



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Mecânica



PLANO DE ENSINO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição do ensino presencial pelo ensino não presencial, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em atenção à Portaria MEC Nº 544, de 16 de junho de 2020, e à Resolução Normativa Nº 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020.

EMC 5425 - Fenômenos de Transporte

1) Identificação

Carga horária: 72 horas-aulas teóricas

Turmas: 04212/07202/07213

Nome do professor: Emilio Ernesto Paladino, Email: emilio.paladino@ufsc.br

Período: 1º semestre de 2020

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 ou 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>
02	<p>1º TRABALHO AVALIATIVO SEMANA 4</p>
06	<p>Unidade III – Cinemática dos Fluidos</p> <p>Referencial Lagrangeano e Euleriano. Linhas de emissão, corrente e trajetória; Gradiente de velocidade, deformação e vorticidade. Aceleração e Derivada Substantiva. Teorema do Transporte de Reynolds, relação com a derivada substantiva.</p>
08	<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>2º TRABALHO AVALIATIVO SEMANA 8</p>
06	<p>Unidade V – Equações de Conservação: Forma Diferencial</p> <p>Equações Diferenciais da Conservação de Massa, e da Quantidade de Movimento. 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; Adimensionalização das Equações Governantes; Escoamentos Semelhantes e Estudos em Modelos reduzidos. Números adimensionais comuns na mecânica dos fluidos e transferência de calor.</p>
08	<p>Unidade VII – Transmissão de calor por condução</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>
02	<p>3º TRABALHO AVALIATIVO SEMANA 12</p>
06	<p>Unidade VIII – Escoamento Externo</p> <p>Introdução à Convecção; Camada Limite Hidrodinâmica e Térmica. Coeficiente de Transferência de Calor; Escoamento Laminar, solução de Blasius. Forças sobre corpos submersos; Camada limite com gradiente de pressão adverso; Descolamento de camada limite; Arraste e Sustentação;</p>
06	<p>Unidade IX – Escoamento Interno</p> <p>Velocidade e temperatura médias. Entrada Térmica e hidrodinâmica. Escoamento laminar de fluidos viscosos; Introdução à turbulência; 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.</p>
02	<p>4º TRABALHO AVALIATIVO SEMANA 16</p>
02	<p>TRABALHO AVALIATIVO DE RECUPERAÇÃO</p>

7) Metodologia

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

Metodologia específica para o período de ensino não presencial

- Os principais conteúdos serão abordados através de videoaulas elaboradas pelo professor da disciplina.
- **Cada videoaula, com duração entre 15 a 30 minutos, corresponderá a conteúdo equivalente de 2 a 3 h.a. na modalidade presencial**, dependendo do tópico a ser abordado.
- Será realizada **uma** aula síncrona semanal através da ferramenta MCONF no Moodle, **com duração de 2 h.a.**, onde serão revisados e discutido os conteúdos das videoaulas e resolvidos exemplos de aplicação dos conceitos.
- As aulas **síncronas** poderão ser gravadas para posterior consulta, dependendo das possibilidades do sistema MCONF. No entanto, a presença somente será computada se o aluno estiver presente na forma síncrona, uma vez que os objetivos nesses momentos é a **interação** entre professor e alunos.
- Os alunos deverão assistir as videoaulas correspondentes para cada semana antes da aula síncrona correspondente.

- Durante as aulas síncronas, poderão ser esclarecidas dúvidas sobre a resolução dos exercícios sugeridos nas listas de exercícios.

8) Avaliação

Metodologia específica de avaliação para o período de ensino não presencial:

⇒ Durante o período de ensino não presencial, o processo de avaliação de aprendizado se dará através de trabalhos avaliativos, nos quais os alunos deverão resolver exercícios de forma **individual** e com consulta ao material bibliográfico, conforme cronograma apresentado na tabela acima.

⇒ Será dado um prazo de 24h para tal resolução. Cada trabalho avaliativo deverá ser defendido de forma **oral e individual** pelos alunos.

⇒ 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 consistirá em um trabalho avaliativo sobre todo o conteúdo da disciplina a ser também defendido de forma oral.

A frequência será computada através do acesso as aulas síncronas (50%) e do acesso aos conteúdos de videoaulas (50%).

9) Cronograma

Será realizada uma aula síncrona semanal nas 5as feiras das 14:20h as 16:00h (T 07202) e 6as feiras das 7:30h as 9:10h (T 04212/07213) onde serão discutidos os conteúdos das aulas assíncronas e resolução de exercícios.

Os conteúdos dessas aulas seguirão os Conteúdos Programáticos e serão detalhados no MOODLE.

Serão realizadas avaliações mensais nas semanas 04, 08, 12 e 16 com defesa oral na aula síncrona subsequente.

10) Bibliografia Básica

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

Serão disponibilizadas no Moodle conteúdos específicos dos livros acima.

11) 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"