



Guía Docente				
Datos Identificativos				2021/22
Asignatura (*)	CALOR E FRIO INDUSTRIAL/REFRIGERACIÓN		Código	730G04020
Titulación	Grao en Enxeñaría en Tecnoloxías Industriais			
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	Arce Ceinos, Alberto	Correo electrónico	alberto.arce@udc.es	
Profesorado	Arce Ceinos, Alberto	Correo electrónico	alberto.arce@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>			



<p><b>Plan de continxencia</b></p>	<p>1. Modificacións nos contidos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non se realizarán cambios</li> </ul> <p>2. Metodoloxías</p> <p>*Metodoloxías docentes que se manteñen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se manteñen tódalas metodoloxías docentes modificando unicamente o seu carácter presencial</li> </ul> <p>*Metodoloxías docentes que non se manteñen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prácticas de laboratorio</li> </ul> <p>3. Mecanismos de atención personalizada ao alumnado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Correo electrónico: Diariamente. De uso pra facer consultas, solicitar encontros virtuais para resolver dúbidas</li> <li>- Moodle: Diariamente. Segundo a necesidade do alumando. Dispoñen de ?foros temáticos asociados aos módulos? da materia, para formular as consultas necesarias. Tamén hai ?foros de actividade específica? para desenvolver as ?Discusións dirixidas?, a través das que se se pon en práctica o desenvolvemento de contidos teóricos da materia.</li> <li>- Teams: sesións seguindo o horario de clases do centro en gran grupo para o avance dos contidos teóricos e resolución de exercicios. Diariamente para tutorías presonalizadas.</li> </ul> <p>4. Modificacións na avaliación</p> <p>Proba obxectiva: Proba test en Moodle - 50%</p> <p>Entrega de problemas resoltos: Entrega dunha relación de exercicios propostos que os alumnos terán que entregar resoltos - 50%</p> <p>*Observacións de avaliación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes do exame final faranse dous exames parciais empregando a ferramenta ?Proba? de Moodle, aqueles que os superen xa non teñen que ir ao exame final.</li> </ul> <p>O exame e parciais serán de tipo test con escolla múltipla, verdadeiro e falso e de relación. As respostas son de un so intento. Algunhas das preguntas requirirán a resolución de exercicios. Os alumnos deberán subir ao Moodle imaxes firmadas da súa resolución.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliación adaptada mediante conversas individuais cos alumnos atendendo as súas preguntas, dúbidas, e inqedanzas. O profesor aproveitará estas conversa para orientar aos alumnos cara a un mellor abordaxe no estudo dos contidos máis relevantes.</li> </ul> <p>5. Modificacións da bibliografía ou webgrafía</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sen cambios. Xa dispoñen de todos os materiais de traballo da maneira dixitalizada en Moodle.</li> </ul>
------------------------------------	--

Competencias / Resultados do título	
Código	Competencias / Resultados do título
A19	TEM3 Coñecementos aplicados de enxeñaría térmica.



B1	CB1 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	CB2 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	CB3 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	CB4 Que os estudantes poidan transmitir información, ideas, problemas e solucións a un público tanto especializado como leigo
B5	CB5 Que os estudantes desenvolvan aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprenderen estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B6	B3 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	B5 Ser capaz de realizar unha análise crítica, avaliación e síntese de ideas novas e complexas
B8	B7 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	B8 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	C3 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	C4 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	C5 Entender a importancia da cultura emprendedora e coñecer os medios ao alcance das persoas emprendedoras.
C4	C6 Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.
C5	C7 Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.
C6	C8 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 / Resultados do título		
	A19	B1	C1
Coñecer aplicacións de enxeñaría térmica		B2	C2
		B3	C3
		B4	C4
		B5	C5
		B6	C6
		B7	
		B8	
		B9	

## Contidos

Temas	Subtemas
-------	----------



<p>Os bloques o temas seguintes desenrolan os contidos establecidos na ficha da 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 transmisión de calor</p> <p>Conducción de calor estacionaria unidimensional</p> <p>Conducción de calor estacionaria en dous e tres dimensións</p> <p>Conducción de calor non estacionaria</p> <p>Convección en fluxo exterior; convección en fluxo interior</p> <p>Convección con cambio de fase</p> <p>Intercambiadores de calor</p> <p>Radiación térmica</p> <p>Aplicacións</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	<ul style="list-style-type: none"><li>5.1 Capa Límite</li><li>5.1.1. Ecuaciones integrales en la capa límite?placa plana</li><li>5.2. Método Integral-placa plana</li><li>5.2.1. Capa límite hidrodinámica</li><li>5.2.2. Capa límite térmica</li><li>5.2.3. Analogía de Colburn</li><li>5.2.4. Resumen de las correlaciones</li><li>5.3 Capa límite turbulenta-placa plana</li><li>5.3.1. Capa hidrodinámica</li><li>5.3.2. Capa térmica</li><li>5.4. Flujo exterior a cilindros</li><li>5.5. Resumen de las correlaciones para flujo exterior</li><li>Problemas</li></ul>
6. Convección en flujo interior	<ul style="list-style-type: none"><li>6.1. Región de entrada</li><li>6.2. Región de entrada térmica</li><li>6.3. Flujo laminar desarrollado</li><li>6.3.1. Velocidad y coeficiente de rozamiento</li><li>6.3.2. Transferencia de calor</li><li>6.4. Flujo turbulento</li><li>Problemas</li></ul>
7. Convección con cambio de fase	<ul style="list-style-type: none"><li>7.1. Introducción</li><li>7.2. Ebullición</li><li>7.2.1. Curva de ebullición</li><li>7.3. Condensación</li><li>7.3.1. Condensación en película</li><li>7.3.2. Condensación en gotas</li></ul>
8. Intercambiadores de calor	<ul style="list-style-type: none"><li>8.1. Introducción</li><li>8.2. Tipos de intercambiadores</li><li>8.3. Coeficiente global de transferencia de calor</li><li>8.4. Diferencia media de temperaturas logarítmica</li><li>8.5. Número de Unidades de Transferencia, NUT</li><li>Problemas</li></ul>
9. Radiación térmica	<ul style="list-style-type: none"><li>9.1. Introducción</li><li>9.2. Conceptos básicos</li><li>9.3. El cuerpo negro</li><li>9.4. Superficies reales</li><li>9.5. La ley de Kirchoff</li><li>9.6. Transferencia de calor por radiación entre superficies-Introducción</li><li>9.7. Álgebra de los factores de forma</li><li>9.8. Intercambio de calor entre dos superficies</li><li>9.9. Envoltorios de superficies negras</li><li>9.10. Envoltorios de ?N? superficies difusas, grises, opacas e isotérmicas</li><li>9.11. Blindajes de radiación</li><li>9.12. Transferencia simultánea de calor por convección y radiación</li><li>9.13. Transferencia de calor por radiación con medio participante</li></ul>
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				
Metodoloxías / probas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciais e virtuais)	Horas traballo autónomo	Horas totais
Sesión maxistral	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
Proba 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

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

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	Clase maxistral
Solución de problemas	Resolución de problemas propostos
Prácticas de laboratorio	Realización de ensaios no laboratorio
Proba mixta	Proba escrita utilizada para a avaliación da aprendizaxe

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Prácticas de laboratorio Solución de problemas Sesión maxistral	Tutorías e consulta en correo electrónico

Avaliación			
Metodoloxías	Competencias / Resultados	Descrición	Cualificación



Proba mixta	A19 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Proba escrita utilizada para a avaliación da aprendizaxe, cuxo trazo distintivo é a posibilidade de determinar se as respostas dadas son ou non correctas. Constitúe un instrumento de medida, elaborado rigorosamente, que permite avaliar coñecementos, capacidades, destrezas, rendemento, aptitudes, actitudes, intelixencia, etc. É de aplicación tanto para a avaliación diagnóstica, formativa como sumativa.	70
Prácticas de laboratorio	A19 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Entregar informe	20
Solución de problemas	A19 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Entrega de problemas resoltos	10
Outros			

### Observacións avaliación

#### Obrigatoriedade das prácticas:

A asistencia a prácticas de laboratorio é obrigatoria, tolerándose so unha falta xustificada. A realización das prácticas é un requisito necesario para aprobar a materia. Para a avaliación da primeira oportunidade é necesario ter avaliadas as prácticasA comezos de curso os alumnos e profesor poden acordar que non se evalúe a entrega de problemas resoltos. A entrega de problemas resoltos faráse no día da proba escrita se non se fixa outra data. Proba Obxectiva: É unha proba escrita que consta dunha parte de teoría sen consulta de aproximadamente 45 minutos de duración, seguida dunha parte de problemas con consulta de 180 minutos de duración. Os informes de prácticas:

Os informes de prácticas de laboratorio entregaranse nun prazo máximo dunha semana dende a realización da práctica. Os informes consisten en completar un formulario ao que os alumnos terán acceso a través de Moodle.

A entrega de problemas resoltos será o día do exame.

Dispensa académica: A avaliación consiste unicamente na proba escrita. A avaliación para a 2ª oportunidade e para convocatorias extraordinarias é a mesma que para a primeira oportunidade. Así, é obrigatorio ter avaliadas as prácticas.

### Fontes de información

<b>Bibliografía 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>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



?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.

(\*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