

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CAMPUS SAPUCAIA DO SUL

**PRÓ-REITORIA DE ENSINO**

**PLANO DE ENSINO**

**PLANO DE ENSINO**

**Curso:** Engenharia Mecânica

**Disciplina:** Transferência de calor e massa

**Turma:** 6E

**Professor(a):** Mauro César Rabuski Garcia

**Carga horária total:** 60h

**Ano/semestre:** 2019/2

|  |
| --- |
| **1.EMENTA:**  Introdução. Condução unidimensional e bidimensional em regime permanente. Condução transiente. Introdução à convecção. Convecção externa, interna e livre. Processos e propriedades da radiação térmica. Troca radiativa entre superfícies. Transferência de massa por difusão. |

|  |
| --- |
| **2.OBJETIVOS:**  Compreender os conceitos referentes a Transferência de calor e massa por meio de aplicações práticas mostrando os modos de transferência de calor habilitando-os a resolverem problemas de engenharia nesta área. |

|  |
| --- |
| **3. CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS:**  UNIDADE I – Introdução à transferência de calor  1.1 Origens Físicas e Equações de Taxa  1.1.1 Condução  1.1.2 Convecção  1.1.3 Radiação  1.2 Exigência da Conservação de Energia  1.3 Relevância da Transferência de Calor  UNIDADE II – Introdução à Condução  2.1Equação da Taxa de Condução  2.2 As Propriedades Térmicas da Matéria  2.3 A Equação da Difusão do Calor (Difusão Térmica)  2.4 Condições de Contorno e Inicial  UNIDADE III – Condução Unidimensional em Regime Estacionário  3.1A Parede Plana  3.2 Sistemas Radiais  3.3 Condução com Geração de Energia Térmica  3.4 Transferência de Calor em Superficies Estendidas  UNIDADE IV – Condução Bidimensional em Regime Estacionário  4.1 Abordagens Alternativas  4.2 O Método da Separação de Variáveis  4.3 Equações de Diferenças Finitas  4.4 Resolvendo as Equações de Diferenças Finitas  UNIDADE V – Condução Transiente  5.1 O Método da Capacitância Global  5.2 Validade do Método da Capacitância Global  5.3 Efeitos Espaciais  5.4 O Sólido Semi-infinito  UNIDADE VI – Introdução à Convecção  6.1 As Camadas-limite da Convecção  6.2 Coeficientes Convectivos locais e Médios  6.3 Escoamento Laminar e Turbulento  6.4 As Equações de Camada-limite  6.5 Significado Físico dos Parâmetros Adimensionais  6.6 Analogias das Camadas-limite  UNIDADE VII – Escoamento Externo  7.1 O Método Empírico  7.2 A Placa Plana em Escoamento Paralelo  7.3 Metodologia para Cálculo de Convecção  7.4 O Cilindro em Escoamento Cruzado  7.5 A Esfera  7.6 Escoamento Externo Cruzado em Matrizes Tubulares  UNIDADE VIII – Escoamento Interno  8.1 Considerações Fluidodinâmicas  8.2 Considerações Térmicas  8.3 O Balanço da Energia  8.4 Escoamento Laminar em Tubos Circulares: Análise Térmica e Correlações da Convecção  8.5 Correlações da Convecção: Escoamento Turbulento em Tubos Circulares  UNIDADE IX – Convecção Natural  9.1 Considerações Físicas  9.2 As Equações da Convecção Natural  9.3 Convecção Natural Laminar sobre uma Superfície Vertical  9.4 Os Efeitos da Turbulência  9.5 Correlações Empíricas: Convecção Natural em Escoamentos Externos  UNIDADE X – Radiação – Processos e Propriedades  10.1 Conceitos Fundamentais  10.2 Intensidade de Radiação  10.3 Radiação de Corpo Negro  10.4 Emissão de Superfícies Reais  10.5 Absorção, Reflexão e Transmissão em Superfícies Reais  10.6 Lei de Kirchhoff  10.7 A Superfície Cinza  10.8 Radiação Ambiental  UNIDADE XI – Troca de Radiação entre Superfícies  11.1 O Fator de Forma  11.2 Troca de Radiação entre Superfícies Cinza, Difusas e Opacas em uma Cavidade  UNIDADE XII – Transferência de Massa por Difusão  12.1 Origens Físicas e Equações de Taxa |

