



| Guía Docente          |   |                    |  |          |
|-----------------------|---|--------------------|--|----------|
| Datos Identificativos |   |                    |  | 2017/18  |
| Asignatura (*)        | CALOR E FRIO INDUSTRIAL/REFRIG  | Código             | 730G03020  |          |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría Mecánica  |                    |  |          |
| Descritores           |   |                    |  |          |
| Ciclo                 | Período   | Curso              | Tipo   | Créditos |
| Grao                  | 2º cuatrimestre   | Terceiro           | Obrigatoria                                      | 6        |
| Idioma                | Castelán  |                    |  |          |
| Modalidade docente    | Presencial  |                    |  |          |
| Prerrequisitos        |   |                    |  |          |
| Departamento          | Ciencias da Navegación e Enxeñaría Mariña Construcións Navais Enxeñaría Naval e Industrial  |                    |  |          |
| Coordinación          | Lamas Galdo, Isabel   | Correo electrónico | isabel.lamas.galdo@udc.es                        |          |
| Profesorado           | Arce Ceinos, Alberto<br>Lamas Galdo, Isabel   | Correo electrónico | alberto.arce@udc.es<br>isabel.lamas.galdo@udc.es |          |
| Web                   |   |                    |  |          |
| Descrición xeral      | <p>Aportar al alumno los fundamentos de la transmisión de calor e introducirle en el equipo básico implicado en esta operación.</p> <p>Asentar y completar los conocimientos del alumno sobre conducción y convección de calor, incorporar el estudio de la radiación como mecanismo de transporte.</p> <p>Estudiar los fundamentos de la transmisión de calor en flujo externo e interno de fluidos para su posterior aplicación a operaciones basadas en la mecánica de fluidos.</p> <p>Dar una visión global de los equipos de intercambio de calor de uso industrial, y capacitar al alumno para realizar el diseño de algunos equipos sencillos.</p> |                    |  |          |

| Competencias do título |  |
|------------------------|--|
| Código                 | Competencias do título   |
| A7                     | Coñecementos de termodinámica aplicada e transmisión de calor. Principios básicos e a súa aplicación á resolución de problemas de enxeñaría.   |
| A21                    | Coñecementos aplicados de enxeñaría térmica.   |
| B1                     | Que os estudantes demostren posuír e comprender coñecementos nunha área de estudo que parte da base da educación secundaria xeral e adoita encontrarse a un nivel que, aínda que se apoia en libros de texto avanzados, inclúe tamén algúns aspectos que implican coñecementos procedentes da vangarda do seu campo de estudo                        |
| B2                     | Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo   |
| B3                     | Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitiren xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética  |
| B4                     | Que os estudantes poidan transmitir información, ideas, problemas e solucións a un público tanto especializado como leigo  |
| B5                     | Que os estudantes desenvolvan aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprenderen estudos posteriores cun alto grao de autonomía  |
| B6                     | Ser capaz de concibir, deseñar ou poñer en práctica e adoptar un proceso substancial de investigación con rigor científico para resolver calquera problema formulado, así como de comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan? a un público tanto especializados como leigo dun xeito claro e sen ambigüidades |
| B7                     | Ser capaz de realizar unha análise crítica, avaliación e síntese de ideas novas e complexas  |
| B8                     | Deseñar e realizar investigacións en ámbitos novos ou pouco coñecidos, con aplicación de técnicas de investigación (con metodoloxías tanto cuantitativas como cualitativas) en distintos contextos (ámbito público ou privado, con equipos homoxéneos ou multidisciplinares etc.) para identificar problemas e necesidades                           |
| B9                     | Adquirir unha formación metodolóxica que garanta o desenvolvemento de proxectos de investigación (de carácter cuantitativo e/ou cualitativo) cunha finalidade estratéxica e que contribúan a situarnos na vangarda do coñecemento  |
| C1                     | Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.  |



