



Guía docente				
Datos Identificativos				2020/21
Asignatura (*)	CALOR Y FRÍO INDUSTRIAL/REFRIGERACIÓN		Código	730G04020
Titulación	Grao en enxeñaría en Tecnoloxías Industriais			
Descriptorios				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Grado	2º cuatrimestre	Tercero	Obligatoria	6
Idioma	Castellano			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Ciencias da Navegación e Enxeñaría Mariña Construcións Navais Enxeñaría Naval e Industrial			
Coordinador/a	Arce Ceinos, Alberto	Correo electrónico	alberto.arce@udc.es	
Profesorado	Arce Ceinos, Alberto	Correo electrónico	alberto.arce@udc.es	
Web				
Descripción general	<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>			



<b>Plan de contingencia</b>	<p>1. Modificaciones en los contenidos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No se realizarán cambios</li> </ul> <p>2. Metodologías</p> <p>*Metodologías docentes que se mantienen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se mantienen todas las metodologías docentes modificando únicamente su carácter presencial</li> </ul> <p>*Metodologías docentes que no se mantienen</p> <p>3. Mecanismos de atención personalizada al alumnado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Correo electrónico: Diariamente. De uso para hacer consultas, solicitar encuentros virtuales para resolver dudas</li> <li>- Moodle: Diariamente. Según las necesidades del alumnado. Disponen de foros temáticos asociados a los módulos de la materia, para formular las consultas necesarias.</li> <li>- Teams: sesiones siguiendo el horario de clases del centro en gran grupo para el avance de los contenidos teóricos y resolución de ejercicios. Diariamente para tutorías personalizadas.</li> </ul> <p>4. Modificaciones en la evaluación</p> <p>Prueba objetiva: Prueba test en Moodle - 50%</p> <p>Problemas resueltos: Entrega de una relación de ejercicios propuestos que los alumnos tendrán que entregar resueltos - 50%</p> <p>*Observaciones de evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes del examen final se harán dos exámenes parciales empleando la herramienta 'Prueba' de Moodle, aquellos que los superen ya no tendrán que ir al examen final.</li> </ul> <p>El examen y parciales serán de tipo test con selección múltiple, verdadero y falso y de relación. Las respuestas son de un solo intento. Algunas de las preguntas requerirán la resolución de ejercicios. Los alumnos deberán subir al Moodle imágenes firmadas de su resolución.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación adaptada mediante conversaciones individuales con los alumnos atendiendo a sus preguntas, dudas, e inquietudes. El profesor aprovechará estas conversaciones para orientar a los alumnos cara a un mejor abordaje del estudio de los contenidos más relevantes.</li> </ul> <p>5. Modificaciones de la bibliografía o webgrafía</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin cambios. Ya disponen de todos los materiales de trabajo de manera digitalizada en Moodle.</li> </ul>
-----------------------------	--

Competencias del título	
Código	Competencias del título
A19	TEM3 Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.
B1	CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio



B2	CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
B3	CB3 Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
B4	CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
B5	CB5 Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B6	B3 Ser capaz de concebir, diseñar o poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con rigor científico para resolver cualquier problema planteado, así como de que comuniquen sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que la sustentan- públicos especializados y no especializados de una manera clara y sin ambigüedades.
B7	B5 Ser capaz de realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas.
B8	B7 Diseñar y realizar investigación en entornos nuevos o poco conocidos, con aplicación de técnicas de investigación (tanto con metodologías cuantitativas como cualitativa) en distintos contextos (ámbito público o privado, con equipos homogéneos o multidisciplinares, etc.) para identificar problemas y necesidades.
B9	B8 Adquirir una formación metodológica que garantice el desarrollo de proyectos de investigación (de carácter cuantitativo y/o cualitativo) con una finalidad estratégica y contribuyan a situarnos en la vanguardia del conocimiento.
C1	C3 Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida.
C2	C4 Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía abierta, culta, crítica, comprometida, democrática y solidaria, capaz de analizar la realidad, diagnosticar problemas, formular e implantar soluciones basadas en el conocimiento y orientadas al bien común.
C3	C5 Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras.
C4	C6 Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con los que deben enfrentarse.
C5	C7 Asumir como profesional y ciudadano la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida.
C6	C8 Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad.

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias del título		
	Conocer aplicaciones de la ingeniería térmica	A19	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9

Contenidos	
Tema	Subtema



<p>Los bloques o temas siguientes desarrollan los contenidos establecidos en la fichas de la Memoria de Verificación que son:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ingeniería térmica. Intercambio de calor</li><li>- Refrigeración Industrial</li><li>- Climatización</li></ul>	<p>Introducción a la transmisión de calor</p> <p>Conducción de calor estacionaria unidimensional</p> <p>Conducción de calor estacionaria en dos y tres dimensiones</p> <p>Conducción de calor no estacionaria</p> <p>Convección en flujo exterior; convección en flujo interior</p> <p>Convección con cambio de fase</p> <p>Intercambiadores de calor</p> <p>Radiación térmica</p> <p>Aplicaciones</p>
<p>1. Introducción a la transmisión de calor</p>	<p>1.1. Historia</p> <p>1.2. Aplicaciones</p> <p>1.3. Fundamentos</p> <p>1.4. Leyes constitutivas ó fenomenológicas</p> <p>1.4.1. Conducción de calor</p> <p>1.4.2. Convección de calor</p> <p>1.4.3. Radiación térmica</p> <p>1.5. Condiciones de contorno en la superficie de un sólido</p> <p>Problemas</p>
<p>2. Conducción de calor estacionaria unidimensional</p>	<p>2.1. Ecuación general de conducción de calor</p> <p>2.2. Pared plana</p> <p>2.3. Resistencia térmica de contacto</p> <p>2.4. Conducción con generación interna</p> <p>2.5. Problemas en coordenadas cilíndricas</p> <p>2.6. Problemas en coordenadas esféricas</p> <p>2.7. Aletas</p> <p>2.7.1. Ecuación general de aletas unidimensionales</p> <p>2.7.2. Aletas de sección transversal constante</p> <p>2.7.3. Transferencia de calor por la aleta</p> <p>2.7.4. Eficiencia de aleta</p> <p>2.7.5. Longitud corregida</p> <p>2.7.6. Eficiencia global de una superficie aleteada</p> <p>Problemas</p>
<p>3. Conducción de calor estacionaria en dos y tres dimensiones</p>	<p>1. Introducción</p> <p>2. Métodos analíticos</p> <p>3. Métodos gráficos</p> <p>4. Métodos numéricos</p> <p>5. Resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas:</p> <p>5.1. Método de inversión de matrices</p> <p>5.2. Método Iterativo de Gauss-Siedel</p> <p>5.3. Método de Relajación</p> <p>Problemas</p>
<p>4. Conducción de calor no estacionaria</p>	<p>4.1. Análisis simplificado</p> <p>4.2. El sólido semi-infinito</p> <p>4.2.1 Contacto entre dos sólidos semi-infinitos</p> <p>4.3. Conducción transitoria unidimensional</p> <p>Problemas</p>



5. Convección en fluxo exterior	5.1 Capa Límite 5.1.1. Ecuaciones integrales en la capa límite?placa plana 5.2. Método Integral-placa plana 5.2.1. Capa límite hidrodinámica 5.2.2. Capa límite térmica 5.2.3. Analogía de Colburn 5.2.4. Resumen de las correlaciones 5.3 Capa límite turbulenta-placa plana 5.3.1. Capa hidrodinámica 5.3.2. Capa térmica 5.4. Flujo exterior a cilindros 5.5. Resumen de las correlaciones para flujo exterior Problemas
6. Convección en flujo interior	6.1. Región de entrada 6.2. Región de entrada térmica 6.3. Flujo laminar desarrollado 6.3.1. Velocidad y coeficiente de rozamiento 6.3.2. Transferencia de calor 6.4. Flujo turbulento Problemas
7. Convección con cambio de fase	7.1. Introducción 7.2. Ebullición 7.2.1. Curva de ebullición 7.3. Condensación 7.3.1. Condensación en película 7.3.2. Condensación en gotas
8. Intercambiadores de calor	8.1. Introducción 8.2. Tipos de intercambiadores 8.3. Coeficiente global de transferencia de calor 8.4. Diferencia media de temperaturas logarítmica 8.5. Número de Unidades de Transferencia, NUT Problemas
9. Radiación térmica	9.1. Introducción 9.2. Conceptos básicos 9.3. El cuerpo negro 9.4. Superficies reales 9.5. La ley de Kirchoff 9.6. Transferencia de calor por radiación entre superficies-Introducción 9.7. Álgebra de los factores de forma 9.8. Intercambio de calor entre dos superficies 9.9. Envoltorios de superficies negras 9.10. Envoltorios de ?N? superficies difusas, grises, opacas e isotérmicas 9.11. Blindajes de radiación 9.12. Transferencia simultánea de calor por convección y radiación 9.13. Transferencia de calor por radiación con medio participante
Práctica 1. Medición de la temperatura	Familiarización con distintos dispositivos de medida de temperatura: Termómetro de bulbo, bourdon, expansión metálica, termopar, termistor y PT100 Medición de la temperatura de la mezcla agua-hielo y agua en ebullición
Práctica 2. Estudio de la conducción de calor	Comprobación de la Ley de Fourier de conducción aplicada a una pared plana con un gradiente lineal de temperatura



Práctica 3. Determinación de la conductividad de un sólido	Determinación de la conductividad térmica de distintos materiales a partir de la Ley de Fourier de conducción estacionaria aplicada a una pared plana.
Práctica 4. Convección en flujo exterior en un cilindro	Estudio del desprendimiento de la capa límite de un fluido en circulación sobre la superficie de un cilindro observando la temperatura sobre la superficie cilíndrica
Práctica 5. Estudio de un intercambiador de carcasa y tubos	Estudio del coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condiciones de operación y su variación con la diferencia de temperaturas media logarítmica Comparación con intercambiador de placas
Práctica 6. Estudio de un intercambiador de placas	Estudio del coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condiciones de operación y su variación con la diferencia de temperaturas media logarítmica Comparación con intercambiador de carcasa y tubos

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias	Horas presenciales	Horas no presenciales / trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral	A19 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	24	39	63
Solución de problemas	A19 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	27	45	72
Prácticas de laboratorio	A19 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	5	5	10
Prueba mixta	A19 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	4	0	4
Atención personalizada		1	0	1

(\*) Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Presentaciones en powerpoint
Solución de problemas	Resolución de problemas propostos en encerado
Prácticas de laboratorio	Realización de ensaios no laboratorio
Prueba mixta	Prueba escrita utilizada para la evaluación del aprendizaje

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Prácticas de laboratorio Solución de problemas Sesión magistral	Tutorías e consulta en correo electrónico

Evaluación			
Metodologías	Competencias	Descripción	Calificación



Prueba mixta	A19 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Prueba escrita utilizada para la evaluación del aprendizaje, cuyo rasgo distintivo es la posibilidad de determinar si las respuestas dadas son o no correctas. Constituye un instrumento de medida, elaborado rigurosamente, que permite evaluar conocimientos, capacidades, destrezas, rendimiento, aptitudes, actitudes, inteligencia, etc. Es de aplicación tanto para la evaluación diagnóstica, formativa como sumativa.	70
Prácticas de laboratorio	A19 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Entrega de informes	20
Solución de problemas	A19 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Entrega de problemas resueltos	10
Otros			

### Observaciones evaluación

#### Obligatoriedad de las prácticas

La asistencia a prácticas de laboratorio es obligatoria, tolerándose sólo una falta justificada. La realización de las prácticas es un requisito necesario para aprobar la materia Prueba objetiva:

Es una prueba escrita que consta de una parte de teoría sin consulta de aproximadamente 45 minutos de duración, seguida de una parte de problemas con consulta de 180 minutos de duración. Los informes de prácticas:

Los informes de prácticas de laboratorio han de entregarse en un plazo máximo de una semana desde la realización de la práctica. Los informes consisten en completar un formulario al que los alumnos tendrán acceso a través de Moodle.

La entrega de problemas resueltos se hará el día del examen

Dispensa académica: La evaluación consiste únicamente en la prueba escrita

### Fuentes de información

<b>Básica</b>	- Mills, A.F. (1996). Transferencia de Calor, 1ª Ed. Irwin - Incropera, F. P. e DeWitt, D. P., (1999). Fundamentos de Transferencia de Calor y Materia 5ª Ed. Pearson Educación - Sáiz Jabardo, J.M., Arce Ceinos, A., Lamas Galdo, M.I. (2012). Transferencia de Calor. Universidade da Coruña Apuntes da asignatura - Apuntes da asignatura
<b>Complementaria</b>	

### Recomendaciones

#### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

TERMODINÁMICA/730G03014

#### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

MECÁNICA DE FLUIDOS/730G03018

#### Asignaturas que continúan el temario

Trabajo Fin de Grado/730G03068

### Otros comentarios



?Para ayudar a conseguir un entorno inmediato sostenido y cumplir con el objetivo de la acción número 5: ?Docencia e investigación saludable y sustentable ambiental y social? del "Plan de Acción Green Campus Ferrol":

La entrega de los trabajos documentales que se realicen en esta materia:

? Se solicitarán en formato virtual y/o soporte informático

? Se realizará a través de Moodle, en formato digital sin necesidad de imprimirlos

? En caso de ser necesario realizarlos en papel:

- No se emplearán plásticos

- Se realizarán impresiones a doble cara.

- Se empleará papel reciclado.

- Se evitará la impresión de borradores.

? Se debe de hacer un uso sostenible de los recursos y la prevención de impactos negativos sobre el medio natural

? Se debe tener en cuenta la importancia de los principios éticos relacionados con los valores de la sostenibilidad en los comportamientos personales y profesionales

? Se incorpora perspectiva de género en la docencia de esta materia (se usará lenguaje no sexista, se utilizará bibliografía de autores de ambos sexos, se propiciará la intervención en clase de alumnos y alumnas?)

? Se trabajará para identificar y modificar prejuicios y actitudes sexistas, y se influirá en el entorno para modificarlos y fomentar valores de respeto e igualdad.

? Se deberán detectar situaciones de discriminación y se propondrán acciones y medidas para corregirlas.

(\*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías