



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Mecânica



PLANO DE ENSINO

EMC 5425 - Fenômenos de Transporte

1) Identificação

Carga horária: 72 horas-aulas teóricas

Turmas: 04212/07202/07213

Nome do professor: Emilio Ernesto Paladino, e-mail: emilio.paladino@ufsc.br

Período: 1º semestre de 2022

2) Cursos

202 Engenharia Elétrica

212 Engenharia de produção Civil

213 Engenharia de Produção Elétrica

3) Requisitos

202 Engenharia Elétrica → FSC5113 e FSC5122 e MTM3103 ou FSC5163 e MTM3103

212 Engenharia de produção Civil → FSC5002 ou FSC5137 e MTM5162 ou FSC5102 e MTM3102

213 Engenharia de Produção Elétrica → FSC5002 ou FSC5137 e MTM5162 ou FSC5137 e MTM3102

4) Ementa

Conceitos fundamentais em mecânica dos fluidos: dimensões e unidades; campos escalar, vetorial e tensorial; viscosidade; hidrostática: pressão em fluido estático; manômetros; forças sobre superfícies submersas; análise de escoamento: leis básicas para sistemas e volumes de controle; conservação da massa; equação da quantidade de movimento linear; primeira lei da termodinâmica; equação de Bernoulli; escoamento viscoso incompressível: escoamento em tubos; diagrama de Moody; perdas de cargas distribuídas e localizadas; conceitos fundamentais de transmissão de calor: dimensões e unidades; leis básicas da transmissão de calor; condução; convecção e radiação; mecanismos combinados de transmissão de calor; condução unidimensional em regime permanente: espessura crítica de isolamento; aletas, estruturas compostas; aplicações em dissipadores térmicos; difusão molecular e transporte de massa.

5) Objetivos

Geral: Compreender os princípios e conceitos básicos dos fenômenos de transferência de quantidade de movimento, calor e massa nas formas convectiva e difusiva, entendendo as principais ferramentas para a resolução de problemas de engenharia envolvendo estes fenômenos.

Específicos: Ao finalizar o curso, espera-se que o aluno compreenda os princípios básicos da mecânica dos meios fluidos e transferência de calor e massa, assim como as equações que governam estes princípios, principalmente, na forma integral assim como as técnicas experimentais mais utilizadas e os princípios da análise dimensional e semelhança, que permitam a aplicação de correlações empíricas para a resolução de problemas envolvendo fenômenos de transferência.

Como habilidades adquiridas, o aluno deverá: saber calcular forças sobre superfícies e corpos submersos em fluidos estáticos e imersos em correntes fluidas, vazões e perdas de carga em dutos e restrições, aplicando de forma adequada as equações de conservação da massa e energia na forma integral; avaliar distribuições de temperaturas e fluxos de calor em meios sólidos através de análise diferencial e resolver

problemas de transferência de calor envolvendo convecção, difusão e radiação através de análises integrais e utilizando correlações empíricas.

Espera-se que o aluno tenha a capacidade de modelar um problema real e possa resolvê-lo, para alguns casos simples, seja em forma analítica o utilizando soluções empíricas ou semi-empíricas apresentadas na literatura através de tabelas e diagramas.

