



<b>Disciplina</b>	ENM 168033 – Transferência de calor ENM0071 - TRANSFERENCIA DE CALOR - T01/T02 (Sigaa)
<b>Cursos alvo da disciplina</b>	Disciplina obrigatória dos cursos de graduação em <b>Engenharia Mecânica e Engenharia Química</b>
<b>Professores responsáveis</b>	Edgar Amaral Silveira ( <a href="mailto:edgar.silveira@unb.br">edgar.silveira@unb.br</a> ) Taygoara F. de Oliveira ( <a href="mailto:taygoara@unb.br">taygoara@unb.br</a> ) Antonio Cesar Pinho Brasil Junior ( <a href="mailto:brasiljr@unb.br">brasiljr@unb.br</a> )
<b>Semestre</b>	<b>2023/1</b>
<b>Pré-requisitos:</b>	<b>ENM 168009</b> Termodinâmica 1 e <b>ENM 168211</b> Mecânica dos Fluidos 2 ou <b>ENM 168840</b> Transporte de Calor e Massa e <b>ENM 168211</b> Mecânica dos Fluidos 2 ou <b>ENM 168009</b> Termodinâmica 1 e <b>FGA 203866</b> Dinâmica dos Fluidos ou <b>ENM 168009</b> Termodinâmica 1e <b>IQD 104353</b> Transporte de Quantidade de Movimento
<b>Ambientes de aprendizagem</b>	<b>Aprender-UnB: Procurar curso: Transcal</b> <i>Senha de acesso ao curso: <b>transcal2023</b></i>  <b>MS Teams (corporativo UnB)</b>
<b>Objetivo da disciplina</b>	Abordar os princípios básicos da Transferência de Calor desde a análise térmica, integral e diferencial, de sistemas e volumes de controle sujeitos a condução, convecção e radiação; introduzir estudantes de graduação aos métodos de análise de problemas de Transferência de Calor. Capacitar estudantes de graduação dos cursos de engenharia a identificar, equacionar e resolver problemas de Transferência de Calor em situações típicas da prática profissional nesses ramos do conhecimento.
<b>Metodologia de ensino</b>	O curso será executado de maneira presencial, a menos que haja intercorrências associadas à pandemia de COVID-19, ou determinação da administração superior da UnB, que impeçam a realização desta modalidade. O sistema <i>Moodle Aprender3 – UnB</i> será empregado para a disponibilização de material didático, material complementar (aulas assíncronas), execução e gerenciamento de atividades da disciplina. A metodologia de ensino é firmemente apoiada no livro texto. Recomenda-se enfaticamente que os alunos estudem os conteúdos do livro texto, antes das aulas em que são abordados pelos professores. Estudantes poderão enviar dúvidas pelos fóruns específicos da disciplina na plataforma Moodle e pelo MSTeams.  <b>AULAS PRÁTICAS</b> A disciplina abordará atividades práticas de duas formas distintas:



Departamento de Engenharia Mecânica – ENM

	<p>1) Métodos numéricos na solução de problemas de Transferência de Calor, em duas modalidades:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Usando a linguagem Octave/MATLAB, abordando elementos de programação e métodos numéricos</li><li>b) Usando o <i>Engineering Equation Solver</i> (EES), na solução de exercícios complexos do livro texto.</li><li>c) Utilizando o pacote de simulação ANSYS</li></ul> <p>2) Realização de atividades experimentais a serem realizadas no laboratório de Transferência de Calor.</p>														
<p><b>Sistema de avaliação</b></p>	<p>A nota final do estudante na disciplina será composta por <b>três Provas Subjetivas (PS)</b> e pelas <b>Atividades Práticas (AP)</b>. A composição da nota final dos estudantes será</p> $NF = (0.85 \times \overline{PS}) + (0.15 \times \overline{AP}),$ <p>em que <math>\overline{PS}</math> é a média aritmética das provas subjetivas e <math>\overline{AP}</math> é a média aritmética das atividades práticas.</p> <p>As provas serão realizadas presencialmente nas seguintes datas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prova 01 (Condução): 17/05/2023</li><li>• Prova 02 (Convecção): 23/06/2023</li><li>• Prova 03 (Radiação): 21/07/2023</li></ul> <p>Serão atribuídas menções aos estudantes com base nas notas finais obtivas, de acordo com o critério de menções da UnB, reproduzido na tabela a seguir:</p> <table border="1" data-bbox="794 1220 1137 1480"><thead><tr><th>Menções</th><th>NF</th></tr></thead><tbody><tr><td>SS</td><td>9,0 a 10,0</td></tr><tr><td>MS</td><td>7,0 a 8,9</td></tr><tr><td>MM</td><td>5,0 a 6,9</td></tr><tr><td>MI</td><td>3,0 a 4,9</td></tr><tr><td>II</td><td>0,1 a 2,9</td></tr><tr><td>SR</td><td>&lt; 0,1</td></tr></tbody></table> <p>Casos omissos serão resolvidos pelos professores da disciplina.</p>	Menções	NF	SS	9,0 a 10,0	MS	7,0 a 8,9	MM	5,0 a 6,9	MI	3,0 a 4,9	II	0,1 a 2,9	SR	< 0,1
Menções	NF														
SS	9,0 a 10,0														
MS	7,0 a 8,9														
MM	5,0 a 6,9														
MI	3,0 a 4,9														
II	0,1 a 2,9														
SR	< 0,1														
<p><b>Bibliografia do curso</b></p>	<p><b>LIVRO TEXTO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Yunus A. Çengel, Afshin J. Ghajar;</b> Transferência de calor e massa, uma abordagem prática. <b>4ª Edição</b>, McGraw Hill, 2012</li></ul> <p><b>LITERATURA DE APOIO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>F. P. INCROPERA, D.P. de WITT;</b> Fundamentos de transferência de Calor e de Massa, <b>Ed. LTC, 2011.</b></li><li>• <b>J. P. HOLMAN;</b> Transferência de Calor, <b>Ed. McGraw-Hill, 2010.</b></li><li>• <b>Frank M. White,</b> Mecânica dos fluidos, <b>Ed. McGraw Hill, 2011</b></li></ul>														



PROGRAMA DETALHADO DA DISCIPLINA

Sem	Tópico	Conteúdo	Leitura
Semana 1	A.1 - Introdução	1-1 Termodinâmica e transferência de calor 1-2 Transferência de calor na engenharia 1-3 Calor e outras formas de energia 1-4 Primeira lei da termodinâmica	Pág. 1 -17
	A.2 - Introdução	1-5 Mecanismos de transferência de calor 1-6 Condução 1-7 Convecção 1-8 Radiação 1-9 Mecanismos simultâneos 1-10 Técnicas de Solução de Problemas	Pág. 17-39
Semana 2	A.3 - Condução	2-1 Introdução condução 2-2 Equação de calor unidimensional 2-3 Equação geral	Pág. 63-78
	A.4 - Condução	2-4 Condições iniciais e de contorno 2-5 Solução de problemas de condução de calor unidimensional em regime permanente 2-6 Geração de calor em sólidos 2-7 Condutividade térmica variável, $k(T)^*$	Pág. 78-106
Semana 3	A.5 - Condução	3-1 Condução de calor permanente em paredes planas, resistência térmica 3-2 Resistência térmica de contato 3-3 Redes generalizadas de resistência térmica	Pág. 135-154
	A.6 - Condução	3-4 Condução de calor em cilindros e esferas 3-5 Raio crítico de isolamento	Pág. 154-163
Semana 4	A.7 - Condução	3-6a Transferência de calor a partir de superfícies aletadas	Pág. 163 -179
	A.8 - Condução	3-6b Transferência de calor a partir de superfícies 3-7 Transferência de calor em configurações comuns*	Pág. 163-179
Semana 5	A.9 - Condução	4-1 Análise de sistemas aglomerados	Pág. 225-232
	A.10 - Condução	4-2a Condução de calor transiente em grandes paredes planas, longos cilindros e esferas com efeitos espaciais	Pág. 232-249
Semana 6	A.11 - Condução	4-2b Condução de calor transiente em grandes paredes planas, longos cilindros e esferas com efeitos espaciais	Pág. 232-249
	A.12 - Condução	4-3 Condução de calor transiente em sólidos semi-infinitos	Pág. 249-256
Semana 7	A.13 - Condução	4-4 Condução de calor transiente em sistemas multidimensionais	Pág. 256-264



Departamento de Engenharia Mecânica – ENM

	A.14 - Convecção	<b>Fundamentos da Convecção</b> 6-1 Mecanismo físico da convecção 6-2 Classificação do escoamento dos fluidos	<b>Pág. 373-381</b>
Semana 8	A. 15 - Convecção	6-3 Camada limite hidrodinâmica	<b>Pág. 381-383</b>
	A.16 - Convecção	6-4 Camada limite térmica	<b>Pág. 383-384</b>
Semana 9	A. 17 - Convecção	6-5 Escoamentos laminar e turbulento 6-6 Transferência de calor e quantidade de movimento em escoamento turbulento 6-7 Derivações das equações diferenciais de convecção 6-8 Soluções das equações de convecção para placa plana 6-9 Equações adimensionais de convecção e semelhança 6-10 Formas funcionais dos coeficientes de atrito e de convecção 6-11 Analogias entre quantidade de movimento e transferência de calor	<b>Pág. 384-403</b>
	A. 18 - Convecção	7-1 Arrasto e transferência de calor em escoamento externo 7-2 Escoamento paralelo sobre placas planas 7-3 Escoamento cruzado em cilindros e em esferas* 7-4 Escoamento cruzado sobre bancos de tubos*	<b>Pág. 417-445</b>
	A.19 - Convecção	<b>Convecção Interna</b> 8-1 Introdução 8-2 Velocidade e temperatura médias Escoamento laminar e turbulento em tubos 8-3 Região de entrada	<b>Pág. 465-472</b>
Semana 11	A.20 - Convecção	8-4 Análise térmica geral	<b>Pág. 472-477</b>
	A.21 - Convecção	8-5a Escoamento laminar em tubos	<b>Pág. 477-488</b>
Semana 12	A.22 - Convecção	8-5b Escoamento laminar em tubos 8-6 Escoamentos turbulentos em tubos Exercício + escoamento anular	<b>Pág. 477-492</b>
	A.23 - Convecção	<b>Convecção Natural</b> 9-1 Mecanismo físico da convecção natural 9-2 Equação de movimento e número de Grashof	<b>Pág. 519-526</b>
Semana 13	A. 24 - Convecção	9-3 Convecção natural sobre superfícies 9-4 Convecção natural em superfícies aletadas e PCIs 9-5 Convecção natural em espaços fechados	<b>Pág. 526-547</b>



Departamento de Engenharia Mecânica – ENM

	A. 25 - Radiação	<b>FUNDAMENTOS DE RADIAÇÃO TÉRMICA</b> 12–1 Introdução 12–2 Radiação térmica 12–3 Radiação do corpo negro	<b>Pág. 683-693</b>
Semana 14	A. 26 - Radiação	12–4 Intensidade da radiação (ângulo sólido)	<b>Pág. 694-700</b>
	A. 27 - Radiação	12–5 Propriedades radioativas 12–6 Radiação atmosférica e solar*	<b>Pág. 700-712</b>
	A. 28 - Radiação	<b>Transferência de Calor por Radiação entre Superfícies</b> 13–1 Fator de forma 13–2 Relações de fator de forma	<b>Pág. 732-745</b>
Semana 16	A. 29 - Radiação	13–3 Transferência de calor por radiação: superfícies negras	<b>Pág. 746-748</b>
	A. 30 - Radiação	13–4 Transferência de calor por radiação: superfícies difusa e cinza	<b>Pág. 748-760</b>
	A. 31 - Radiação	13–5 Escudos de radiação e efeitos	<b>Pág. 760-764</b>

Observações:

- Tópicos assinalados com o asterisco (\*) não serão abordados nas videoaulas expositivas gravadas, mas constarão das listas de exercícios e atividades avaliativas.