivas. Aos alunos dos demais anos dos Cursos Fundamental e Profissional serão proporcionados orientação e estímulo à participação em modalidades desportivas.

Nota 2 - Disciplina sem controle de presença.



Nota 3 - Disciplina cujo aproveitamento final será feito através de conceito Satisfatório ou Não Satisfatório (S/NS).

Nota 4 - Disciplina dispensada de exame final.

Nota 5 - O TG – Trabalho de Graduação – é regulado por normas próprias e deverá ser um projeto coerente com a

sua habilitação, sendo considerado atividade curricular obrigatória.

Nota 6 - Disciplina avaliada em etapa única.

Nota 7 - Disciplina obrigatória oferecida somente às Turmas 1 e 2.

Nota 8 - Disciplina obrigatória oferecida somente às Turmas 3 e 4.

5. Administração Acadêmica

A administração acadêmica do Curso de Engenharia Sistemas é atribuída ao Coordenador de Curso. Por outro lado, os recursos humanos, materiais e de infra-estrutura física necessários para o desenvolvimento do Curso são fornecidos pela Divisão de Engenharia de Sistemas do ITA.

5.1. Colegiado do Curso

Colegiado de Curso é um colegiado interno que assessorá o Coordenador do Curso e propõe decisões. Atualmente, compõem o Colegiado dos Curso de Graduação em Engenharia de Sistemas:

- Coordenador de Curso
- [TBD]
- [TBD]
- Representante do 1º ano do Curso Profissional em Engenharia de Sistemas
- Representante do 2º ano do Curso Profissional em Engenharia de Sistemas
- Representante do 3º ano do Curso Profissional em Engenharia de Sistemas

Dentre as atribuições do Conselho de Curso, destacam-se:

1. elaborar e submeter às Divisões Acadêmicas e demais setores competentes:
 - a. o perfil do profissional a ser formado e um plano de ação didático-pedagógico para o ensino no curso, coerente com esse perfil;
 - b. o currículo pleno do Curso e as alterações curriculares, em comum acordo com os Chefes das Divisões Acadêmicas envolvidas no Curso;
2. submeter à Divisão Acadêmica responsável pelo Curso:
 - a. a necessidade de docentes para o cumprimento da carga didática do Curso em consonância com o que foi aprovado ou estabelecido pela Congregação do ITA;
 - b. em cada período letivo, uma proposta de distribuição entre os docentes da carga didática das disciplinas do Curso afetas à Divisão;
 - c. as necessidades de recursos materiais e de infra-estrutura necessários para o desenvolvimento do currículo, de acordo com Projeto Pedagógico estabelecido;
3. elaborar e implementar um sistema de avaliação do Curso, em consonância com os parâmetros gerais estabelecidos pela Pró-Reitoria de Graduação;
4. promover atividades semestrais destinadas à integração curricular de todas as disciplinas e docentes afetos ao Curso;

-
5. organizar discussões de avaliação destinadas a contribuir para o desenvolvimento e melhoria das atividades de ensino relativas ao semestre, que incluirão professores e alunos do Curso;
 6. exercer outras atividades referentes ao ensino de graduação, desenvolvidas na Divisão Acadêmica responsável pelo Curso, mediante solicitação do respectivo Conselho da Divisão;
 7. Participar dos processos de avaliação externa do Curso.

5.2. Apoio ao Discente

O curso de Engenharia de Sistemas herda da estrutura da ITA seus instrumentos de apoio ao discente. Há ações de aconselhamento estudantil, onde a Divisão de Assuntos Estudantis faz o acolhimento dos alunos, com apoio psicopedagógico, acompanhamento do progresso acadêmico, além de servir como instrumento de monitoria individual de cada aluno. O CASD (Centro Acadêmico Santos Dumont) tem amplo acesso para auxiliar os discentes em situações de necessidade e intermediação em casos necessários.

O curso, e o campus, está alinhado com as políticas institucionais de promoção à equidade, diversidade e acessibilidade. O ITA, em conjunto com o Comando da Aeronáutica, mantém programas de apoio psicopedagógico, adaptação de material didático, acessibilidade física e atitudinal. Estudantes de diferentes perfis socioculturais contam com acolhimento institucional e programas de apoio à permanência e à aprendizagem, incluindo bolsas, tutoria e mentorias.

6. Proposta Pedagógica do Curso de Engenharia de Sistemas

A proposta curricular considera as novas demandas em Educação para Engenharia, alinhadas à Resolução CNE/CES Nº 2, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, publicada em 23 de abril de 2019 e que instituiu novas Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia: alta proficiência em Ciências Fundamentais, consciência a respeito de problemas complexos globais, motivação e atitude proativa, visão integrada da Engenharia e uma postura holística e humanista. Considera ainda a atualidade e importância da mobilidade acadêmica, contemplando a possibilidade de um semestre sem aulas presenciais, e o uso de ferramentas tecnológicas, prevendo o oferecimento de disciplinas na modalidade semipresencial e uso de equipamentos para possibilitar aulas (presenciais) à distância. Esta proposta visa delinear um compromisso entre professores, estudantes e a escola com a finalidade de transformar a prática educativa em um instrumento eficiente de execução do projeto político-pedagógico. É uma premissa fundamental que a proposta formulada está em estreita concordância com a política educacional do ITA.

Esta proposta visa delinear um compromisso entre professores, alunos e a escola com a finalidade de transformar a prática educativa em um instrumento eficiente de execução do projeto político-pedagógico. É uma premissa fundamental que a proposta formulada esteja em estreita concordância com a política educacional do ITA.

Uma escola deve ser um local privilegiado, agradável, inspirador e motivador para a construção de conhecimento e o desenvolvimento de competências. Atividades em sala de aula, biblioteca, locais de estudo, tempo livre para estudo e lazer, tempo livres para diálogo com professores e conselheiros devem ser dispostos para este fim.

O conhecimento deve ser construído e competências devem ser desenvolvidas de forma gradual. Para isto ações e meios devem ser planejados e concatenados. Os professores devem conhecer a estrutura curricular, a dimensão disciplinar e interdisciplinar da proposta curricular e entender qual é o papel de cada um individualmente e frente aos demais. Reuniões e conselhos de curso ajudam na integração de todos os participantes do processo de formação.

O coordenador do curso, com o seu conselho, é o gestor de uma atividade pedagógica participativa, levando professores e alunos a participarem da proposta e da sua execução consciente.

O professor é o mediador entre o aluno e o conhecimento e um facilitador do desenvolvimento de competências. Sua atuação vai além da mera transmissão repetitiva do conhecimento, sendo a de um agente que leva o aluno a refletir, descobrir e aplicar.

O coordenador de turma é um professor destacado para acompanhar de perto as atividades propostas para uma turma específica, acompanhando uma mesma turma do início do primeiro ano profissional até a formatura.

O aluno é o foco principal da atividade educativa. Deve participar ativamente do processo educacional, inclusive dando sua contribuição a uma avaliação crítica do curso em geral e da sua proposta pedagógica em particular.

O elenco principal de disciplinas curriculares eletivas do curso é constituído por disciplinas de graduação e pós-graduação. As disciplinas oferecidas por outros Cursos do ITA compõem o elenco complementar de disciplinas eletivas. O aluno que desejar cursar disciplinas de pós-graduação como disciplinas eletivas, pode ir um passo adiante e formalizar um início antecipado do seu programa de pós-graduação ao aderir ao PMG (Programa Mestrado na Graduação), com o qual o aluno pode se matricular na pós-graduação durante o seu último ano de graduação.

A aprovação do conjunto de disciplinas eletivas, que fará parte do currículo escolar do aluno, será feita pelo coordenador do Curso. A aprovação se dará em função carga horária e pré-requisitos das disciplinas.

ANEXOS

Anexo 1: Projeto Político-Pedagógico do ITA

O Projeto Pedagógico do curso de Engenharia de Sistemas do ITA segue uma política educacional estabelecida pela Congregação do ITA que, resumidamente, objetiva uma sólida formação técnica, a formação cívica, ética e social, bem como uma formação/educação extracurricular diversificada.

A sólida formação técnica é viabilizada, resumidamente, com os seguintes paradigmas básicos:

- Um rigoroso concurso de admissão realizado em âmbito nacional.
- Um rigoroso sistema de notas, no qual:
 - a nota final de período (semestre) é definida com base em trabalhos correntes (provas, exercícios, laboratórios) e exame, sendo calculada pela média de 2 notas bimestrais (semi-períodos) e nota de exame final. O aluno nunca é dispensado do exame final, pois as provas bimestrais verificam o aprendizado de partes do conteúdo ensinado e o exame verifica o entendimento global e unificado do assunto tratado na disciplina;
 - a nota mínima de aprovação é 6,5 (na escala de 0,0 a 10,0). Isto significa que o aluno deve demonstrar ter um grau de compreensão e domínio de aproximadamente dois terços do conteúdo ensinado;
 - nota final de período entre 5,0 e 6,4 em no máximo duas disciplinas num dado semestre, obrigando nestes casos o aluno a prestar um “exame de segunda época” nas disciplinas pertinentes;
- nota final abaixo de 5,0 ou mais de duas segundas épocas simultâneas, em um dado semestre, ou mais de cinco segundas-épocas “registradas” ao longo de todo o curso “desliga” (exclui) o aluno do Curso (diz-se que uma segunda-época é “registrada” quando o aluno é aprovado na matéria em segunda época, mas com nota menor que 8,5 no exame de segunda época correspondente); e
 - ao aluno é permitida uma única “dependência” por semestre, quando lhe é dada uma nota final entre 5,0 e 6,4 após o exame de segunda época. Reprovação (nota abaixo de 6,5) na disciplina em dependência desliga o aluno.
- Regime de freqüência obrigatória, admitindo-se até 15% de faltas justificadas por disciplina. Um pequeno atraso nas aulas é tolerado mas é registrado. Dois atrasos são contabilizados como uma falta.

-
- Currículo com 2 anos de matérias básicas, com aprofundamento em Matemática, Física e Química, e 3 anos de matérias de formação profissionalizante com elevada carga de atividades em laboratórios e de prática experimental (conceito de formação “hands on”), em turmas pequenas. A carga de laboratório perfaz mais de 1/3 de um total do curso.
 - Revisão curricular anual. No ITA o processo de aperfeiçoamento curricular é um processo permanente; os participantes do curso permanentemente discutem melhorias do curso e são estimulados a propor alterações ao coordenador e ao conselho de curso. A revisão curricular anual que resulta na aprovação de uma proposta curricular pela Congregação para o ano seguinte é iniciada com a exposição da proposta curricular pelo coordenador, usualmente no mês de outubro. Discussões no plenário levam ao aperfeiçoamento da proposta e culminam na sua votação, dando-se a aceitação pelo voto favorável da maioria simples.
 - Premiações por desempenho com as menções “*summa cum laude*”, “*magna cum laude*”, “*cum laude*” e “*menção honrosa*”, além de prêmios concedidos por órgãos externos.
 - Bolsa de Estudos que comprehende todas as taxas acadêmicas e alimentação, com taxas nominais por alojamento no campus e assistência médica-odontológica. Os alunos que se declaram carentes recebem bolsa integral. O alojamento está situado próximo aos prédios escolares e dispõe de rede de computadores gerenciada pelo próprio corpo discente e interligada à rede principal do ITA e à Internet.
 - Um sistema de acompanhamento individualizado do aluno (aconselhamento, comissão especial de verificação de desempenho escolar, orientação educacional, etc.).