|    |  |
|----|--|
| C2 | Desenvolverse para o exercicio dunha cidadanía aberta, culta, crítica, comprometida, democrática e solidaria, capaz de analizar a realidade, diagnosticar problemas, formular e implantar solucións baseadas no coñecemento e orientadas ao ben común. |
| C3 | Entender a importancia da cultura emprendedora e coñecer os medios ao alcance das persoas emprendedoras.   |
| C4 | Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.  |
| C5 | Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.   |
| C6 | Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.  |

| Resultados da aprendizaxe  |                        |    |    |
|--|------------------------|----|----|
| Resultados de aprendizaxe  | Competencias do título |    |    |
|  |                        | A7 | B1 |
| Aportar ao alumno os fundamentos da transmisión de calor e introducirle no equipo básico implicado nesta operación.  | A21                    | B2 | C2 |
| Asentar e completar os coñecementos do alumno sobre conduction e convección de calor, incorpora-lo estudio da radiación como mecanismo de transporte.  |                        | B3 | C3 |
| Estudia-los fundamentos da transmisión de calor en fluxo externo e interno de fluidos para a súa posterior aplicación a operacións basadas na mecánica de fluidos.   |                        | B4 | C4 |
| Dar unha visión global dos equipos de intercambio de calor de uso industrial, e capacitar ó alumno para realiza-lo deseño dalgunos equipos sinxelos.   |                        | B5 | C5 |
|  |                        | B6 | C6 |
|  |                        | B7 |    |
|  |                        | B8 |    |
|  |                        | B9 |    |
|  |                        |    |    |
| Utilización das fontes de coñecementos de transmisión de calor e a súa importancia en procesos industriais máis usuais, e desenrolo dunha capacidade de traballo autónomo a partir das mesmas.                     | A7                     | B1 | C1 |
| Utilización da informática, programas de texto e follas de cálculo (Microsoft Excel e EES).  | A21                    | B2 | C2 |
| Utilización do principal idioma na utilización de fontes, o inglés.  |                        | B3 | C3 |
| Desenrolo da capacidade de abstracción e modelización, coa utilización de equipos de transmisión de calor na representación e apreciación da realidade dos procesos industriais que envolven transmisión de calor. |                        | B4 | C4 |
| Fomenta-lo traballo individual e en grupo dos alumnos.   |                        | B5 | C5 |
|  |                        | B6 | C6 |
|  |                        | B7 |    |
|  |                        | B8 |    |
|  |                        | B9 |    |
|  |                        |    |    |

| Contidos                               |  |
|--|--|
| Temas                                  | Subtemas   |
| 1. Introducción á transmisión de calor | 1.1. Historia<br>1.2. Aplicacións<br>1.3. Fundamentos<br>1.4. Leis constitutivas ou fenomenolóxicas<br>1.4.1. Conduction de calor<br>1.4.2. Convección de calor<br>1.4.3. Radiación térmica<br>1.5. Condicións de contorno na superficie dun sólido<br><br>Problemas |