**4.** **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS:**

A proposta para o desenvolvimento desta disciplina são aulas expositivas-dialogadas, introduzindo os assuntos com problemas e aplicações gerando discussões quanto a solução dos mesmos mostrando a necessidade do conteúdo que será desenvolvido. O conteúdo será apresentado através de recursos como apresentações do *PowerPoint* com projetor, textos, esquemas, desenhos e cálculos realizados no quadro. Na medida do possível com vídeos ilustrativos e animações didáticas. Aulas práticas serão realizadas ao longo do semestre nos módulos de condução do calor, caso os equipamentos estejam em condições de uso. No quadro serão resolvidos exemplos (problemas resolvidos no livro) e exercícios (problemas não resolvidos no livro).

# 5. PROCEDIMENTOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO:

A avaliação será realizada por meio de provas escritas com problemas de Transferência de calor e massa com o uso de calculadoras, fórmulas, gráficos e sem consulta que valem 90% da nota, as questões podem ser teóricas e/ou práticas (cálculos). Os alunos (as) devem trazer seus formulários, tabelas e gráficos para as provas. As datas das provas estão definidas no cronograma, podendo ser mudadas ao longo do semestre conforme necessidade. As listas de exercícios devem ser resolvidas como preparação para a prova. Os demais 10% da nota final são referentes aos relatórios das aulas práticas. Os relatórios não serão devolvidos. O relatório deve conter: 1) Título; 2) Objetivo do experimento; 3) Descrição do experimento; 4) valores medidos experimentalmente; 5) Comparação com a teoria; 6) conclusões. A recuperação será de todo o conteúdo do semestre. A recuperação do semestre será de conteúdos selecionados e informados aos alunos após a correção da última avaliação. A nota dos trabalhos não é considerada quando o aluno faz a recuperação do semestre.

**Observação:** Demais ausências deverão ser justificadas na CORAC no **prazo de até 02 (dois) dias úteis após a data de término da ausência.**  Pedidos posteriores a este prazo não serão considerados.

***Legislação – Justificativa da Falta***

- *Decreto-Lei 715-69* - relativo à prestação do Serviço Militar (Exército, Marinha e Aeronáutica).

- *Lei 9.615/98* - participação do aluno em competições esportivas institucionais de cunho oficial representando o País.

- *Lei 5.869/79* - convocação para audiência judicial.

***Legislação – Ausência Autorizada (Exercícios Domiciliares)***

- *Decreto-Lei 1,044/69* - dispõe sobre tratamento excepcional para os alunos portadores de afecções que indica.

- *Lei 6.202/75* - amparo a gestação, parto ou puerpério.

- *Decreto-Lei 57.654/66* - lei do Serviço Militar (período longo de afastamento).

- *Lei 10.412* - às mães adotivas em licença-maternidade.

**6.** **Horário disponível para atendimento presencial:**

O horário de atendimento ao aluno será nas quintas-feiras das 17h30min até as 19h com marcação antecipada pelo e-mail maurogarcia@sapucaia.ifsul.edu.br.

# 7.Bibliografia básica:

ÇENGEL, Y. A. **Transferência de Calor e Massa:** Uma abordagem prática. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2009.

INCROPERA, F. P. et al.**Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

KREITH, F.; BOHN, M. S. **Princípios de Transferência de Calor**. 1. ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2003.

**8.Bibliografia complementar:**

BEJAN, A.; KRAUS, A. D. **Heat Transfer Handbook**. New York: Willey Interscience, 2003.

BEJAN, A. **Heat Transfer**. New York: John Willey & Sons, 1993.

BIRD, R. B.; LIGHTFOOT, E. N.; STEWART, W. E. **Fenômenos de Transporte**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

HOLMANN, J. P. **HeatTransfer**. 10. ed. New York: McGraw-Hill, 2009.

MORAN, M J. et al.**Introdução à Engenharia de Sistemas Térmicos:** Termodinâmica, Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

