

## Ficha 2 (Resolução CEPE Nº 23/2021)

Disciplina: Fenômenos de Transporte para Engenharia Elétrica						Código: TE 336	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular					
Pré-requisito:		Co-requisito:		Modalidade: ( ) Presencial (X) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
<p>Introdução aos fenômenos de Transporte. Condução do Calor em Regime Estacionário e Transiente. Troca de Calor por Convecção. Troca de Calor por Radiação. Trocadores de Calor. Aplicações em Eletrônica de dissipadores de Calor. Introdução ao escoamento de fluidos. Introdução à Medição das Propriedades Físicas dos Fluidos. Escoamento de Fluidos ao Redor de Corpos Imersos. Convecção Natural e Forçada do Calor. Introdução à Transferência de Massa. Lei de Fick. Difusão em Sólidos, Líquidos e Gases.</p>							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<p>Introdução aos Fenômenos de Transporte.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campos de atuação dos estudos do Fenômeno de Transportes</li> </ul> <p>Introdução à Medição das Propriedades Físicas dos Fluidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de fluido.</li> <li>• Teoria Cinética Molecular.</li> <li>• Hipótese do Contínuo</li> <li>• Densidade. Pressão. Viscosidade e lei de Newton da viscosidade (fluido newtoniano e não newtoniano) – variação da viscosidade com a temperatura e pressão.</li> <li>• Aderência e Coesão</li> <li>• Tensão Superficial e Capilaridade</li> <li>• Fluidos compressíveis e incompressíveis.</li> <li>• Análise dimensional</li> </ul> <p>Introdução à Termodinâmica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calor e Formas de Energia</li> <li>• Calor específico de gás, líquido e sólido</li> <li>• Transferência de Energia</li> <li>• Primeira Lei da Termodinâmica</li> <li>• Balanço de Energia para Sistemas Fechados, para fluidos em regime de escoamento permanente e superfícies</li> </ul> <p>Condução do Calor em Regime Estacionário e Transiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso Geral da Condução do Calor. Lei de Fourier</li> <li>• Condução unidimensional do calor em regime permanente e transitório</li> <li>• Condução bi e tridimensional do calor</li> <li>• Condução do calor em Placas, cilindros, esferas.</li> <li>• Circuitos térmicos.</li> </ul> <p>Troca de Calor Convecção.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso Geral da Condução do Calor. Lei de Resfriamento de Newton</li> <li>• Circuitos térmicos.</li> </ul>							

Troca de Calor por Radiação.

- Caso Geral da Radiação do Calor. Lei de Stefan-Boltzmann
- Radiação de Corpo Negro
- Emissividade, Absortividade. Lei de Kirchhoff

Trocadores de Calor.

- Aletas e superfícies estendidas
- Tipos de Aletas. Equação Geral das aletas. Fluxo de Calor Total Transferido por Aletas.
- Eficiência das Aletas
- Circuitos térmicos.

Aplicações em Eletrônica de dissipadores de Calor.

- Tipos de dissipadores
- Cálculo da Resistência Térmica dos Dissipadores.
- Refrigeração Natural e Forçada

Introdução ao escoamento de fluidos.

- Regimes de escoamento
- Números de Mach e Reynolds
- Equação de Reynolds
- Equação da Continuidade
- Escoamento de Fluidos ao Redor de Corpos Imersos.
- Força de arraste e sustentação. Coeficiente de arraste e sustentação.
- Camada limite
- Escoamento sobre placas.

Introdução à Transferência de Massa.

- Superfície de controle e Volume de controle
- Relações integrais para volume de controle
- Vazão volumétrica e vazão mássica
- Equação de conservação de massa, momento e energia

Lei de Fick.

- Difusão em estado estacionário e em estado não estacionário
- Difusão em Sólidos. Modelos de difusão
- Difusão em líquidos e gases
- Difusão no processo de fabricação de semicondutores

Convecção Natural e Forçada do Calor.

- Definições básicas
- Camadas Limite.
- Coeficiente de Película
- Convecção de Calor em Regime Laminar, Turbulento e Combinado

## PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A disciplina será desenvolvida mediante aulas síncronas expositivo-dialogadas via Teams quando serão apresentados os conteúdos curriculares teóricos fundamentais e básicos para que o aluno, em seu estudo assíncrono possa compreender os conteúdos complementares de auto aprendizado, que serão avaliados por meio dos resumos semanais a serem entregues.

Será utilizado o recurso ofertado pela UFPR, neste caso a plataforma Teams, onde será apresentado de forma síncrona o conteúdo por meio do Powerpoint. Os conteúdos complementares que deverão ter o estudo realizado de forma auto didática serão disponibilizados em apresentações Powerpoint complementares ou com a devida indicação na bibliografia do curso.

Serão fornecidas listas de exercícios com exemplos resolvidos e explicados e exercícios propostos referentes a cada conteúdo a ser abordado.

O material de aula e comunicados serão realizados via Teams no ambiente da equipe da disciplina de Fenômenos de Transporte TE 336. As aulas serão gravadas e estarão disponíveis para os alunos na plataforma Teams.

Abaixo é apresentado o cronograma para os conteúdos ministrados de forma síncrona (40 horas) e de forma assíncrona (20 horas), bem como as datas de avaliação (4 horas).