|   |  |
|---|--|
| 2. Conducción de calor estacionaria unidimensional            | 2.1. Ecuación xeral de conducción de calor<br>2.2. Parede plana<br>2.3. Resistencia térmica de contacto<br>2.4. Conducción con xeración interna<br>2.5. Problemas en coordenadas cilíndricas<br>2.6. Problemas en coordenadas esféricas<br>2.7. Aletas<br>2.7.1. Ecuación xeral de aletas unidimensionais<br>2.7.2. Aletas de sección transversal constante<br>2.7.3. Transferencia de calor pola aleta<br>2.7.4. Eficiencia de aleta<br>2.7.5. Lonxitude correxida<br>2.7.6. Eficiencia global dunha superficie aleteada<br>Problemas |
| 3. Conducción de calor estacionaria en dúas e tres dimensións | 1. Introducción<br>2. Métodos analíticos<br>3. Métodos gráficos<br>4. Métodos numéricos<br>5. Resolución de sistemas de ecuacións alxebraicas:<br>5.1. Método de inversión de matrices<br>5.2. Método iterativo de Gauss-Siedel<br>5.3. Método de Relaxación<br>Problemas  |
| 4. Conducción de calor non estacionaria                       | 4.1. Análisis simplificado<br>4.2. O sólido semi-infinito<br>4.2.1 Contacto entre dous sólidos semi-infinitos<br>4.3. Conducción transitoria unidimensional<br>Problemas   |
| 5. Convección en fluxo exterior                               | 5.1 Capa Límite<br>5.1.1. Ecuacións integrais na capa límite?placa plana<br>5.2. Método Integral-placa plana<br>5.2.1. Capa límite hidrodinámica<br>5.2.2. Capa límite térmica<br>5.2.3. Analogía de Colburn<br>5.2.4. Resúmen das correlacións<br>5.3 Capa límite turbulenta-placa plana<br>5.3.1. Capa hidrodinámica<br>5.3.2. Capa térmica<br>5.4. Fluxo exterior a cilindros<br>5.5. Resúmen das correlacións para fluxo exterior<br>Problemas   |
| 6. Convección en fluxo interior                               | 6.1. Rexión de entrada<br>6.2. Rexión de entrada térmica<br>6.3. Fluxo laminar desenrolado<br>6.3.1. Velocidade e coeficiente de rozamento<br>6.3.2. Transferencia de calor<br>6.4. Fluxo turbulento<br>Problemas  |



|   |  |
|---|--|
| 7. Convección con cambio de fase                          | <p>7.1. Introducción</p> <p>7.2. Ebulición</p> <p>7.2.1. Curva de ebulición</p> <p>7.3. Condensación</p> <p>7.3.1. Condensación en película</p> <p>7.3.2. Condensación en gotas</p>  |
| 8. Intercambiadores de calor                              | <p>8.1. Introducción</p> <p>8.2. Tipos de intercambiadores</p> <p>8.3. Coeficiente global de transferencia de calor</p> <p>8.4. Diferencia media de temperaturas logarítmica</p> <p>8.5. Número de Unidades de Transferencia, NUT</p> <p>Problemas</p>   |
| 9. Radiación térmica                                      | <p>9.1. Introducción</p> <p>9.2. Conceptos básicos</p> <p>9.3. O corpo negro</p> <p>9.4. Superficies reais</p> <p>9.5. A ley de Kirchoff</p> <p>9.6. Transferencia de calor por radiación entre superficies</p> <p>9.7. Álgebra dos factores de forma</p> <p>9.8. Intercambio de calor entre dúas superficies</p> <p>9.9. Envoltorios de superficies negras</p> <p>9.10. Envoltorios de ?N? superficies difusas, grises, opacas e isotérmicas</p> <p>9.11. Blindaxes de radiación</p> <p>9.12. Transferencia simultánea de calor por convección e radiación</p> <p>9.13. Transferencia de calor por radiación con medio participante</p> |
| Práctica 1. Medición da temperatura                       | <p>Familiarización con distintos dispositivos de medida de temperatura: Termómetro de bulbo, bourdon, expansión metálica, termopar, termistor e PT100</p> <p>Medición da temperatura da mezcla auga-xeo e auga en ebulición</p>  |
| Práctica 2. Estudio da conducción de calor                | <p>Comprobación da Ley de Fourier de conducción aplicada a unha parede plana cun gradiente lineal de temperatura</p>   |
| Práctica 3. Determinación da conductividade dun sólido    | <p>Determinación da conductividade térmica de distintos materiais a partir da Ley de Fourier de conducción estacionaria aplicada a unha parede plana.</p>  |
| Práctica 4. Convección en fluxo exterior nun cilindro     | <p>Estudo do desprendemento da capa límite dun fluido en circulación sobre a superficie dun cilindro observando a temperatura sobre a superficie cilíndrica</p>  |
| Práctica 5. Estudio dun intercambiador de carcasa e tubos | <p>Estudo do coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condicións de operación e a súa variación coa diferenza de temperaturas media logarítmica</p> <p>Comparación con intercambiador de placas</p>  |
| Práctica 6. Estudio dun intercambiador de placas          | <p>Estudo do coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condicións de operación e a súa variación coa diferenza de temperaturas media logarítmica</p> <p>Comparación con intercambiador de carcasa e tubos</p>   |

| Planificación         |  |                   |   |              |
|-----------------------|--|-------------------|---|--------------|
| Metodoloxías / probas | Competencias   | Horas presenciais | Horas non presenciais / traballo autónomo | Horas totais |
| Sesión maxistral      | <p>A7 A21 B1 B2 B3 B4</p> <p>B5 B6 B7 B8 B9 C1</p> <p>C2 C3 C4 C5 C6</p> | 15                | 25  | 40           |



|                          |   |    |    |    |
|--------------------------|---|----|----|----|
| Solución de problemas    | A7 A21 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 B7 B8 B9 C1<br>C2 C3 C4 C5 C6 | 45 | 20 | 65 |
| Prácticas de laboratorio | A7 A21 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 B7 B8 B9 C1<br>C2 C3 C4 C5 C6 | 4  | 40 | 44 |
| Atención personalizada   |   | 1  | 0  | 1  |

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado

| Metodoloxías             |  |
|--------------------------|--|
| Metodoloxías             | Descrición   |
| Sesión maxistral         | Clase maxistral / Proba escrita                            |
| Solución de problemas    | Resolución de problemas propostos / Proba escrita          |
| Prácticas de laboratorio | Realización de ensaios no laboratorio / Entrega de informe |

| Atención personalizada  |   |
|---|---|
| Metodoloxías  | Descrición                                |
| Sesión maxistral<br>Solución de problemas<br>Prácticas de laboratorio | Tutorías e consulta en correo electrónico |

| Avaliación               |   |                  |               |
|--------------------------|---|------------------|---------------|
| Metodoloxías             | Competencias  | Descrición       | Cualificación |
| Sesión maxistral         | A7 A21 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 B7 B8 B9 C1<br>C2 C3 C4 C5 C6 | Clases           | 24            |
| Solución de problemas    | A7 A21 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 B7 B8 B9 C1<br>C2 C3 C4 C5 C6 | Proba escrita    | 56            |
| Prácticas de laboratorio | A7 A21 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 B7 B8 B9 C1<br>C2 C3 C4 C5 C6 | Entregar informe | 20            |
| Outros                   |   |                  |               |

| Observacións avaliación   |
|---|
| <p>Los informes de prácticas de laboratorio han de entregarse en un plazo máximo de una semana desde la realización de la práctica. Los informes deben tener la siguiente estructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objetivos</li> <li>Descripción del Equipo y Materiales</li> <li>Desarrollo Experimental</li> <li>Resultados y Discusión</li> <li>Conclusiones</li> <li>Bibliografía</li> </ul> |

| Fontes de información |
|-----------------------|
|                       |



|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Bibliografía básica</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Sáiz Jabardo, J.M., Arce Ceinos, A., Lamas Galdo, M.I. (2012). Transferencia de Calor. Universidade da Coruña</li><li>- Incropera, F. P. e DeWitt, D. P., (1999). Fundamentos de Transferencia de Calor y Materia 5ª Ed. Pearson Educación</li><li>- Mills, A.F. (1996). Transferencia de Calor, 1ª Ed. Irwin</li></ul> Apuntes da asignatura → Apuntes da asignatura |
| <b>Bibliografía complementaria</b> |   |

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

TERMODINÁMICA/730G03014

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

MECÁNICA DE FLUÍDOS/730G03018

### Materias que continúan o temario

Traballo Fin de Grao/730G03068

### Observacións

(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías