

**Engenharia Mecânica**

Licenciatura, 1º Ciclo

Plano: Despacho nº 14312/2015 - 02/12/2015

**Ficha da Unidade Curricular: Transmissão de Calor**

ECTS: 5; Horas - Totais: 135.0, Contacto e Tipologia, T:15.0; TP:30.0; PL:15.0;

OT:3.50;

Ano | Semestre: 2 | S2

Tipo: Obrigatória; Interação: Presencial; Código: 912324

Área Científica: Engenharia Mecânica

**Docente Responsável**

Flávio Rodrigues Fernandes Chaves

Professor Adjunto

**Docente(s)**

Flávio Rodrigues Fernandes Chaves

Professor Adjunto

**Objetivos de Aprendizagem**

São apresentados os conceitos associados à Transmissão de Calor, tendo como objetivo providenciar os futuros engenheiros com as ferramentas necessárias para compreender os aspetos fundamentais desta área e analisar problemas que poderão surgir na sua vida profissional.

**Objetivos de Aprendizagem (detalhado)**

Estabelecer uma base de conhecimento de Transmissão de Calor que permita o desenvolvimento de diversas atividades no âmbito da Engenharia Mecânica, assim como o estudo deste tema em outras unidades curriculares da mesma área científica.

Compreensão dos fenómenos de transferência de calor, princípio de funcionamento e mecanismos.

Estabelecer equações fundamentais, condições de fronteira e hipóteses simplificativas para problemas típicos de condução, convecção e radiação

**Conteúdos Programáticos**

1. Introdução
2. Condução de calor.
3. Condução de calor em regime permanente unidimensional e sem geração de calor.
4. Condução de calor em regime permanente, unidimensional e com fontes volúmicas de calor.
5. Alhetas.
6. Condução de calor em regime transiente.
7. Convecção.
8. Permutadores de calor: Tipos de permutadores de calor.
9. Radiação em meio transparente.

### **Conteúdos Programáticos (detalhado)**

#### **1. INTRODUÇÃO**

- 1.1 Áreas de aplicação da transferência de calor
- 1.2 Transmissão de calor por condução
- 1.3 Convecção
- 1.4 Radiação
- 1.5 Princípio da conservação de energia: Balanços Térmicos
- 1.6 Metodologia para resolução de problemas de transmissão de calor

#### **2. CONDUÇÃO DE CALOR**

- 2.1 Introdução
- 2.2 Equação unidimensional da condução de calor
- 2.3 Equação geral da condução de calor
- 2.4 Condições de fronteira e iniciais

#### **3. CONDUÇÃO DE CALOR EM REGIME PERMANENTE UNIDIMENSIONAL E SEM GERAÇÃO DE CALOR**

- 3.1 Sistemas semi-infinitos limitados por duas superfícies planas
- 3.2 Sistemas cilíndricos de comprimento infinito
- 3.3 Espessura crítica de isolamento
- 3.4 Sistemas esféricos

#### **4. CONDUÇÃO DE CALOR EM REGIME PERMANENTE, UNIDIMENSIONAL E COM FONTES VOLÚMICAS DE CALOR**

- 4.1 Sistemas semi-infinitos limitados por duas superfícies planas
- 4.2 Sistemas cilíndricos de comprimento infinito

#### **5. ALHETAS**

- 5.1 Introdução
- 5.2 Aproximação teórica
- 5.3 Alhetas de secção transversal uniforme
- 5.4 Eficácia
- 5.5 Rendimento de uma alheta
- 5.6 Coeficiente global de transmissão de calor

#### **6. CONDUÇÃO DE CALOR EM REGIME TRANSIENTE**

- 6.1 Introdução
- 6.2 Número de Biot
- 6.3  $Bi < 0,1$ : Corpo de resistência térmica desprezável
- 6.4  $Bi > 0,1$ : Corpo de resistência térmica interna considerável

#### **7. CONVECÇÃO**

- 7.1 Conceitos fundamentais
- 7.2 Desenvolvimento da camada limite de velocidades
- 7.3 Determinação do coeficiente de convecção, h
- 7.4 Convecção forçada: Determinação do coeficiente h, relações empíricas
- 7.5 Convecção forçada em escoamento através de feixes de tubos
- 7.6 Convecção natural: Determinação do coeficiente h, relações empíricas
- 8. PERMUTADORES DE CALOR: TIPOS DE PERMUTADORES DE CALOR
- 8.1 Introdução
- 8.2 Tipos de permutadores de calor
- 8.3 Coeficiente global de transmissão de calor
- 8.4 Análise de permutadores de calor: método da diferença média logarítmica da temperatura (DMLT)
- 8.5 Análise de permutadores de calor: método da relação eficácia – NTU
- 8.6 Comparação entre o método DMLT e o método e-NTU
- 8.7 Metodologia nos cálculos de permutadores de calor
- 8.8 Permutadores de calor compactos
- 9. RADIAÇÃO EM MEIO TRANSPARENTE

### **Metodologias de avaliação**

A avaliação de conhecimentos é constituída por uma componente de avaliação de projeto e outra laboratorial.

Componente aprendizagem baseada em projeto ou Project Based Learning (ABP ou PBL) - (50% da nota final).

Componente Trabalhos – 2 trabalhos práticos e 2 experiências laboratoriais (50% da nota final). Ambas as partes são obrigatórias. Nota mínima de 9,5 valores (numa escala de 0 a 20 valores). Igual critério se aplicará para a época normal de exame, recurso, trabalhador estudante e época especial.

Trabalhos:

Trabalho 1: Ferramenta Computacional (10% nota final).

Trabalho 2: Simulação - análise térmica de edifício (10% nota final).

Trabalho 3: Experiência Laboratorial 1 - Alhetas (10% nota final).

Trabalho 4: Experiência Laboratorial 2 - Convecção forçada (10% nota final).

Caso se justifique, respeitando as regras institucionais sobre a mesma, o docente da UC reserva-se o direito de convocar o aluno para uma prova oral, que determinará a nota final.

### **Software utilizado em aula**

Hourly Analysis Program - HAP

### **Estágio**

Não aplicável

### **Bibliografia recomendada**

- Figueiredo, R. (2015). *Transmissão de Calor*. 1, Lidel. Lisboa
- Incropera, F. (2002). *Fundamentals of Heat and mass transfer*. (Vol. -).. John Wiley & Sons. -
- Çengel, Y. e Ghajar, A. (2015). *Heat and mass transfer: fundamentals & applications*. 5, McGraw-Hill. EUA

### **Coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos**

Conhecimentos técnicos e científicos da área da transmissão de calor, tendo em consideração os principais modos de transferência de energia: condução, convecção e radiação.

Os conteúdos programáticos da unidade curricular abordam os temas de forma faseada, baseados no desenvolvimento de competências que permitam uma aprendizagem proactiva, dando-se ênfase à componente experimental e de projeto de forma a permitir o desenvolvimento das competências dos alunos, que serão necessárias no contexto sua atividade profissional.

### **Metodologias de ensino**

Apresentações em diapositivos. Serão resolvidos exemplos de exercícios de aplicação e sempre que necessário, realizadas experiências laboratoriais demonstrativas dos conceitos aprendidos.

### **Coerência das metodologias de ensino com os objetivos**

Esta unidade curricular visa facultar aos estudantes os referenciais teóricos sobre os conceitos básicos de Transmissão de Calor. Neste sentido, é realizada uma exposição sistemática da informação de modo a facultar aos estudantes a teoria e os instrumentos metodológicos das áreas em estudo. São apresentados casos particulares e são resolvidos problemas nas aulas, nos quais é estimulada a participação dos alunos. As aulas de prática laboratorial complementam as aulas teóricas e teórico-práticas contribuindo para a aplicação prática dos conhecimentos a projetos e análise de diversos casos de estudo, permitindo a consolidação de conhecimentos.

### **Língua de ensino**

Português

### **Pré-requisitos**

Não aplicável

### **Programas Opcionais recomendados**

Não aplicável

### **Observações**

Horário de Atendimento: 2ª feira - 14h00 às 15h00

De forma complementar, é apresentado aos alunos uma perspetiva com base em indicadores

dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), nomeadamente os pontos 7 e 13 Energias renováveis e acessíveis e Ações climáticas - relacionando a integração em projeto de sistemas de energias renováveis, reduções de consumo e impacto na sustentabilidade das cidades.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:

7 - Garantir o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos;

9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;

11 - Tornar as cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis;

12 - Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis;

13 - Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos;

---

**Docente responsável**