Conteúdo	Aula Síncrona via Teams	Entrega do resumo
1. Introdução aos Fenômenos de Transporte.	10 e 12 de maio	17 de maio
Campos de atuação dos estudos do Fenômeno de Transportes		
Introdução à Medição das Propriedades Físicas dos Fluidos		
2. Introdução à Termodinâmica	17 e 19 de maio	24 de maio
3. Condução do Calor em Regime Estacionário e Transiente	24 e 26 de maio	31 de maio
4. Troca de Calor Convecção	31 de maio e 2 de junho	7 de junho
5. Troca de Calor por Radiação	7 e 9 de junho	14 de junho
Avaliação 1	14 de junho - 18 30 h à 20 30 h	
6. Trocadores de Calor	16, 21 e 23 de junho	28 de junho
7. Aplicações em Eletrônica de dissipadores de Calor.	28 e 30 de junho	5 de julho
8. Introdução ao escoamento de fluidos.	5 e 7 de julho	12 de julho
9. Convecção Natural e Forçada do Calor.	12 e 14 de julho	21 de julho
Avaliação 2	28 de julho - 18 30 h à 20 30 h	
Avaliação Final	9 de agosto - 18 30 h à 20 30 h	

**Horário: As aulas síncronas serão realizadas às segundas e quartas feiras terão início às 18 30 h e término às 20 30 h nas datas indicadas na tabela acima.**

#### FORMAS DE AVALIAÇÃO

Serão realizadas duas avaliações remotas (AV1 e AV2) nas datas de 14/06/2021 e 28/07/2021. O tempo para resolução destas avaliações será de 120 minutos com entrega via plataforma Teams. Cada avaliação deste período especial, terá valor de 80 pontos. Os alunos ao longo do curso irão entregar um total de 9 resumos via e-mail do professor (edemirkowalski@ufpr.br) sendo estes os resumos das aulas semanais onde cada resumo terá valor de 20 pontos (NR) e, ao término do curso ter-se-á a média dos resumos (MNR). A avaliação final com valor 100 pontos será realizada no dia 09/08/2021. As avaliações serão realizadas no horário de 18 30 h à 20 30 h. A média final (MF) será dada pela soma da média aritmética simples das notas das avaliações  $[MAV12=(AV1+AV2)/2]$  e da média aritmética simples dos resumos  $[MNR=(NR1+ NR2+....+NR9)/9]$ .

$$MF= MAV12+ MNR$$

Critérios para Aprovação

**Se MF for maior ou igual a 50 = Aluno Aprovado**

**Se MF for maior ou igual a 40 e menor que 50 = Aluno em Final**

**Se MF for menor que 40 = Aluno Reprovado**

A solicitação de segunda chamada para as provas deverá ser realizada junto à secretaria do curso atendendo os prazos e critérios determinados conforme regulamento da UFPR (Resolução CEPE N° 23/2021). Se deferida será marcada em data, horário e local definidos pelo Professor.

#### Material de Aula e Comunicados

O material de aula e comunicados serão disponibilizados na plataforma Teams na equipe de Fenômenos de Transporte TE 336.

Para o cadastramento dos participantes na plataforma Microsoft® TEAMS e obter acesso gratuito ao pacote Microsoft® Office para Web é obrigatório ao aluno ter um **e-mail institucional da UFPR**, na forma [seunome@ufpr.br](mailto:seunome@ufpr.br)

Os alunos que porventura não tiverem ainda seu e-mail institucional devem obtê-lo gratuitamente acessando ao serviço da AGETIC (Agência de Tecnologia da Informação e Comunicação) da UFPR pelo *link*:

<https://intranet.ufpr.br/intranet/public/solicitacaoEmail!inputFormCPF.action>

Estudantes que fazem parte dos programas de assistência estudantil da UFPR e estudantes com comprovação de vulnerabilidade socioeconômica e falta de acesso digital serão contemplados com editais específicos coordenados pela Pro reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) da UFPR.

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

1. WASHINGTON BRAGA FILHO. Fenômenos de Transporte para Engenharia. 2ª ed. Editora LTC, Rio de Janeiro, 2012.
2. FRANK P. INCROPERA E DAVID P. DEWITT. Fundamentos de transferência de calor e massa. 1ª ed. Editora LTC, Rio de Janeiro, 2008.
3. KREITH, F. AND BOHN, M.S. Princípios da Transferência de Calor. 6ª ed. Editora Thomson, 2003.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. BIRD, R.B.; STEWART, W.E. e LIGHTFOOT, E.N. Fenômenos de Transporte. 2ª ed. Editora LTC, Rio de Janeiro, 2008.
2. CENGEL, Y. A., GHAJAR, A. J. (2012) Transferência de Calor e Massa, 4ª edição, McGraw-Hill/Bookman, São Paulo, 2012.
3. CREMASCO, M.A. Fundamentos de Transferência de Massa. Editora da Unicamp, 1998.
4. BENNET, C. O. e MYERS, JE., Fenômenos de Transporte Editora McGraw-Hill, São Paulo, 1978.
5. BRUNETTI, Franco. Mecânica dos fluidos. 2. ed. rev. São Paulo: Editora Prentice-Hall, 2008
6. MUNSON, B. R., YOUNG, D.T., OKISHI, T.H. Fundamentos da Mecânica dos Fluidos. Editora Edgard Blucher, São Paulo, 1997.

**Professor da Disciplina:** Edemir Luiz Kowalski

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:**

\_\_\_\_\_

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

Válido a partir de

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.