6) Conteúdo Programático

HA	Conteúdo
08	<p>Unidade I – Introdução e Conceitos Fundamentais</p> <p>Apresentação; Definição de Fluido; Métodos de Análise; Hipótese do Contínuo e densidade; Dimensões e unidades; Sistemas de Unidades; Escalares, Vetores e Tensores; Tensor Tensão; Campos de Velocidades e Tensões; Relação tensão-deformação e Viscosidade; Equações constitutivas, Fluidos Newtonianos e Não-newtonianos; Tensão Superficial, ângulo de molhamento; capilaridade; Fenômenos Convectivos e Difusivos; Difusão de calor e massa; Analogia entre os fenômenos difusivos.</p>
06	<p>Unidade II – Estática dos Fluidos</p> <p>Equações Básicas da Fluido-estática; Pressões Absoluta e Manométrica; Forças sobre superfícies submersas em um fluido estático, centro de pressão; Movimento dos Fluidos como Corpos Rígidos: Movimento com aceleração linear constante e movimento de rotação em torno de um eixo fixo.</p>
06	<p>Unidade III – Cinemática dos Fluidos</p> <p>Referencial Lagrangeano e Euleriano; Gradiente de velocidade, deformação e vorticidade. Aceleração e Derivada Substantiva. Teorema do Transporte de Reynolds, relação com a derivada substantiva.</p>
02	<p>1º AVALIAÇÃO SEMANA 5</p>
10	<p>Unidade IV – Equações de Conservação: Forma Integral</p> <p>Equações Integrais da Conservação de Massa, Quantidade de Movimento e da Energia (Primeira Lei da Termodinâmica); Equação de Bernoulli.</p>
02	<p>Unidade V – Equações de Conservação: Forma Diferencial</p> <p>Introdução à forma diferencial das Equações de Conservação de Massa, e da Quantidade de Movimento. Aplicações da análise diferencial de escoamentos. Equação da Condução de Calor.</p>
06	<p>Unidade VI – Análise dimensional e Estudo de Similaridade</p> <p>Teorema Pi de Buckingham; Determinação dos Grupos Adimensionais Importantes na Mecânica dos Fluidos; Escoamentos Semelhantes e Estudos em Modelos reduzidos. Números adimensionais comuns na mecânica dos fluidos e transferência de calor.</p>
02	<p>2º AVALIAÇÃO SEMANA 10</p>
08	<p>Unidade VII – Introdução à Transmissão de calor</p> <p>Introdução à Transferência de Calor: Conceitos fundamentais em transmissão de calor. Leis básicas da transmissão de calor; condução, convecção e radiação; Condução 1D em regime permanente. Condução com fontes. Superfícies aletadas. Condução transiente: O método da capacitância Global.</p>
06	<p>Unidade VIII – Escoamento Externo</p>

	Introdução à Convecção; Camada Limite Hidrodinâmica e Térmica. Coeficiente de Transferência de Calor; Escoamento Laminar e turbulento, Forças sobre corpos submersos; Camada limite com gradiente de pressão adverso; Descolamento de camada limite; Arraste e Sustentação;
08	Unidade IX – Escoamento Interno Velocidade e temperatura médias. Entrada Térmica e hidrodinâmica. Escoamento laminar de fluidos viscosos; Introdução à turbulência em escoamentos internos; Cálculo das perdas de carga; Cálculo do fator de atrito; Efeito da rugosidade; Aplicação da equação da energia unidimensional; Problemas de escoamentos de fluidos em tubulações. Transferência de calor em tubos.
02	3º AVALIAÇÃO SEMANA 15
02	AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO SEMANA 16

7) Metodologia

Os conteúdos serão ministrados através de aulas expositivas com discussões e resolução de exercícios. Será utilizado material complementar ser disponibilizado no Moodle como vídeo aulas, materiais de leitura e vídeos explicativos sobre processos envolvendo fenômenos de transporte. Os alunos deverão resolver exercícios sugeridos cuja solução poderá ser discutida durante as aulas ou horários de atendimento do professor.

Será utilizada a plataforma MOODLE para intercâmbio de informações e materiais de apoio com os alunos, fóruns de discussão etc.

OBS: Por se tratar de um semestre com 16 semanas (e havendo alguns feriados) os conteúdos serão ajustados conforme necessidade, utilizando-se das vídeo-aulas disponíveis na página do MOODLE para complementação do conteúdo.

8) Avaliação

⇒ O processo de avaliação de aprendizado se dará através de três provas escritas que abordarão os conteúdos **teóricos e práticos** da disciplina, conforme cronograma apresentado na tabela acima.

⇒ Estará aprovado o aluno com média igual ou superior a 6,0 (seis) nos trabalhos avaliativos

⇒ Terá direito a realizar a prova de recuperação o aluno com média igual ou superior a 3,0 (três).

⇒ A prova de recuperação abordará todo o conteúdo da disciplina.

Os conteúdos dessas aulas seguirão os Conteúdos Programáticos, conforme a carga horário definida para cada tópico, considerando que cada aula da disciplina corresponde a duas h.a., e serão detalhados na pagina do MOODLE da disciplina.

As avaliações serão realizadas nas semanas 05, 11 e 16 do semestre.

9) Bibliografia Básica

1. Çengel, Y & Cimbala, J., *Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e Aplicações*, Mc Graw-Hill, Rio de Janeiro → "CFM"
2. Çengel, Y.A. *Transferência de Calor e Massa: Uma Abordagem Prática*, 3ª Edição, Editora McGrawHill, 2009. → "CHT"

Serão disponibilizadas no Moodle as seções com os conteúdos específicos dos livros acima, necessários para o acompanhamento da disciplina.

10) Bibliografia Complementar

1. Fox, R. W & McDonald, T. , *Introdução à mecânica dos Fluidos*, 6ª ed., LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro. → "FOX"
2. Incropera, F. P.& De Witt, D., *Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa*, 6a edição, 2008, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro → "INC"