A formação cívica, ética e social está alicerçada em:

- Conteúdo curricular específico.
- Um sistema de autocontrole e autodisciplina, denominado Disciplina Consciente (DC), que difere de um sistema de Código de Honra pelo seu aspecto consuetudinário (ênfase dada à consciência ética baseada em tradições e costumes, e não à fiscalização e punições, embora, quando necessária, a punição possa ser até mesmo o desligamento do aluno - por exemplo, por improbidade escolar). Punições por violações disciplinares somente são aplicadas após ouvido o Departamento de Ordem e Orientação do Centro Acadêmico (CASD), garantindo assim a participação da comunidade no processo decisório.
- Convívio em alojamentos no campus, com forte conceito de “turma” e de “integração entre turmas”, o que possibilita a disseminação dos conceitos e valores



institucionais, especialmente a Disciplina Consciente, e favorece a prática de atividades coletivas e a criação de fortes laços de amizade e solidariedade entre alunos.

- Um sistema de aconselhamento, que difere da orientação acadêmica por tratar de todos os aspectos relativos à vida do aluno e, particularmente, o seu relacionamento com a Instituição.
- Uma atuação permanente de órgãos como o Conselho de Representantes (CR) e Departamento de Ordem e Orientação (DOO), Departamento Cultural, de Esportes, etc. no Centro Acadêmico Santos Dumont, com funções de interface (CR) entre os Corpos Discente e Docente do ITA e de zelo pela ordem e disciplina (DOO) do quadro discente.
- Um sistema de avaliação semestral do desempenho docente e de representação de turma (com a contrapartida de Coordenadoria de Turma pelo lado docente).
- Incentivo à atuação social dos alunos através de projetos específicos, como por exemplo, o Curso CASD Vestibulares que atende a população de baixa renda de São José dos Campos.
- Serviço militar prestado por todos os alunos no Centro de Preparação de Oficiais da Reserva da Aeronáutica (CPORAER-SJ) instalado no campus do CTA.

Uma formação / educação extracurricular diversificada é propiciada, resumidamente, com:

- Incentivo à participação em atividades extracurriculares aos alunos com bom desempenho acadêmico que, além das relativas ao Centro Acadêmico e às atividades técnicas através de bolsas (PET/CAPES, PIBIC/CNPq, FAPESP) gerenciam e conduzem uma Empresa Júnior, um Curso Vestibular para a população de baixa renda de São José dos Campos, uma Comissão de Viagens (que organiza uma visita científico-cultural à Europa entre o 40 e 50 anos do Curso), uma Comissão de Empregos (dos alunos graduandos), uma Comissão de Redes (responsável pela rede que interliga os alojamentos dos alunos ao ITA e à Internet).
- Divulgação sistemática da programação de palestras no campus do CTA e do INPE.
- A possibilidade de cursar disciplinas eletivas em grande variedade de tópicos das Ciências Humanas.
- Apoio de natureza variada a viagens de visita técnica, estágios não obrigatórios outras atividades de formação complementar.

Anexo 2: Informações logísticas, administrativas e de pessoal

A.2.1. Relação do pessoal docente do Curso Profissional

A Divisão de Engenharia de Sistemas do ITA possui uma chefia administrativa e 3 Departamentos:

- Chefe da Divisão:
- Subchefe da Divisão:
- Coordenador de Curso:
- Departamentos:
 - Departamento de Arquitetura de Sistemas:
 - Departamento de Design de Sistemas:
 - Departamento de Modelagem e Simulação:

As tabelas a seguir apresentam os docentes do quadro permanente da Divisão de Engenharia de Sistemas do ITA, que ministram aulas no Curso Profissional. Professores de outras Divisões Acadêmicas do ITA também são responsáveis por matérias do currículo deste Curso, e são designados pelas respectivas chefias.

Nas tabelas abaixo, E, M e D representam as seguintes titulações máximas: especialização, mestrado e doutorado, respectivamente. Instrutores cursando mestrado são indicados por G*. Professores Mestres cursando doutorado são indicados por M*. Todos os docentes do quadro permanente, com apenas uma exceção, trabalham em Regime de Dedicação Integral e Exclusiva (DIE).

Estruturação de Departamentos

A criação de três departamentos especializados para o curso de Engenharia de Sistemas — Arquitetura de Sistemas, Design de Sistemas e Modelagem e Simulação — reflete uma organização das competências para a formação de engenheiros de sistemas capacitados para os desafios contemporâneos assim como é alinhada com as melhores práticas acadêmicas e de pesquisa internacionais. Cada departamento será estruturado com base em modelos de instituições renomadas, garantindo excelência em docência e pesquisa.

Departamento de Arquitetura de Sistemas

Inspirado pelo grupo de *Systems Architecture Group* do MIT, pelo *Systems Engineering and Operations Research* da *George Mason University*, pelo *Centre for Defence and Security Management and Informatics* da *Cranfield University* e pelo *Purdue Systems Collaboratory* da *Purdue University*, este departamento foca no estudo e desenvolvimento de arquiteturas complexas de sistemas.

O Departamento de Arquitetura de Sistemas será voltado para a compreensão e formulação de arquiteturas de sistemas complexos, incluindo pesquisa operacional, aspectos estruturais, funcionais, análises de sistemas e de integração de múltiplos subsistemas em ambientes incertos. Suas competências estão centradas no pensamento sistêmico, na gestão de trade-offs e na concepção de sistemas de sistemas.

Tabela 2. Professores do Departamento de Arquitetura de Sistemas.

Departamento de Arquitetura de Sistemas			
Professor	Cargo	Titulação	Regime
[TBD]			

Departamento de Design de Sistemas

Baseado nos programas da *University of Illinois Urbana-Champaign* (UIUC), da *Universidade de Linköping* e da Universidade de Twente, este departamento enfatiza a prática do design de sistemas, focando na construção e implementação de soluções inovadoras.

O Departamento de Design de Sistemas concentra-se no desenvolvimento de habilidades práticas e criativas para construir soluções concretas. Enfatiza a capacidade de projetar sistemas viáveis, inovadores e representativos aos requisitos, estimulando uma formação que alia criatividade, prototipagem, e avaliação iterativa (*design thinking*).

Tabela 3. Professores do Departamento de Design de Sistemas.

Departamento de Design de Sistemas			
Professor	Cargo	Titulação	Regime
[TBD]			

Departamento de Modelagem e Simulação

Inspirado pelas práticas da Stuttgart University pelo grupo do Prof Stephan Rudolph, pelo grupo de *Modeling and Simulation* da *University of Central Florida* (UCF) e pelo *Enterprise Systems Modeling Laboratory* do Prof. Dov Dori no *Technion Institute of Technology*, este departamento se concentrará no desenvolvimento e aplicação de modelos e simulações para a Engenharia de Sistemas, assim como na pesquisa e desenvolvimento das ferramentas de apoio do futuro.

O Departamento de Modelagem e Simulação dedica-se à abstração formal de sistemas, com foco no uso de linguagens, ferramentas computacionais e simulação para representar, analisar e prever o comportamento de sistemas ao longo de seu ciclo de vida. Para isso, exige-se dos docentes e discentes conhecimentos sólidos em engenharia de software, incluindo práticas modernas de desenvolvimento, bem como em simulação distribuída, permitindo modelar sistemas que operam de forma paralela e interconectada em múltiplas plataformas. Esse departamento é essencial para o desenvolvimento de modelos que sustentam a tomada de decisão, a validação de requisitos e a integração com a engenharia digital e a inteligência artificial.

Tabela 4. Professores do Departamento de Modelagem e Simulação.

Departamento de Modelagem e Simulação			
Professor	Cargo	Titulação	Regime
[TBD]			

Dos [TBD] docentes do quadro permanente do Curso Profissional, [TBD] ([TBD]%) são instrutores engenheiros cursando mestrado, [TBD] professores ([TBD]%) são mestres cursando o doutoramento. Os restantes [TBD] professores ([TBD]%) possuem doutorado.

A Divisão de Engenharia de Sistemas conta com Professores Colaboradores que regularmente ministram aulas no Curso de Graduação.

Tabela 5. Professores Colaboradores.

Professores Colaboradores			
Professor	Cargo	Titulação	Regime
[TBD]			

A.2.2. Serviços administrativos e técnicos

Para assuntos de execução didática, infraestrutura e pessoal docente, o curso é atendido pela secretaria da Divisão de Engenharia de Sistemas. O pessoal desta secretaria é composto por [TBD] secretárias e [TBD] auxiliar de escritório de tempo parcial.

Para assuntos de registro escolar, o ITA dispõe de um setor autônomo subordinado à Pró-Reitoria de Graduação do ITA. Este setor interage com os docentes do curso e a secretaria da Divisão de Engenharia de Sistemas. Esta interação é apoiada por rotinas administrativas bem definidas e por softwares de registro escolar.

Para apoio do corpo discente, auxílio de acompanhamento e verificação de atividades curriculares, o curso conta com o apoio da Divisão de Alunos, subordinada à Pró-Reitoria de Graduação do ITA.

As atividades técnicas do curso são apoiadas e viabilizadas pelo pessoal técnico não-docente da Divisão de Engenharia de Sistemas, que é composto por [TBD].

A.2.3. Infraestrutura

Cada uma das três turmas (três anos) do Curso Profissional possui sua própria sala de aula equipada com quadro branco, carteiras, mesa do professor, púlpito, ar condicionado, projetor e computador. Os alunos eventualmente precisam deslocar-se a salas de aula de outras Divisões Acadêmicas do ITA para assistirem aulas das disciplinas oferecidas pelas outras Divisões. Os alunos do Curso Fundamental são organizados em turmas e deslocam-se para assistirem às aulas, de acordo com as disciplinas oferecidas.

A atividades práticas do Curso Profissional são conduzidas nos laboratórios próprios da Divisão de Engenharia de Sistemas, relacionados no Anexo 4.

Os alunos têm à sua disposição a Biblioteca do ITA, que em boa parte pode ser acessado via Internet. Através da Biblioteca do ITA os alunos têm acesso a uma série de serviços de grande importância como os oferecidos pelos Portais CAPES, ESDU, AIAA e outros.



Os alunos têm acesso (com restrições) a serviços médicos e odontológicos da Divisão de Saúde do CTA, podem utilizar as instalações do Clube de Oficiais do CTA e dispõe ainda de alojamento no campus (denominado H-8).

Anexo 3: Laboratórios

O Curso de Engenharia de Sistemas terá o foco no Ensino Ativo e Participativo de forma a criar uma visão holística do emprego no ciclo de vida através da prática da engenharia. A Engenharia de Sistemas tem como princípio norteador a utilização de meios e abordagens transdisciplinares, baseados em conceitos e princípios sistêmicos, para permitir uma realização bem-sucedida, uso e descarte dos sistemas.

As organizações militares / indústrias utilizam a Engenharia de Sistemas para atingirem os resultados planejados para seus sistemas, conseguindo mapear as demandas dos interessados com as funções que os sistemas precisam alocar nos elementos da arquitetura.

A proposta de laboratório apresenta três zonas temáticas, para ensino, pesquisa e extensão, acompanhando os departamentos e processo em que a Engenharia de Sistemas colabora no ciclo de vida, onde: (i) Laboratórios de Arquitetura de Sistemas; (ii) Laboratórios de Design de Sistemas; e (iii) Laboratórios de Emprego de Software em Sistemas.

A.3.1. Laboratórios de Arquitetura de Sistemas



Responsável: [TBD]

Local: [TBD]

Área: [TBD]

Objetivo: Os laboratórios de arquitetura simulam as sedes de desenvolvimento de arquitetura dos alunos durante os semestres do curso, de forma a representar o ambiente corporativo/industrial na qual o Engenheiro de Sistemas deve de maneira colaborativa analisar o problema, estruturar e analisar arquiteturas.

Infraestrutura Material: [TBD]

A.3.2. Laboratório de Demonstração de Sistemas de Sistemas



que simulam a rotina de um ambiente operacional.

Infraestrutura Material: [TBD]

Responsável: [TBD]

Local: [TBD]

Área: [TBD]

Objetivo: O laboratório será estruturado com um exemplo de sistema de sistemas que possa refletir o trabalho realizado pelos grupos. O aluno poderá mostrar e avaliar os impactos das suas decisões em ambientes



visualização da simulação de múltiplos nós simultâneos que podem fazer parte de um sistema de sistemas. O laboratório computacional também dará apoio às disciplinas que envolvam modelagem e simulação de sistemas.

Infraestrutura Material: [TBD]

Responsável: [TBD]

Local: [TBD]

Área: [TBD]

Objetivo: Laboratório de Computação que permite que os alunos sentem e criem modelos de sistemas transformando-os do domínio sistêmico para o domínio das especialidades, assim como a realização da

A.3.4. Laboratórios de Design de Sistemas



possam criar os protótipos das disciplinas.

Infraestrutura Material: [TBD]

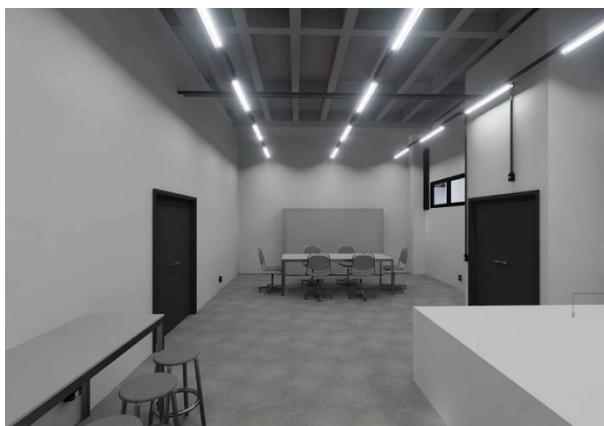
Responsável: [TBD]

Local: [TBD]

Área: [TBD]

Objetivo: Os laboratórios de design simulam a infraestrutura de projeto e construção de um sistema exemplo, proporcionando aos alunos acesso a ferramentas e equipamento de desenvolvimento para que os grupos

A.3.5. Laboratórios de Desenvolvimento de Interfaces de Operação de Sistemas



Responsável: [TBD]

Local: [TBD]

Área: [TBD]

Objetivo: Laboratório com exemplos de interfaces homem-máquina, simuladores de voo, direção, infinite walk, dentre outros, que permitam a realização de laboratórios de estudo de fatores humanos, assim como exploração de interfaces inovadoras.



Infraestrutura Material: [TBD]

A.3.6. Laboratório Instrumentado para Movimentação em Espaços Físicos



Responsável: [TBD]

Local: [TBD]

Área: [TBD]

Objetivo: Laboratório instrumentado que permite capturar a movimentação dos sistemas em teste, tanto sistemas autônomos, Human-AI Teaming, demonstrações de interfaces, e outros. Este laboratório permitirá que os

alunos demonstrem seus projetos nos últimos semestres e comprovem as métricas de efetividade em um ambiente instrumentado.

Infraestrutura Material: [TBD]

Anexo 4: Ementas e Bibliografias

A.4.1 Divisão Fundamental

1º ANO DO CURSO FUNDAMENTAL - 1º PERÍODO:

MTP-03 – Introdução à Engenharia (Nota 4).

Requisito: Não há. Horas semanais: 1-0-1-3. A essência da Engenharia; o processo de projeto; a engenharia e a sociedade; o papel do engenheiro; as funções do engenheiro; as qualidades do engenheiro; criatividade e o processo criativo; comunicação e estruturação do trabalho; modelagem e classificação de modelos; simulação e tipos de simulação. Desenvolvimento de projeto de Engenharia. Bibliografia: BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. Introdução à engenharia. Florianópolis: UFSC, 2007. CARVALHO NETO, C. Z. Educação 4.0: princípio e práticas de inovação em gestão e docência. São Paulo: Laborciencia, 2018. DYM, C. L.; LITTLE, P.; ORWIN, E. J. Engineering design: a project-based introduction. 4. ed. New York: Wiley, 2013.

MAT-13 – Cálculo Diferencial e Integral I.

Requisito: Não há. Horas Semanais: 4-0-0-4. Números reais. Funções reais de uma variável real. Limites. Funções contínuas: teoremas do valor intermediário e de Bolzano-Weierstrass. Derivadas: definição e propriedades, funções diferenciáveis, regra da cadeia e derivada da função inversa. Teorema do valor médio. Fórmula de Taylor e pesquisa de máximos, mínimos e pontos de inflexão; aplicações. Regras de L'Hospital. Integral de Riemann: definição, propriedades e interpretação geométrica. O Teorema Fundamental do Cálculo. Técnicas de integração. Aplicações. Integrais impróprias. Bibliografia: GUIDORIZZI, H. L. Um curso de cálculo. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. v. 1-2. STEWART, J.; CLEGG, D.; WATSON, S. Cálculo. [S.l.]: Cengage, 2021. v.1. SIMMONS, G. F. Cálculo com geometria analítica. São Paulo: McGraw-Hill, 1987. v. 1-2.

MAT-15 – Sequências e Séries.

Requisito: Não há. Horas Semanais: 2-0-0-3. Sequências numéricas: continuidade e convergência, sequências monótonas, convergência e completude do conjunto dos números reais. Séries Numéricas: convergência ou divergência de uma série. Critérios de convergência: critérios do termo geral, da razão, da raiz e critério de Leibniz. Convergência absoluta e convergência condicional. Séries de Potências: intervalo de convergência e o Teorema de Abel. Propriedades da soma de uma série de potências: continuidade, derivação e integração termo a termo. Séries de Taylor

das principais funções elementares. Teste da integral para séries. Bibliografia: GUIDORIZZI, H. L. Um curso de cálculo. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. v. 4. STEWART, J.; CLEGG, D.; WATSON, S. Cálculo. [S.l.]: Cengage, 2021. v. 2. SIMMONS, G. F. Cálculo com geometria analítica. São Paulo: McGraw-Hill, 1987. v. 2.

MAT-17 – Vetores e Geometria Analítica.

Requisito: Não há. Horas Semanais: 2-0-0-2. O espaço V^3 : segmento orientado, vetor, características de um vetor, operações com vetores, dependência linear. Bases. Produto interno, ortogonalidade, projeção e bases ortonormais. O espaço R^3 : orientação, produto vetorial, produto misto, duplo produto vetorial. Geometria Analítica: sistemas de coordenadas, posições relativas de retas e planos, distâncias, áreas e volumes. Transformações do plano: rotação, translação e o conceito de aplicação linear. Estudo das cônicas: equações reduzidas, translação, rotação. Bibliografia: CAROLI, A. et al. Matrizes, vetores e geometria analítica. 7. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1976. OLIVEIRA, I. C.; BOULOS, P. Geometria analítica: um tratamento vetorial. São Paulo: McGraw-Hill, 1986. SANTOS, N. M. Vetores e matrizes. 4. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

QUI-18 – Química Geral I.

Requisito: Não há. Horas Semanais: 2-0-3-4. Método científico e modelos atômicos. Níveis de energia e estados estacionários. Noções do modelo quântico da matéria. Sistemas simples, átomos, moléculas. Orbitais moleculares e curvas de potencial. Ligações Químicas: covalentes, iônicas e metálicas. Noções de estrutura de bandas e semicondutores. Estrutura cristalina dos metais e dos compostos iônicos simples. Faces planas naturais e ângulos diedros, clivagem, hábito. Célula unitária e sistemas cristalinos. Empilhamento compacto. Índices de Miller. Difração de raios X. Regras de segurança em laboratórios de química. Incertezas e erros em medidas experimentais. Algarismos significativos. Propagação de incertezas. Erros sistemáticos e erros aleatórios. Precisão e exatidão. Tratamento estatístico de um conjunto de medidas experimentais. Redação de relatórios científicos. Bases de dados para consulta de literatura científica. Práticas experimentais em química analítica. Práticas experimentais em físico-química. Introdução a projetos científico-tecnológicos e metodologia STEM. Bibliografia: ATKINS, P.; PAULA, J. Físico-química, 10^a ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2018, Vol. 1 e 2. LEVINE, I. N., Físico-Química, 6^a ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2012, Vol. 2. CALLISTER JR., W. E RETHWISCH, D., Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução, 10a ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2021.

CES-10 – Introdução à Computação.

Requisito: Não há. Horas semanais: 4-0-2-5. Conceitos primários: Computador, algoritmo, programa, linguagem de programação, compilador. Software básico para computadores. Lógica de programação. Comandos de uma linguagem procedural: atribuição, entrada e saída, condicionais, repetitivos, seletivos. Tratamento de exceções. Tipos escalares e estruturados. Subprogramação: funções, passagem de parâmetros por valor e por referência, escopo de variáveis, e recursividade. Ponteiros. Bibliografia: MOKARZEL, F. C.; SOMA, N. Y. Introdução à ciência da computação. Rio de Janeiro: Campus: Elsevier, 2008. MIZRAHI, V. V. Treinamento em Linguagem C++, São Paulo, Pearson, 2^a edição, 2006. GUTTAG, J. V. Introduction to Computation and Programming Using Python. MIT Press, 3^a Edição, 2021.

HUM-01 – Epistemologia e Filosofia da Ciência.

Requisito: Não há. Horas Semanais: 3-0-0-3. Conceito de conhecimento científico. Representação e linguagem. Crença e verdade. Tipos de conhecimento. Historicidade da ciência. Filosofia da natureza. Racionalismo e empirismo. Lógica e metodologia científica. Fontes e justificação do conhecimento. Argumentação, explicação e compreensão. Conceito de hipótese, experimento, lei e teoria. Causalidade e indução. Falibilismo. Problema da demarcação epistêmica. Verificação, corroboração e falsificação. Valores e prática científica. Epistemologias feministas e pós-coloniais. Ciência, tecnologia e engenharia. Bibliografia. CHALMERS, A. F. O que é ciência afinal? São Paulo: Brasiliense, 1993. FOUREZ, G. A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Ed. UNESP, 1995. MARCONDES, D. Textos básicos de filosofia e história das ciências - a Revolução Científica. Rio de Janeiro: Zahar, 2016.

FND-01 – Colóquio (Nota 3).

Requisito: Não há. Horas Semanais: 2-0-0-0. Integração à vida universitária. Principais Normas da Graduação e suas implicações no cotidiano escolar. Facilidades do campus do DCTA. A DAE e os auxílios disponibilizados aos discentes. O Sistema de Aconselhamento do ITA. Disciplina Consciente. Projetos de P, D & I no ITA e em outros órgãos que possibilitem trabalhos de iniciação científica e iniciação tecnológica. As iniciativas do CASD. As Divisões Acadêmicas e administrativas do ITA. As Engenharias oferecidas no Instituto. Mudança de especialidade. Outros temas (propostos e construídos em sala de aula). Bibliografia: Normas praticadas na Graduação do ITA.

1º ANO DO CURSO FUNDAMENTAL - 2º PERÍODO

FIS-15 – Mecânica I.

Requisito: Não há. Horas Semanais: 4-0-0-4. Forças. Estática. Equilíbrio de um corpo rígido. Cinemática da partícula em um plano. Movimento circular. Dinâmica da partícula. Conceito de referencial inercial. Leis de Newton. Princípio de conservação do momento linear. Atrito. Sistemas com massa variável. Dinâmica do movimento curvilíneo. Momento angular. Forças centrais. Movimento relativo. Transformações de Galileu. Referenciais não inerciais. Trabalho e energia. Forças conservativas e energia potencial. Movimento sob ação de forças conservativas. Curvas de potencial. Forças não conservativas. Dinâmica de um sistema de partículas: centro de massa, momento angular, energia cinética. Colisões. Bibliografia: - HIBBELER, R. C. Mecânica para engenheiros. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2005. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2013. v. 1. ALONSO, M.; FINN, E. J. Física: um curso universitário: mecânica. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2014. v. 1.

FIS-16 – Física Experimental I (Nota 4).

Requisito: Não há. Horas Semanais: 0-0-3-1. Confecção de relatórios em física experimental. Instrumentos de medição analógicos e digitais. Revisão da Teoria de erros. Tabelas e gráficos. Experimentos de Mecânica envolvendo: movimento uni- e bidimensional, leis de Newton, conservação da energia, e dos momentos linear e angular. Bibliografia: VUOLO, J. H. Fundamentos da teoria de erros. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996. TAYLOR, J. R. Introdução à análise de erros. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. CAMPOS, A. A.; ALVES, E. S.; SPEZIALI, N. L. Física experimental básica na universidade. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

MAT-22 – Cálculo Diferencial e Integral II.

Requisito: MAT-12. Horas Semanais: 4-0-0-5. Noções da topologia no \mathbb{R}^n . Curvas parametrizadas em \mathbb{R}^n . Funções de várias variáveis, curvas e superfícies de nível. Limite e continuidade. Derivadas direcionais e derivadas parciais. Diferenciabilidade e diferencial. Regra da cadeia. O vetor gradiente e sua interpretação. Derivadas parciais de ordem superior. Fórmula de Taylor e pesquisa de máximos, mínimos e pontos de sela. Extremos condicionados: Multiplicadores de Lagrange. Transformações entre espaços reais: a diferencial e a matriz Jacobiana. Conjuntos de nível. Teorema da Função Implícita e Teorema da Função Inversa. Integrais Múltiplas: integral dupla e integral tripla. Integral iterada e o Teorema de Fubini. Mudança de variáveis na integral. Coordenadas polares, cilíndricas e esféricas.

Aplicações. Bibliografia: STEWART, J. Cálculo. 8.ed. [S.I.]: Cengage, 2017. v.2. GUIDORIZZI, H. L. Um curso de cálculo. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. v. 2-3. SIMMONS, G. F. Cálculo com geometria analítica. São Paulo: McGraw-Hill, 1987. v.2. DIOMARA, P.; MORGADO; M. C. F. Cálculo diferencial e integral de funções de várias variáveis. 4.ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 2015.

MAT-27 – Álgebra Linear.

Requisito: MAT-17. Horas Semanais: 4-0-0-5. Espaços vetoriais reais e complexos: definição e propriedades, subespaços vetoriais, combinações lineares, dependência linear, espaços finitamente gerados, bases. Teorema da invariância, dimensão, soma de subespaços, mudança de bases. Espaços com produto interno, norma e distância, ortogonalidade, bases ortonormais, teorema da projeção. Transformações lineares: núcleo e imagem de uma transformação linear; isomorfismo, automorfismo e isometria; matriz de uma transformação linear. Espaço das transformações lineares, operadores adjuntos e auto-adjuntos. Autovalores e autovetores de um operador linear, operadores diagonalizáveis, diagonalização de operadores auto-adjuntos. Aplicações. Bibliografia: DOMINGUES, H. H. et al. Álgebra linear e aplicações. 7. ed. São Paulo: Atual, 1990. NICHOLSON, W. Keith, Álgebra linear. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006. COELHO, F. U.; LOURENÇO, M. L. Um curso de álgebra linear. 2. ed. São Paulo: USP, 2013.

QUI-28 – Química Geral II.

Requisito: QUI-18. Horas Semanais: 2-0-3-4. Primeira Lei da Termodinâmica (trabalho, calor, energia interna, entalpia), Segunda Lei da Termodinâmica (entropia, Terceira Lei, energia de Gibbs e de Helmholtz, potencial químico). Equilíbrio de fase e reações químicas em equilíbrio. Noções de eletroquímica, tipos de eletrodos, estrutura da interface, potenciais dos eletrodos, aplicações (pilhas, baterias, corrosão etc.). Proposição e execução de projetos científico-tecnológicos empregando metodologia STEM. Pesquisa bibliográfica, redação e comunicação de resultados científicos. Bibliografia: ATKINS, P.; PAULA, J. Físico-química 10^a ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2018, Vol. 1. LEVINE, I. N., Físico-Química, 6^a ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2012, Vol. 1. GONZALEZ, E. R. E TICIANELLI, E. A., Eletroquímica: Princípios e Aplicações, 2a ed., São Paulo: Edusp, 2013.

CES-11 – Algoritmos e Estruturas de Dados.

Requisito: CES-10. Horas semanais: 3-0-1-5. Tópicos em recursividade. Noções de complexidade de algoritmos. Vetores e encadeamento de estruturas. Pilhas, filas e deque. Árvores gerais e binárias. Grafos orientados e não orientados. Algoritmos básicos para grafos. Filas de prioridades. Métodos básicos de Ordenação. Noções de programação orientada a objetos. Bibliografia: DROSDEK, A. Estrutura de dados e algoritmos em C++. Cengage Learning, 2^a Edição, 2016. STROUSTRUP, B. Programming: Principles and Practice Using C++. 2^a Edição, 2014. CELES, W. et al. Introdução a estruturas de dados. Rio de Janeiro: Campus: Elsevier, 2004.

HUM-70 – Tecnologia e Sociedade.

Requisito: Não há. Horas Semanais: 2-0-1-3. Formação social e relações étnico raciais no Brasil. O papel da tecnologia na sociedade. A produção da tecnologia: determinismo ou construcionismo? A questão do acesso: inclusão e exclusão social e digital. Racionalização e tecnocracia. Avaliação sócio-ambiental da técnica. Tecnologia social. Metodologias Colaborativas: Design Thinking e Pesquisa-Ação. Teoria e Práxis na extensão em Engenharia. Bibliografia: CROCCO, F. L. T.; OLIVEIRA, N. N. P. Desconstruindo mitos tecnocráticos: a importância dos Estudos CTS e da Extensão Engajada. Brazilian Journal of Development, 10(6), e70778, 2024. KLEBA, J. B. Engenharia engajada: desafios de ensino e extensão. Revista Tecnologia e Sociedade, Curitiba, v. 13, n. 27, p. 170 187, jan-abril, 2017. NOVAES, H. T.; DIAS, R. Contribuições ao Marco Analítico-Conceitual da Tecnologia Social in DAGNINO, R. P. [et al.] Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade. Campinas, SP.: IG/UNICAMP, 2009.

2º ANO DO CURSO FUNDAMENTAL - 1º PERÍODO**FIS-27 – Mecânica II.**

Requisitos: FIS-15 e FIS-16. Horas Semanais: 4-0-0-4. Dinâmica do corpo rígido: centro de massa, momento de inércia, energia, equação do movimento de rotação, rolamento, movimento giroscópico. Movimento oscilatório: dinâmica do movimento harmônico simples; pêndulos, osciladores acoplados, oscilações harmônicas, oscilações amortecidas, oscilações forçadas e ressonância. Movimento ondulatório: ondas em cordas, ondas estacionárias, ressonância, ondas sonoras, batimento, efeito Doppler. Gravitação. Introdução à Mecânica Analítica: trabalho virtual, equação de D'Alembert, equações de Lagrange, princípio de Hamilton e equações de Hamilton. Bibliografia: HIBBELER, R. C. Dinâmica: mecânica para

engenharia. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2011. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2014. v. 2. ARYA, A. P. Introduction to classical mechanics. 2. ed. New York: Prentice Hall, 1997.

FIS-28 – Física Experimental II (Nota 4).

Requisitos: FIS-15 e FIS-16. Horas Semanais: 0-0-3-1. Aquisição de dados computadorizada usando sensores. Linearização de dependências de valores experimentais. Ajuste de curvas com ferramentas computacionais. Escalas logarítmicas. Experimentos de mecânica envolvendo: dinâmica do corpo rígido, movimento oscilatório, movimento ondulatório, gravitação e abordagem com mecânica analítica. Bibliografia: VUOLO, J. H.. Fundamentos da Teoria de Erros. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996. HELENE, O. A. M. e VANIN, V. R. Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. HIBBEKER, R. C. Dinâmica: mecânica para engenharia. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

FIS-32 – Eletricidade e Magnetismo.

Requisitos: FIS-15 e FIS-16. Horas Semanais: 4-0-3-5. Lei de Coulomb. O campo elétrico. Dipolos. Linhas de força. Fluxo do campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial elétrico. Energia potencial eletrostática. Equação de Poisson. Coordenadas curvilíneas. Capacitância. Estudo dos dielétricos. Energia do campo elétrico. Vetor Polarização e Deslocamento Elétrico. Corrente Elétrica. Resistência elétrica. Condutores ôhmicos e não ôhmicos. Leis de Kirchhoff. Circuito RC. O campo magnético. Força sobre cargas em movimento. Forças sobre correntes. Dipolos magnéticos. Efeito Hall. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Forças entre correntes. Lei de indução de Faraday. Lei de Lenz. Fluxo do campo magnético. Lei de Gauss do Magnetismo. Potencial vetor. Auto-indutância e indutância mútua. Circuito LR. Transformador. Energia do campo magnético. Propriedades magnéticas da matéria. Equações de Maxwell da eletrostática e da magnetostática. Formas integral e diferencial. Histerese magnética. Bibliografia: NUSSENZVEIG, H.M. Curso de física básica. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2013. v. 3. GRIFFITHS, D. J. Eletrodinâmica. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2014. REGO, R. A. Eletromagnetismo básico. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MAT-36 – Cálculo Vetorial.

Requisito: MAT-22. Horas Semanais: 3-0-0-3. Curvas no R² e no R³: parametrização, curvas regulares, reparametrização, reta tangente e reta normal, orientação de uma curva regular, comprimento de arco. Integrais de linha: propriedades, teoremas de

Green, campos conservativos. Superfícies no R3: parametrização, superfícies regulares, plano tangente e reta normal, reparametrização, área de superfície. Integrais de superfície. Divergente e rotacional de um campo, teorema de Gauss, teorema de Stokes. Coordenadas curvilíneas: coordenadas ortogonais, elemento de volume, expressão dos operadores gradiente, divergente, rotacional e laplaciano num sistema de coordenadas ortogonais. Bibliografia: STEWART, J. Cálculo. 8.ed. [S.l.]: Cengage, 2017. v.2. KAPLAN, W. Cálculo avançado. São Paulo: Edgard Blücher, 1972. v. 1. GUIDORIZZI, H. L. Um curso de cálculo. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. v.3.

MAT-32 – Equações Diferenciais Ordinárias.

Requisito: MAT-27. Horas Semanais: 4-0-0-4. Equações diferenciais ordinárias (EDO's) de primeira ordem lineares, separáveis, exatas e fatores integrantes; problema de valor inicial, existência e unicidade de solução. EDO's lineares de segunda ordem: conjunto fundamental de soluções, resolução de equações com coeficientes constantes, redução de ordem, método dos coeficientes a determinar e da variação dos parâmetros. EDO's lineares de ordem n. Sistemas de EDO's lineares com coeficientes constantes. Transformada de Laplace: condições de existência, propriedades, transformada inversa, convolução, delta de Dirac, resolução de EDO's. Solução em séries de potências de equações diferenciais lineares de segunda ordem. Equação de Cauchy Euler. Método de Frobenius. Funções especiais: funções de Bessel e polinômios de Legendre, principais propriedades. Bibliografia: BOYCE, W. E.; DIPRIMA, R. C. Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. BRAUN, M. Differential equations and their applications. 4. ed. New York: Springer, 1993. ZILL, D. G. Equações diferenciais com aplicações em modelagem. 10. ed. São Paulo: Cengage, 2016.

CCI-22 – Matemática Computacional.

Requisito: CES-10. Horas semanais: 1-0-2-5. Aritmética computacional. Métodos de resolução para sistemas lineares, equações algébricas e transcendentais. Métodos para Determinação de Autovalores e Autovetores. Interpolação de funções. Ajuste de curvas. Integração numérica. Resolução numérica de equações diferenciais ordinárias. Implementação dos métodos numéricos. Bibliografia: FRANCO, N. M. B. Cálculo numérico. São Paulo: Pearson, 2006. CLAUDIO, D.; MARINS, J. Cálculo numérico: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 1987. RUGGIERO, M. A. C.; LOPES, V. L. R. Cálculo numérico, aspectos teóricos e computacionais. São Paulo: McGraw Hill, 1988.

GED-13 – Probabilidade e Estatística.

Requisitos: MAT-12 e MAT-22. Horas semanais: 3-0-0-4. Conceitos clássico e frequentista de probabilidade. Probabilidade condicional e independência de eventos. Teoremas de Bayes e da probabilidade total. Variáveis aleatórias discretas e contínuas. Funções massa, densidade, e distribuição acumulada. Valor esperado e variância. Desigualdades de Markov e Tchebyshev. Variáveis aleatórias discretas: Bernoulli, Binomial, Geométrica e Poisson. Variáveis aleatórias contínuas: Exponencial negativa, Normal e Weibull. Momentos, função geratriz de momentos. Funções de variáveis aleatórias. Variáveis aleatórias conjuntas, função distribuição conjunta e marginal. Independência estatística; Covariância e Coeficiente de Correlação. Amostras aleatórias. Teoremas do limite central. Estimação pontual de parâmetros. Método dos momentos e da máxima verossimilhança. Variáveis aleatórias Qui-quadrado, t de Student e F de Snedecor. Intervalos de confiança. Testes de hipótese unidimensionais. Teste de hipótese entre parâmetros de populações distintas. Bibliografia: DEVORE, J. L. Probability and statistics for engineering and the sciences. 9. ed. [S.l.]: Cengage Learning, 2015. RHEINFURTH, M. H.; HOWELL, L. H. probability and statistics in aerospace engineering. Huntsville: Marshall Space Flight Center, 1998. ROSS, M. S. Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. 6. ed. [S.l.]: Academic Press, 2020.

2º ANO DO CURSO FUNDAMENTAL - 2º PERÍODO**MPG-05 – Fundamentos de Desenho Técnico.**

Requisito: não há. Horas semanais: 1-0-3-4. Fundamentos de geometria descritiva (conceitos de construções geométricas; projeções ortogonais; representação do ponto, da reta e do plano; projeções de figuras planas e projeções dos sólidos). Normas. Vistas ortográficas, especiais, em perspectivas, e em corte. Cotagem. Noções sobre tolerância dimensional. Filosofia de modelagem CAD. Técnicas CAD para criação de esboços e partes. Operações elementares, auxiliares e de refinamento para modelagem de peças em ambiente CAD. Criação de desenhos técnicos usando CAD: geração de vistas ortográficas, especiais, e em corte, e cotagem. Noções sobre criação de montagens em ambiente CAD. Noções sobre CAE/CAM e integração CAD/CAE/CAM. Bibliografia: SILVA, A.; RIBEIRO, C. T.; DIAS, J.; SOUZA, L. Desenho Técnico Moderno. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. GIESECKE, F. E. et al. Technical Drawing with Engineering Graphics. 15. ed. Boston: Prentice Hall, 2016. BERTOLINE, G. R.; HARTMAN, N. W.; ROSS, W. A. Fundamentals of Solid

Modeling and Graphic Communication. 7. ed. Nova Iorque: McGraw-Hill Education, 2019.

EST-10 – Mecânica dos Sólidos.

Requisito: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Objetivos; histórico. Equilíbrio de corpos deformáveis; forças e momentos transmitidos por barras; diagramas de esforços internos. Estados de tensão e deformação num ponto: transformação de coordenadas; valores principais; diagrama de Mohr. Relações deformação-deslocamento. Equações constitutivas. Energia de deformação. Teoremas de Castigliano. Barras sob esforços axiais. Torção de barras circulares. Teoria de vigas de Euler-Bernoulli. Estruturas Hiperestáticas. Critérios de escoamento. Bibliografia: GERE, J. M.; GOODNO, B. J. Mechanics of materials. 9. ed. Belmont: Thomson, 2017. HIBBELER, R. C. Resistência dos materiais. 10. ed. Porto Alegre: Pearson, 2019. CRANDALL, S. H.; DAHL, N. C.; LARDNER, T. J.; SIVAKUMAR, M. S. An introduction to the mechanics of solids. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2012.

FIS-46 – Ondas e Física Moderna.

Requisitos: FIS-27 e FIS-32. Horas Semanais: 4-0-3-5. Circuitos de Corrente Alternada. Impedância complexa. Potência. Ressonância. Corrente de Deslocamento. Propriedades dos campos elétrico e magnético de uma onda eletromagnética. Equação Diferencial da onda eletromagnética. Vetor de Poynting. O espectro eletromagnético. Momento linear, pressão de radiação e polarização. Interferência. Difração. Redes de difração. Difração em cristais. Radiação do corpo negro. Quantização de energia. Dualidade onda-partícula. Efeito fotoelétrico e efeito Compton. O átomo de Bohr. Função de onda. Princípio da incerteza. Equação de Schrödinger. Operadores e Valores Esperados. Equação de Schrödinger em uma dimensão: barreira de potencial, tunelamento, poço quadrado; Equação de Schrödinger tridimensional e Átomo de Hidrogênio; Laser. Teoria de Bandas de Condução. Diodo. Bibliografia: NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2014. v. 4. REGO, R. A. Eletromagnetismo básico. Rio de Janeiro: LTC, 2010. CARUSO, F.; OGURI, V. Física moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MEB-01 – Termodinâmica.

Requisitos: MAT-32, MAT-36 e QUI-28. Horas semanais: 3-0-0-4. Conceitos fundamentais. Propriedades de uma substância pura. Trabalho e calor. Primeira lei da Termodinâmica em sistemas e volumes de controle. Segunda lei da Termodinâmica. Entropia. Segunda lei em volumes de controle. Noções de

transferência de calor. Bibliografia: ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. Thermodynamics: an engineering approach. New York, NY: McGraw Hill, 1998. SONNTAG, R. E.; BORGNAKE, C.; VAN WYLEN, G. J. Fundamentos da termodinâmica. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. WARK, K. Thermodynamics. 5. ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1988.

MAT-42 – Equações Diferenciais Parciais.

Requisito: MAT-32. Horas Semanais: 4-0-0-5. Conceitos básicos de equações diferenciais parciais (EDP's), equações lineares de 1a ordem. EDP's de 2a ordem: formas canônicas; equação do calor; equação de Laplace; equação da onda. Método de separação de variáveis; análise de Fourier: séries de Fourier nas formas trigonométrica e complexa. Séries de Fourier-Bessel e Fourier-Legendre. Problemas de valor inicial e de contorno. Problemas não-homogêneos. Problemas de Sturm-Liouville. Problemas de contorno envolvendo a equação de Laplace em domínios retangulares, cilíndricos e esféricos. Transformada de Fourier e aplicações. Bibliografia: TRIM, D. W. Applied partial differential equations. Boston: PWS-Kent Pub., 1990. TYN MYINT, U. Partial differential equations of mathematical physics. 2. ed. Amsterdam: North-Holland, 1980. HABERMANN, R. Applied partial differential equations with Fourier series and boundary value problems. 4. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2004.

MAT-46 – Funções de Variável Complexa.

Requisito: MAT-36. Horas Semanais: 3-0-0-4. Revisão de números complexos. Noções de topologia no plano complexo. Funções complexas: limite, continuidade, derivação, condições de Cauchy-Riemann, funções harmônicas. Função exponencial. Funções trigonométricas e hiperbólicas. Função logarítmica. Integral de linha: teorema de Cauchy-Goursat, funções primitivas, fórmula de Cauchy, teorema de Morera, teorema de Liouville, teorema do módulo máximo. Sequências e séries de funções: teoremas de integração e derivação termo a termo. Série de Taylor. Série de Laurent. Classificação de singularidade. Zeros de função analítica. Resíduos. Transformação conforme e aplicações. Bibliografia: CHURCHILL, R. V. Variáveis complexas e suas aplicações. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. ZILL, D. G.; SHANAHAN, P. D. Curso introdutório à análise complexa com aplicações. 2. ed. [S.l.]: LTC, 2011. ALENCAR, R. L.; RABELLO, T. N. Uma variável complexa: teoria e aplicações. São Paulo: EDUSP, 2019.

GED-72 – Princípios de Economia.

Requisito: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Consumidor e demanda. Produtor e oferta. Estruturas de mercado. Falhas de mercado. Conceitos fundamentais de macroeconomia. A contabilidade social. Mercado do produto. Mercado monetário. Políticas macroeconômicas. Crescimento e Desenvolvimento Econômico. Bibliografia: MANKIW, N. G. Introdução à economia. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019. KOYAMA, M., RUBIN, J. How the world became rich: the historical origins of Economic Growth. Cambridge e Medford: Polity Press, 2022. MARCHON, C. H. Introdução à microeconomia. Rio de Janeiro: Pod Editora, 2022.

A.4.2 Curso Profissional**A.4.2.1. Departamento de Arquitetura de Sistemas****ARQ-01 - Fundamentos de Engenharia de Sistemas**

Requisito: Não há.

Horas Semanais: 4-0-0-2.

Conceitos introdutórios da Engenharia de Sistemas. Histórico, evolução e aplicações contemporâneas. O papel do engenheiro de sistemas ao longo do ciclo de vida: concepção, desenvolvimento, operação, manutenção e desativação. Noções de pensamento sistêmico, ciclo de vida e abordagem top-down. Introdução à modelagem com SysML e OPM. Visão geral de requisitos, arquitetura, integração, V&V e suporte logístico. Interações com fatores humanos, sustentabilidade e aspectos legais. Metodologias de ensino: CDIO, PBL e Aprendizagem Baseada em Projetos. Interface com as trilhas temáticas do curso. Perspectiva do engenheiro de sistemas em ambientes complexos (defesa, transporte, espaço, energia).

Bibliografia: KOSSIAKOFF, A.; SWEET, W. N.; SEYMOUR, S.; BIEMER, S. M. Systems Engineering: Principles and Practice. Wiley, 2011. WYMORE, A. W. Model-Based Systems Engineering. CRC Press, 2018. INCOSE. INCOSE Systems Engineering Handbook. Wiley, 2023. SEBOK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 2.11, 2024.

ARQ-07 - Modelagem e Intervenção em Problemas Complexos

Requisito: Não há.

Horas Semanais: 3-0-0-3.

Introdução à Pesquisa Operacional Soft. Diferenças entre abordagens "hard" e "soft" na resolução de problemas. Conceitos fundamentais de sistemas e pensamento sistêmico em contextos organizacionais. Métodos de Estruturação de Problemas: Soft Systems Methodology (SSM), Strategic Options Development and Analysis (SODA), Value-Focused Thinking (VFT), Strategic Choice Approach (SCA). Intervenção sistêmica e modelagem facilitada. Identificação e análise de stakeholders em sistemas sócio-técnicos. Multimetodologia: combinação de abordagens em problemas reais. Projeto prático de intervenção.

Bibliografia: CHECKLAND, P. Systems Thinking, Systems Practice. Wiley, 1999. ACKERMANN, F.; EDEN, C.; BROWN, I. The Practice of Making Strategy. Sage, 2005. KEENEY, R. L. Value-Focused Thinking. Harvard University Press, 1992. MIDGLEY, G. Systemic Intervention. Kluwer, 2000. ROSENHEAD, J.; MINGERS, J. Rational Analysis for a Problematic World Revisited. Wiley, 2001. SEBOK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 2.11, 2024.

ARQ-11 - Engenharia de Requisitos e Verificação Baseada em Modelos

Requisito: ARQ-01.

Horas Semanais: 3-0-0-2.

Engenharia de requisitos no contexto de sistemas complexos. Tipos de requisitos e uso de boilerplate. Elicitação, análise, organização e escrita de requisitos. Modelagem com SysML e OPM. Rastreabilidade e atributos de requisitos. Análise e validação de requisitos com prototipagem e simulação. Planejamento de verificação e validação (V&V) em sistemas baseados em modelos. Testes manuais e automatizados. Desenvolvimento de projeto prático.

Bibliografia: HULL, E.; JACKSON, K.; DICK, J. Requirements Engineering. Springer, 2017. FRIEDENTHAL, S.; MOORE, A.; STEINER, R. A Practical Guide to SysML. Morgan Kaufmann, 2014. DORI, D. Model-Based Systems Engineering with OPM and SysML. Springer, 2016. GRADY, J. O. System Verification. Elsevier, 2016. SEBOK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 2.11, 2024.

ARQ-17 - Modelagem e Otimização em Pesquisa Operacional

Requisito: ARQ-07.

Horas Semanais: 3-0-0-2.



Formulação e resolução de problemas de otimização em Engenharia de Sistemas. Modelagem em Programas Lineares e Inteiros. Métodos Simplex, Branch-and-Bound, Branch-and-Cut, Decomposição de Benders. Problemas de transporte e designação. Programas multiobjetivo. Processos Estocásticos, Cadeias de Markov, Teoria das Filas. Teoria da Decisão e Decisão Multicritério. Modelos de apoio à decisão e negociação em grupo. Projeto prático com aplicações reais.

Bibliografia: HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introdução à Pesquisa Operacional. McGraw-Hill, 2013. ARENALES, M. N. et al. Pesquisa Operacional. Elsevier, 2007. ALMEIDA, A. T. Processo de Decisão nas Organizações. Atlas, 2013. BELTON, V.; STEWART, T. J. Multiple Criteria Decision Analysis. Kluwer, 2002. SEBOK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 2.11, 2024.

ARQ-20 - Direito e Aspectos Legais dos Sistemas

Requisito: Não há.

Horas Semanais: 2-0-0-3

Direito Brasileiro: princípios, características e peculiaridades. Fontes e Ramos do Direito. Teoria do Estado: povo, soberania e noção de território (espaço aéreo e mar territorial). Código de Defesa do Consumidor. Propriedade Intelectual. Direito do Trabalho; Regulamentação da Profissão de Engenheiro e Ética Profissional. Responsabilidade do Engenheiro (ambiental, civil e penal).

Bibliografia: CAVALIERI FILHO, S. Programa de responsabilidade civil. São Paulo: Atlas, 2012. HARRIS, C. E.; PRITCHARD, M. S.; RABINS, Michael J. Engineering ethics: concepts and cases. Belmont: Wadsworth, 2008. SANSEVERINO, P. T. V. Responsabilidade civil do consumidor e a defesa do fornecedor. São Paulo: Saraiva, 2007.

ARQ-21 - Arquitetura de Sistemas e Instanciação Funcional

Requisito: ARQ-11.

Horas Semanais: 4-0-0-2.

Conceitos básicos de arquitetura de sistemas e sistemas de sistemas. Estruturação funcional e física de sistemas. Modelos de referência: DoDAF, UAF, NAF. Visões operacionais, lógicas e físicas. Modelagem com SysML e OPM. Instanciação de arquitetura. Propriedades emergentes e análise de trade-offs. Estrutura de requisitos arquiteturais. Desenvolvimento de proposta arquitetural aplicada a cenários reais.

Bibliografia: CRAWLEY, E.; CAMERON, B.; SELVA, D. System Architecture. Pearson, 2016. FRIEDENTHAL, S.; MOORE, A.; STEINER, R. A Practical Guide to SysML. Morgan Kaufmann, 2014. DORI, D. Model-Based Systems Engineering with OPM and SysML. Springer, 2016. OMG. Unified Architecture Framework (UAF), 2020. NATO. NATO Architecture Framework (NAF), 2018. SEBOK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 2.11, 2024.

ARQ-31 - Análise Sistêmica e Segurança em Arquiteturas

Requisito: ARQ-21

Horas Semanais: 4-0-0-2

Análise sistêmica aplicada a arquiteturas de sistemas. Propriedades emergentes e gestão de riscos. Participação de stakeholders e responsabilização em sistemas de missão crítica. Técnicas de análise de segurança: STPA, CAST, FMEA, FMECA. Modelos causais e avaliação de ameaças. Métodos qualitativos e quantitativos para avaliação de desempenho, custo, confiabilidade e sustentabilidade. Estudos de caso em sistemas de defesa, transporte, energia e espaço.

Bibliografia: LEVESON, N. G. Engineering a Safer World. MIT Press, 2011. JACKSON, M. C. Critical Systems Thinking. Wiley, 2019. BLOCHER, J. M. Introduction to Cost and Management Accounting. Wiley, 2016. BLANCHARD, B. S.; FABRYCKY, W. J. Systems Engineering and Analysis. Pearson, 2011. SEBoK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 2.11, 2024.

ARQ-35 - Sustentabilidade e Avaliação de Ciclo de Vida

Requisito: Não há

Horas Semanais: 2-0-0-2

Sustentabilidade em sistemas complexos. Pensamento sistêmico e ciclo de vida. Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e Análise de Impacto Ambiental. Indicadores ambientais, certificações e pegada ecológica. Eco-design, inovação e economia circular. Valoração ambiental, riscos ecológicos e compliance. Sustentabilidade em projetos de defesa, transporte, indústria e energia. Desenvolvimento de projeto sustentável aplicado a sistemas reais.

Bibliografia: GUINÉE, J. Life Cycle Sustainability Assessment. Springer, 2016. MEADOWS, D. H. Thinking in Systems. Chelsea Green, 2008. HOLLENBACK, J. Sustainability: An Integrated Approach. Routledge, 2018. MIDGLEY, G. Systemic

Intervention. Kluwer, 2000. SEBoK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 2.11, 2024.

ARQ-37 - Decisão Multicritério e Apoio à Escolha

Requisito: ARQ-17

Horas Semanais: 2-0-0-4

Métodos de decisão multicritério aplicados a sistemas complexos. Modelos compensatórios e não compensatórios. Teoria da utilidade e preferências. SMART, AHP, TOPSIS, PROMETHEE, MACBETH. Análise de sensibilidade e robustez. Decisão em grupo, negociação e mediação. Aplicações com apoio computacional. Integração com otimização, simulação e análise de risco. Estudos de caso em defesa, infraestrutura e indústria.

Bibliografia: ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. Multi-Criteria Decision Analysis. Wiley, 2013. SAATY, T. L. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. Springer, 2008. ALMEIDA, A. T. Processo de Decisão nas Organizações. Atlas, 2013. BELTON, V.; STEWART, T. J. Multiple Criteria Decision Analysis. Kluwer, 2002.

ARQ-39 - Sistemas Sociotécnicos e Cibernética Organizacional

Requisito: Não há

Horas Semanais: 2-0-0-2

Fundamentos dos sistemas sociotécnicos. Interações entre elementos sociais e técnicos. Cibernética organizacional e gestão da complexidade. Participação e co-criação em projetos sistêmicos. Modelos de organização inteligente. Diversidade, fatores humanos e comportamento organizacional. Design participativo e ética em sistemas. Análise de impacto social e responsabilidade corporativa em engenharia de sistemas.

Bibliografia: JACKSON, M. C. Critical Systems Thinking. Wiley, 2019. SCHWANINGER, M. Intelligent Organizations. Springer, 2010. PASMORE, W. A. Sociotechnical Systems: A Sourcebook. University Associates, 2007. MIDGLEY, G. Systemic Intervention. Kluwer, 2000. NIKOLIC, I.; VAN DAM, K. H.; LUKSZO, Z. Agent-Based Modelling of Socio-Technical Systems. Springer, 2012.

ARQ-41 - Suporte Logístico e Sustentação de Sistemas

Requisito: ARQ-21

Horas Semanais: 3-0-0-2

Conceitos e objetivos do Suporte Integrado ao Produto (IPS). Sustentação logística ao longo do ciclo de vida. Modelagem e simulação do suporte. Gêmeos digitais de suporte logístico. Medidas de desempenho: disponibilidade, confiabilidade, MTBF, MTTR. Planejamento de manutenção e cadeia de suprimentos. Logística reversa e sustentabilidade. Normas e especificações (ex: SX000i). Desenvolvimento de plano de suporte aplicado a sistemas reais.

Bibliografia: BLANCHARD, B. S. System Engineering Management. Wiley, 2016. BLANCHARD, B. S. Logistics Engineering and Management. Pearson, 2004. ASD/AIA. SX000i International Specification for IPS. Issue 3.1, 2021. JONES, J. V. Supportability Engineering Handbook. McGraw-Hill, 2006. SEBoK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 2.11, 2024.

ARQ-49 - Gestão de Projetos e Riscos em Sistemas Complexos

Requisito: Não há.

Horas Semanais: 2-0-0-2

Fundamentos de gestão de projetos com foco em sistemas complexos. Ciclo de vida de projetos. PMBOK, ISO 21500 e métodos ágeis/híbridos. Escritórios de projetos (PMO). Escopo, cronograma, custo, comunicação, equipe e stakeholders. Fundamentos de gestão de riscos. Incertezas epistêmicas e estocásticas. Normas ISO 31000 e 31010. Técnicas de análise de risco. Análise de lições aprendidas. Estudo de caso e aplicação prática.

Bibliografia: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. PMBOK Guide. 7^a Ed., 2021. KERZNER, H. Project Management: A Systems Approach. Wiley, 2017. SUTHERLAND, J. Scrum: The Art of Doing Twice the Work. Crown Business, 2014. BEDFORD, T.; COOKE, R. Probabilistic Risk Analysis. Cambridge, 2009. AVEN, T.; THEKDI, S. Risk Science. Routledge, 2022.

ARQ-59 – Economia de Sistemas e Avaliação Econômica

Requisito: Não há.

Horas Semanais: 2-0-0-4

Introdução à economia com foco em aplicações de engenharia de sistemas. Oferta, demanda e falhas de mercado. Economia de sistemas, inovação e sustentabilidade. Políticas macroeconômicas. Valoração econômica de impactos ambientais e

sociais. Avaliação de projetos e investimentos sob incerteza. Métodos de análise custo-benefício e custo-efetividade. Aplicações em energia, transporte, defesa e infraestrutura.

Bibliografia: MANKIW, N. G. Introdução à Economia. Cengage, 2019. KOYAMA, M.; RUBIN, J. How the World Became Rich. Polity Press, 2022. GUINÉE, J. Life Cycle Sustainability Assessment. Springer, 2016. SEBoK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 2.11, 2024.

ARQ-69 – Administração e Modelos Organizacionais em Engenharia

Requisito: Não há.

Horas Semanais: 2-0-0-4

Administração aplicada a engenharia e inovação. Funções gerenciais, liderança e estrutura organizacional. Modelos de organização ágil e inteligente. Decisão estratégica, ética e responsabilidade corporativa. Gestão da mudança e inovação tecnológica. Cibernetica organizacional. Empreendedorismo e desenvolvimento de modelos de negócio com foco sistêmico. Aplicações em sistemas sociotécnicos e engenharia de sistemas.

Bibliografia: BATEMAN, T. S.; SNELL, S. Management: Leading & Collaborating. McGraw-Hill, 2019. JACKSON, M. C. Critical Systems Thinking. Wiley, 2019. SCHWANINGER, M. Intelligent Organizations. Springer, 2010. OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. Business Model Generation. Wiley, 2010.

ARQ-70 - Otimização Multidisciplinar de Sistemas

Requisito: ARQ-37

Horas Semanais: 4-2-2-4

Formulação de problemas de otimização multidisciplinar. Objetivos conflitantes, variáveis acopladas e restrições complexas. Algoritmos heurísticos e evolutivos. Metamodelagem, análise de sensibilidade e resposta. Otimização sob incerteza. Otimização robusta e multiobjetivo. Integração com arquitetura e simulação de sistemas. Aplicações em engenharia aeroespacial, transporte, energia e defesa.

Bibliografia: SOBIESZCZANSKI-SOBIESKI, J. et al. Multidisciplinary Design Optimization. Wiley, 2017. BOZORG-HADDAD, O. et al. Metaheuristic and Evolutionary Algorithms. Wiley, 2017. HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introduction to

Operations Research. McGraw-Hill, 2018. CRAWLEY, E. et al. System Architecture. Pearson, 2016.

A.4.2.2. Departamento de Design de Sistemas

DIG-01 - Introdução ao Design de Sistemas

Requisito: Não há.

Horas Semanais: 1-0-3-3

Fundamentos de projeto de sistemas sob a perspectiva da Engenharia de Sistemas. Introdução ao ciclo de vida de sistemas e papel do engenheiro de sistemas. Design Thinking: empatia, definição, ideação, prototipagem e testes. Práticas de ideação e estruturação de problemas. Introdução à prototipagem rápida e prototipagem de papel. Modelagem funcional básica. Estudos de caso interdisciplinares. Trabalho em equipe orientado a projeto.

Bibliografia: DYM, C. L.; LITTLE, P.; ORWIN, E. J. Engineering Design: A Project-Based Introduction. John Wiley & Sons, 2013. MEINEL, C.; LEIFER, L. J. Design Thinking Research: Achieving Real Innovation. Springer, 2022. INCOSE. INCOSE Systems Engineering Handbook. Wiley, 2023. SEBOK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v. 2.11), 2024.

DIG-02 - Descoberta e Análise de Necessidades

Requisito: Não há.

Horas Semanais: 1-0-3-2

Fundamentos de elicitação e análise de necessidades em projetos de engenharia de sistemas. Métodos de pesquisa com stakeholders. Técnicas de observação, entrevistas e oficinas. Construção de personas, mapas de empatia e jornadas do usuário. Introdução à engenharia de requisitos. Redação e organização de requisitos iniciais. Análise de partes interessadas e definição de escopo. Produção de briefing e relatórios de descoberta. Comunicação efetiva dos achados.

Bibliografia: HULL, E.; JACKSON, K.; DICK, J. Requirements Engineering. Springer, 2017. ROZENFELD, H. et al. Gestão de Desenvolvimento de Produtos. Saraiva, 2006. KOSSIAKOFF, A. et al. Systems Engineering: Principles and Practice. Wiley, 2011. SEBOK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v. 2.11), 2024.

DIG-03 - Projeto Conceitual de Sistemas

Requisito: DIG-01 e DIG-02

Horas Semanais: 1-0-3-3

Planejamento e concepção de sistemas a partir de requisitos. Estruturação e representação da arquitetura conceitual. Decomposição funcional. Geração, avaliação e seleção de alternativas. Análise de viabilidade técnica, econômica e operacional. Representação gráfica com blocos funcionais e diagramas. Introdução à matriz de rastreabilidade. Análise de trade-offs. Documentação técnica de conceitos. Interface com projeto prático.

Bibliografia: CRAWLEY, E.; CAMERON, B.; SELVA, D. System Architecture: Strategy and Product Development for Complex Systems. Pearson, 2016. DYM, C. L.; LITTLE, P.; ORWIN, E. J. Engineering Design. Wiley, 2013. SEBOK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v. 2.11), 2024.

DIG-04 - Prototipagem de Sistemas com Tecnologias Inteligentes

Requisito: DIG-03

Horas Semanais: 3-0-0-3

Princípios de prototipagem de sistemas mecatrônicos. Fundamentos de eletrônica, sensores e atuadores. Sistemas digitais básicos e lógica combinatória. Introdução a microcontroladores e plataformas físicas (ex: Arduino, Raspberry Pi). Noções de mecanismos e robótica simples. Integração eletromecânica básica. Fundamentos de IA para design: visão computacional, reconhecimento de padrões e redes neurais simples. Prototipagem rápida: impressão 3D e simulação. Demonstração e testes práticos.

Bibliografia: ALCIATORE, D. G.; HISTAND, M. B. Introduction to Mechatronics and Measurement Systems. McGraw-Hill, 2012. DE SILVA, C. W. Sensors and Actuators: Engineering System Instrumentation. CRC Press, 2016. VOLPATO, N. Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações. Blucher, 2007. RASPBERRY PI FOUNDATION. Getting Started with AI on the Raspberry Pi. SEBOK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v. 2.11), 2024.

DIG-05 - Projeto Detalhado e Desenvolvimento Integrado de Produto

Requisito: DIG-03

Horas Semanais: 1-0-5-3



Projeto detalhado de sistemas com foco na integração de subsistemas e preparação para a manufatura. Identificação de interfaces físicas e funcionais. Princípios de coesão e acoplamento. Técnicas de Design for X (DFM, DFA, DFS). Análise de segurança (FMEA, STPA básica) e sustentabilidade (ACV, materiais). Seleção de materiais e processos. Documentação técnica e especificações geométricas. Interface com processos de fabricação e produção digital.

Bibliografia: PAHL, G.; BEITZ, W. *Engineering Design: A Systematic Approach*. Springer, 1996. ULRICH, K.; EPPINGER, S. *Product Design and Development*. McGraw-Hill, 2011. BLANCHARD, B. S.; FABRYCKY, W. J. *Systems Engineering and Analysis*. Pearson, 2011. SEBOK Editorial Board. *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v. 2.11)*, 2024.

DIG-06 - Prototipagem Avançada e Sistemas de Controle Integrado

Requisito: DIG-04

Horas Semanais: 3-0-3-3

Evolução da prototipagem para a integração de controle e automação. Sensores, atuadores e controladores digitais. Fundamentos de controle PID. Interfaces homem-máquina (HMI) e lógica de operação. Comunicação entre módulos (I2C, SPI, CAN). Manuseio e operação de braços robóticos e manipuladores. Coleta de dados e visualização. Noções de segurança funcional e redundância. Elementos de IA na lógica de controle. Demonstrações práticas.

Bibliografia: ALCIATORE, D. G.; HISTAND, M. B. *Introduction to Mechatronics and Measurement Systems*. McGraw-Hill, 2012. OGATA, K. *Modern Control Engineering*. Prentice Hall, 2010. RASPBERRY PI FOUNDATION. *Advanced Robotics Projects with AI and Control*. SEBOK Editorial Board. *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v. 2.11)*, 2024.

DIG-07 - Manufatura e Produção de Sistemas

Requisito: DIG-05

Horas Semanais: 1-0-5-3

Processos de fabricação e integração com o projeto de sistemas. Princípios de engenharia de produção. Processos convencionais e não convencionais. Manufatura aditiva. Planejamento de processo e linha de produção. Layouts industriais e células de fabricação. Digitalização da produção: gêmeos digitais e rastreabilidade. Noções

de controle de qualidade e produção enxuta. Aplicações em defesa, energia, aeroespacial e saúde.

Bibliografia: VOLPATO, N. Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações. Blucher, 2007. ANDERSON, D. M. Design for Manufacturability. CRC Press, 2014. PAHL, G.; BEITZ, W. Engineering Design: A Systematic Approach. Springer, 1996. SEBOK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v. 2.11), 2024.

DIG-08 - Gestão Integrada: Projetos, Economia e Organizações

Requisito: DIG-05

Horas Semanais: 2-0-0-2

Fundamentos de administração aplicados à engenharia de sistemas. Estrutura organizacional e cultura. Liderança, motivação e gestão de equipes. Introdução à gestão de projetos com PMBOK e métodos ágeis. Economia de sistemas e análise de custo-benefício. Avaliação econômica de projetos sob incerteza. Gestão da mudança e inovação. Ética, responsabilidade corporativa e sustentabilidade organizacional.

Bibliografia: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7^a Ed., 2021. BATEMAN, T. S.; SNELL, S. Management: Leading & Collaborating. McGraw-Hill, 2019. MANKIW, N. G. Introdução à Economia. Cengage, 2019. JACKSON, M. C. Critical Systems Thinking. Wiley, 2019.

DIG-09 - Avaliação Operacional e Fatores Humanos em Sistemas

Requisito: DIG-06

Horas Semanais: 2-0-2-3

Avaliação do sistema desenvolvido quanto à operação, desempenho e usabilidade. Princípios de interação humano-sistema. Ergonomia física e cognitiva. Métodos de avaliação de usabilidade e carga mental. Ferramentas de observação e instrumentação. Coleta de dados e análise de comportamento do usuário. Simulação de operação e validação do sistema com foco no CDIO. Ajustes finais e documentação da operação.

Bibliografia: WICKENS, C. D. et al. Engineering Psychology and Human Performance. Routledge, 2015. NORMAN, D. A. The Design of Everyday Things. MIT Press, 2013.

SALVENDY, G. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. Wiley, 2012. SEBOK Editorial Board. *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge* (v. 2.11), 2024.

A.4.2.3. Departamento de Modelagem e Simulação

MOD-01 - Introdução à Inteligência Artificial para Engenheiros de Sistemas

Requisito: Não há

Horas Semanais: 3-0-1-4

Introdução à história e fundamentos da Inteligência Artificial (IA). Diferença entre abordagens simbólicas e conexionistas. Princípios de aprendizado de máquina: supervisionado, não supervisionado e por reforço. Algoritmos clássicos. Noções básicas de Deep Learning: redes neurais, CNNs, RNNs, GANs. Introdução ao Processamento de Linguagem Natural (PLN). Aplicações em sistemas autônomos, sistemas embarcados e controle de processos. Ferramentas e frameworks. Questões éticas da IA: viés algorítmico, responsabilidade e impactos sociais.

Bibliografia: RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4^a ed., Pearson, 2021. GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. *Deep Learning*. MIT Press, 2016. LANE, H. et al. *Natural Language Processing in Action*. Manning Publications, 2019. FACELI, K. et al. *Inteligência Artificial: Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina*. LTC, 2021. SEBOK Editorial Board. *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge* (v2.11), 2024.

MOD-02 - Modelagem de Sistemas Discretos

Requisito: Não há

Horas Semanais: 4-2-4-3

Fundamentos de sistemas a eventos discretos. Modelagem de filas, autômatos finitos e redes de Petri. Métricas de desempenho. Modelos concorrentes e de tempo real. Princípios de simulação de eventos discretos. Ferramentas e ambientes de simulação. Modelagem de comportamentos sequenciais. Verificação formal com lógica temporal e model checking. Aplicações em sistemas embarcados e sistemas de controle. Desenvolvimento de projetos práticos.

Bibliografia: GIRAULT, C.; VALK, R. *Petri Nets for Systems Engineering*. Springer, 2002. LAW, A. M. *Simulation Modeling and Analysis*. 5^a ed., McGraw-Hill, 2014. BANKS, J. et al. *Discrete-Event System Simulation*. 5^a ed., Pearson, 2009. FREITAS FILHO, P. J.

Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações Arena. Visual Books, 2001. SEBoK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v2.11), 2024.

MOD-03 - Modelagem de Sistemas Dinâmicos

Requisito: MOD-02

Horas Semanais: 4-2-2-4

Fundamentos de sistemas dinâmicos contínuos e híbridos. Modelagem multifísica com equações diferenciais ordinárias. Sistemas lineares e não lineares. Resposta temporal, estabilidade e frequência. Linearização, diagramas de blocos, funções de transferência. Análise de sensibilidade. Fundamentos de identificação e simulação de sistemas reais. Técnicas computacionais e ferramentas de simulação. Aplicações em engenharia aeroespacial, automação e energia.

Bibliografia: STROGATZ, S. H. Nonlinear Dynamics and Chaos. CRC Press, 2014. DOEBELIN, E. O. System Dynamics: Modeling, Analysis, Simulation, Design. CRC Press, 1998. OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. 5^a ed., Prentice Hall, 2010. KARNOPP, D. et al. System Dynamics: Modeling, Simulation, and Control of Mechatronic Systems. Wiley, 2012. SEBoK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v2.11), 2024.

MOD-04 - Fundamentos de Engenharia de Software

Requisito: Não há

Horas Semanais: 4-0-2-3

Fundamentos da engenharia de software e desenvolvimento de sistemas. Ciclo de vida de software. Especificação de requisitos e modelagem funcional. UML e análise orientada a objetos. Introdução ao desenvolvimento baseado em modelos (MDE). Transformações Model-to-Model (M2M) e Model-to-Text (M2T). Geração automática de código. Boas práticas de versionamento e documentação. Ambientes integrados de desenvolvimento. Conceitos básicos de DSLs e interoperabilidade entre ferramentas.

Bibliografia: DORI, D. Model-Based Systems Engineering with OPM and SysML. Springer, 2016. STEINBERG, D. et al. EMF: Eclipse Modeling Framework. Addison-Wesley, 2008. GAMMA, E. et al. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, 1994.

MOD-05 - Controle de Sistemas Dinâmicos

Requisito: MOD-03

Horas Semanais: 4-2-4-4

Fundamentos de controle clássico e moderno. Sistemas lineares invariantes no tempo. Resposta temporal, estabilidade e critérios de desempenho. Controladores PID e ajuste de parâmetros. Representação em espaço de estados: controlabilidade, observabilidade, realimentação de estado e observadores. Controle robusto e ótimo. Introdução ao Filtro de Kalman. Projeto de controladores digitais. Aplicações em sistemas embarcados e automação.

Bibliografia: OGATA, K. Modern Control Engineering. Prentice Hall, 2010. FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. Feedback Control of Dynamic Systems. Pearson, 2019. HESPANHA, J. P. Linear Systems Theory. Princeton University Press, 2018.

MOD-06 - Modelagem e Simulação de Sistemas Complexos

Requisito: MOD-03

Horas Semanais: 4-2-4-4

Definições e propriedades de sistemas complexos. Estrutura e dinâmica de redes. Modelagem matemática de sistemas não-lineares e não-determinísticos. Modelagem baseada em agentes (ABM): fundamentos e plataformas. Simulação multiagente e simulação híbrida. Dinâmica de sistemas acoplados e emergentes. Análise de sensibilidade e incerteza. Aplicações em defesa, saúde, mobilidade e sistemas sócio-técnicos. Projetos integradores e estudos de caso.

Bibliografia: STROGATZ, S. H. Nonlinear Dynamics and Chaos. CRC Press, 2014. DOEBELIN, E. O. System Dynamics. CRC Press, 1998. GILBERT, N.; TROITZSCH, K. Simulation for the Social Scientist. Open University Press, 2005. TURNITSA, C.; BLAIS, C.; TOLK, A. Simulation and Wargaming. Wiley, 2021. SEBoK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v2.11), 2024.

MOD-07 - Simulação Distribuída de Sistemas de Sistemas

Requisito: MOD-06

Horas Semanais: 4-2-4-4

Desenvolvimento de projetos de simulação distribuída aplicada a sistemas de sistemas. Arquiteturas e padrões para simulação distribuída (HLA, DIS). Particionamento de modelos e sincronização de tempo. Componentes de infraestrutura para simulação: RTI, federações, federados. Interoperabilidade entre modelos heterogêneos. Comunicação em tempo real e tempo do usuário. Engenharia de cenários e coordenação entre agentes. Integração de múltiplos domínios (cibernético, físico, organizacional). Avaliação de efetividade, testes de verificação e validação (V&V). Projeto prático: modelagem, instrumentação e execução de uma simulação integrada.

Bibliografia: TOPÇU, O.; OĞUZTÜRKÜN, H. Guide to Distributed Simulation with HLA. Springer, 2017. TOLK, A. Engineering Principles of Combat Modeling and Distributed Simulation. Wiley, 2012. TURNITSA, C.; BLAIS, C.; TOLK, A. Simulation and Wargaming. Wiley, 2021. SEBoK Editorial Board. The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (v2.11), 2024.