**CRONOGRAMA**

**INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE - CAMPUS SAPUCAIA DO SUL**

**Curso:** Engenharia Mecânica

**Disciplina:** Transferência de calor e massa

**Professor(a):** Mauro César Rabuski Garcia

**Ano/semestre:** 2019/2

**Turma:** 6E

**Email:** maurogarcia@sapucaia.ifsul.edu.br

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Aula** | **Data** | **Conteúdo Programático** |
| 01 | 30/07 | * Introdução à disciplina: ementa, cronograma e bibliografia. Introdução à transferência de calor, Origens Físicas e Equações de Taxa, Condução, convecção |
| 02 | 05/08 | * Origens Físicas e Equações de Taxa: Radiação, Exigência da Conservação de Energia, Relevância da Transferência de Calor |
| 03 | 06/08 | * Exercícios |
| 04 | 12/08 | * Introdução à Condução, Equação da Taxa de Condução, As Propriedades Térmicas da Matéria, A Equação da Difusão do Calor (Difusão Térmica), Condições de contorno e Inicial * Demonstração com o aplicativo didático *Transcal* da UFSC |
| 05 | 13/08 | * Condução Unidimensional em Regime Estacionário, A Parede Plana * Exercícios |
| 06 | 24/08 | * Sábado letivo |
| 07 | 26/08 | * Sistemas radiais: cilindro e esfera, exercícios |
| 08 | 27/08 | * Exercícios |
| 09 | 02/09 | * Exercícios |
| 10 | 03/09 | * Exercícios |
| 11 | 09/09 | * Revisão de conteúdos |
| **12** | **10/09** | * **1ª avaliação** |
| 13 | 16/09 | * Condução com Geração de Energia Térmica, Transferência de Calor em Superfícies Estendidas |
| 14 | 17/09 | * Exercícios |
| 15 | 23/09 | * Exercícios |
| 16 | 24/09 | * Exercícios |
| 17 | 30/09 | * Condução Bidimensional em Regime Estacionário, Abordagens Alternativas, O Método da Separação de Variáveis, Equações de Diferenças Finitas * Softwares computacionais para resolução de problemas |
| 18 | 01/10 | * Condução Transiente, O Método da Capacitância Global, Validade do Método da Capacitância Global * Exercícios |
| 19 | 07/10 | * Introdução à Convecção, As Camadas-limite da Convecção, Coeficientes Convectivos locais e Médios, Escoamento Laminar e Turbulento, As Equações de Camada-limite, Significado Físico dos Parâmetros Adimensionais, Analogias das Camadas-limite |
| 20 | 08/10 | * Exercícios * Revisão de conteúdos |
| **21** | **14/10** | * **2ª avaliação** |
| 22 | 15/10 | * Escoamento Externo, O Método Empírico, A Placa Plana em Escoamento Paralelo, Metodologia para Cálculo de Convecção, O Cilindro em Escoamento Cruzado, A Esfera, Escoamento Externo Cruzado em Matrizes Tubulares |
| 23 | 21/10 | * Exercícios |
| 24 | 22/10 | * Exercícios |
| 25 | 28/10 | * Exercícios |
| 26 | 29/10 | * Escoamento Interno, Considerações Fluidodinâmicas, Considerações Térmicas, O Balanço da Energia, Escoamento Laminar em Tubos Circulares: Análise Térmica e Correlações da Convecção, Correlações da Convecção: Escoamento Turbulento em Tubos Circulares * Exercícios |
| 27 | 04/11 | * Convecção Natural, Considerações Físicas, As Equações da Convecção Natural, Convecção Natural Laminar sobre uma Superfície Vertical, Os Efeitos da Turbulência, Correlações Empíricas: Convecção Natural em Escoamentos Externos |
| 28 | 05/11 | * Exercícios |
| 29 | 11/11 | * Revisão de conteúdos |
| **30** | **12/11** | * **3ª avaliação** |
| 31 | 18/11 | * Radiação – Processos e Propriedades, Conceitos Fundamentais, Intensidade de Radiação, Radiação de Corpo Negro |
| 32 | 19/11 | * Exercícios |
| 33 | 25/11 | * Emissão de Superfícies Reais, Absorção, Reflexão e Transmissão em Superfícies Reais, Lei de Kirchhoff, A Superfície Cinza, Radiação Ambiental, Exercícios |
| 34 | 26/11 | * Exercícios |
| 35 | 02/12 | * Troca de Radiação entre Superfícies, O Fator de Forma, Troca de Radiação entre Superfícies Cinza, Difusas e Opacas em uma Cavidade |
| 36 | 03/12 | * Exercícios |
| 37 | 09/12 | * Transferência de Massa por Difusão, Origens Físicas e Equações de Taxa – trabalho em aula |
| **38** | **10/12** | * **4ª avaliação** |
| **39** | **16/12** | * **Recuperação de prova perdida** |
| **40** | **17/12** | * **Recuperação (conteúdos selecionados)** |