

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2026-27	Código: P/CL009_FC_D002	

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Identificación y características de la asignatura					
Código	501352				
Denominación (español)	Transmisión de Calor				
Denominación (inglés)	Heat Transfer				
Titulación	Grado en Ingeniería Química Industrial				
Centro	Facultad de Ciencias				
Módulo	Industrial				
Materia	Operaciones Básicas de la Ingeniería Química				
Carácter	Obligatorio	ECTS	6	Semestre	3
Profesorado					
Nombre		Despacho		Correo-e	
Juan Fernando García Araya Benito Acedo Hidalgo		Edif. J.L. Sotelo, D 4 Edif. J.L. Sotelo, D 15		jfgarcia@unex.es bacedo@unex.es	
Área de conocimiento	Ingeniería Química				
Departamento	Ingeniería Química y Química Física				
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)	Benito Acedo Hidalgo				

Competencias/Resultados de aprendizaje
Competencias básicas 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. 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. 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. CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX		
	Curso académico: 2026-27	Código: P/CL009_FC_D002	

CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Competencias generales

CG1. Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Química que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la Orden CIN/351/2009 de 9 de febrero, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.

CG2. Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.

CG3. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacitan para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les doten de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Química.

CG5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, peritaciones, tasaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

CG6. Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

CG7. Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CG8. Capacidad para aplicar los principios y métodos de calidad.

CG9. Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.

CG10. Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

CG11. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

Competencias transversales

CT1. Desarrollar valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos.

CT2. Demostrar capacidad de organizar, planificar, de análisis y síntesis.

CT3. Demostrar habilidades en el uso de aplicaciones informáticas y empleo de nuevas tecnologías para el aprendizaje, divulgación de conocimiento y recopilación de información relevante para emitir juicios.

CT4. Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones en un entorno profesional.

CT5. Poseer habilidades en las relaciones interpersonales.

CT6. Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios.

CT7. Reconocer la diversidad y multiculturalidad.

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		 FACULTAD DE CIENCIAS (UEx)
	Curso académico: 2026-27	Código: P/CL009_FC_D002	

CT8. Desarrollar habilidades de estudio en la formación continua y para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CT9. Respetar los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres.

CT10. Respetar y promover los derechos fundamentales y los principios de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

Competencias Específicas

CE7: Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

Contenidos
Descripción general del contenido
• Estudio de los mecanismos mediante los cuales se transfiere el calor y las ecuaciones básicas que se aplican en cada caso para calcular los flujos de calor. • Importancia de los aislamientos y de la recuperación de calor: Intercambiadores de calor • Planteamiento y resolución de problemas relativos a la transmisión de calor
Temario de la asignatura
Tema 1: MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR 1. Introducción 2. Problema fundamental de la transmisión de calor 3. Mecanismos de transmisión de calor: Conducción; Convección; Radiación Descripción de las actividades prácticas del tema 1: -
Tema 2: TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN 1. Introducción 2. Flujo monofásico Flujo interno: laminar y turbulento. Geometrías no cilíndricas Flujo externo: convección forzada y convección natural 3. Flujo bifásico Condensación de vapores: condensación en gotas y en películas Ebullición de líquidos: ebullición en tanques y en el interior de tubos Descripción de las actividades prácticas del tema 3: Resolución de problemas
Tema 3: TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN 1. Introducción. Ecuación de conservación de energía

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX		 FACULTAD DE CIENCIAS (UEX)
	Curso académico: 2026-27	Código: P/CL009_FC_D002	

2. Soluciones analíticas de la ecuación de conservación de energía Conducción en régimen estacionario: algunos casos particulares Conducción en régimen no estacionario: algunos casos particulares 3. Soluciones aproximadas de la ecuación de conservación de energía: introducción al método de incrementos finitos Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Resolución de problemas
Tema 4: INGENIERÍA, DISEÑO Y OPERACIÓN DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 1. Selección. Tecnológica en la Industria Química. Criterios industriales para la selección de equipos según el tipo de fluido. Tipos principales y sus aplicaciones. 2. Termodinámica Aplicada: Métodos de cálculo industrial (DTLML y ϵ-NTU). El coeficiente global de transferencia (U). El factor de ensuciamiento (Fouling Factor). 3. Diseño Práctico y Normativa Industrial: Intercambiadores de carcasa y tubos (Normas TEMA). Intercambiadores de placas. El compromiso térmico-hidráulico (ΔP). El coste energético del bombeo. 4. Resolución de Problemas: Diseño (Sizing), Evaluación (Rating) y Diagnóstico (Troubleshooting). Aprenden a usar márgenes de seguridad, aplicar criterios económicos y disponer de criterios de selección. • PARTE A: Ingeniería de Intercambiadores de Carcasa y Tubos (El Estándar Industrial) ◦ Caso Práctico 1: Diseño (Sizing) de un Intercambiador TEMA Clase R ◦ Caso Práctico 2: Evaluación (Rating) e Hidráulica (El compromiso ΔP) • PARTE B: Caso de Estudio Comparativo (Carcasa y Tubos vs. Placas) ◦ Caso Práctico 3: Optimización Energética (Recuperación de Calor con Bajo Pinch). Calcular el factor de corrección F para un equipo de carcasa y tubos. La alternativa de Placas. Análisis de limitaciones operativas.
Tema 5: TRANSFERENCIA DE CALOR POR RADIACIÓN EN APLICACIONES QUÍMICAS E INDUSTRIALES 1. Fundamentos Prácticos de la Radiación Térmica en Materiales Industriales De la teoría a la realidad: El concepto de cuerpo negro vs. superficies reales en la industria (metales pulidos, metales oxidados, materiales refractarios). Propiedades radiantes en planta: Cómo varía la emisividad y absorptancia con la temperatura, el grado de oxidación de las tuberías y el ensuciamiento (fouling). Aplicación de las leyes fundamentales: Uso práctico de la ley de Stefan-Boltzmann para estimaciones rápidas de pérdidas de calor al ambiente. 2. Intercambio Radiante en Equipos de Proceso Tuberías y conducciones: Intercambio térmico en tuberías encamisadas y sistemas de aislamiento térmico (cilindros concéntricos reales). Escudos de radiación: Uso de pantallas reflectoras térmicas para la protección de equipos sensibles o personal frente a fuentes de calor intenso (reactores, antorchas/flare).

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX		
	Curso académico: 2026-27	Código: P/CL009_FC_D002	

Geometrías complejas de forma simplificada: Uso de catálogos, ábacos y software para factores de visión en disposiciones típicas de planta (bancos de tubos, paredes de reactores), evitando integraciones matemáticas complejas.

3. Radiación Combinada (Conducción/Convección) y Fluidos de Proceso

Gases participantes: Radiación y absorción térmica en mezclas de gases industriales (importancia del CO_2 , H_2O y SO_2 en calderas y efluentes gaseosos).

Errores de instrumentación por radiación: El problema clásico de la "temperatura verdadera" en plantas químicas. Corrección del error de lectura en termopozos y termopares sumergidos en corrientes de gases calientes, y diseño de termopares con pantalla de succión.

Mecanismos acoplados: Transferencia de calor global (radiación + convección) en reactores de alta temperatura (ej. reformadores con vapor).

4. Hornos de Proceso en la Industria Química

Tipología industrial: Hornos de tubo (fired heaters), hornos de craqueo (ej. producción de etileno) y hornos rotatorios (industria cementera y metalúrgica).

Zonas de transferencia: Diseño conceptual de la zona radiante vs. zona convectiva en un horno de proceso.

Eficiencia térmica: Selección de materiales refractarios, control de inquemados y minimización de pérdidas de calor por las paredes.

5. Casos Prácticos y Resolución de Problemas de Planta

Cálculo de pérdidas de calor en tuberías de vapor no aisladas hacia el ambiente.

Corrección matemática del error de lectura de un termopar en el escape de un horno.

Cálculo básico de la carga térmica absorbida por los tubos en la zona radiante de un horno de proceso químico.

Actividades formativas							
Horas de trabajo del alumno/a por tema		Horas Gran grupo	Horas Actividades prácticas			Horas Actividades de seguimiento	Horas No presenciales
Tema	Total	GG	L	O	S	TP	EP
1	3	2					1
2	35	7			5		23
3	34	11			5		18
4	36	13			5		18
5	20	7			3		10
Evaluación	22	2					20
TOTAL	150	42			18		90

GG: Grupo Grande (85estudiantes).
 L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)
 O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)
 S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX		 FACULTAD DE CIENCIAS (UEX)
	Curso académico: 2026-27	Código: P/CL009_FC_D002	

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes	
1. Clases expositivas de teoría y problemas (Descripción: método expositivo que consiste en la presentación por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. También incluye la resolución de problemas ejemplo por parte del profesor).	X
2. Resolución de ejercicios y problemas (Descripción: método basado en el planteamiento de problemas por parte del profesor y la resolución de estos en el aula. Los estudiantes desarrollan e interpretan soluciones adecuadas a partir de la aplicación de procedimientos de resolución de problemas).	X
3. Estudio de casos (Descripción: análisis intensivo y completo de un caso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, a veces, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución).	X
4. Aprendizaje basado en problemas (ABP) (Descripción: método de enseñanza/aprendizaje que tiene como punto de partida un problema que ha diseñado el profesor y que el estudiante resuelve de manera autónoma o guiada para desarrollar determinadas competencias previamente definidas).	X
5. Aprendizaje basado en proyectos (Descripción: Método de enseñanza-aprendizaje en el que el estudiantado lleva a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos).	
6. Aprendizaje a partir de la experimentación (Descripción: Método de enseñanza-aprendizaje basado en el método científico en el que el estudiante plantea hipótesis, experimenta, recopila datos, busca información, aplica modelos, contrasta las hipótesis y extrae conclusiones).	
7. Aprendizaje cooperativo (Descripción: Método de enseñanza-aprendizaje basado en un enfoque interactivo de organización del trabajo. Se trata de lograr un intercambio efectivo de información entre los estudiantes, los cuales deben estar motivados tanto para lograr su propio aprendizaje como el de los demás)	X
8. Aprendizaje a través del aula virtual (Descripción: Situación de enseñanza/aprendizaje en la que se usa un ordenador con conexión a la red como sistema de comunicación entre profesor y estudiante e incluso entre los estudiantes entre sí y se desarrolla un plan de actividades formativas).	X
9. Tutorización (Descripción: Situación de enseñanza/aprendizaje en la que el profesor de forma individualizada o en pequeños grupos orienta al estudiante en su aprendizaje).	
10. Aprendizaje autónomo (Descripción: Situación de aprendizaje en la que el estudiante de forma autónoma profundiza en el estudio de una materia para adquirir las competencias).	X

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX		 FACULTAD DE CIENCIAS (UEx)
	Curso académico: 2026-27	Código: P/CL009_FC_D002	

11. Evaluación (Descripción: Situación de aprendizaje/evaluación en la que el alumno realiza alguna prueba que sirve para reforzar su aprendizaje y como herramienta de evaluación).	X
--	---

Resultados de aprendizaje
• Comprender los mecanismos básicos de la transmisión de calor y las ecuaciones básicas que se aplican en cada caso. • Tomar conciencia de la importancia de los aislamientos y de la recuperación del calor. • Saber modelar problemas relativos a la transmisión de calor, aislamientos y recuperación de calor y aprender a resolverlos.

Sistemas de evaluación
Descripción de las actividades de evaluación
La evaluación de los conocimientos y competencias adquiridos se llevará a cabo de la siguiente forma: A) Convocatoria ordinaria, modalidad de evaluación continua Se utilizarán dos sistemas de evaluación: exámenes parciales (a.1) que ponderarán en la calificación final de la asignatura con un 95%, y participación en el aula (a.2), que ponderará en la calificación final de la asignatura con un 5%. a.1: Se realizarán dos exámenes parciales correspondientes a los temas 1, 2 y 3 por una parte, y a los temas 4 y 5 por otra. Cada examen tendrá dos bloques, uno teórico y otro de resolución de problemas: -Bloque teórico: el estudiante deberá contestar a cuestiones de tipo test, de respuesta breve o de desarrollo. Se valorará el dominio de los aspectos solicitados y, en su caso, la claridad en la exposición de las respuestas y la capacidad de síntesis. Contribuirá a la nota del examen con un porcentaje del 15-20% (el % concreto se indicará en la hoja de examen). -Bloque de resolución de problemas: el estudiante deberá plantear y resolver problemas similares a los abordados en clase. Se valorará el planteamiento general, el desarrollo ordenado, el uso adecuado de las ecuaciones y del sistema de magnitudes y unidades, así como la corrección de los resultados obtenidos. Contribuirá a la nota del examen con un porcentaje del 85-80% (el % concreto se indicará en la hoja de examen). La calificación de cada examen parcial será la suma ponderada de las puntuaciones obtenidas en el bloque teórico y en el de resolución de problemas. Esta actividad es recuperable. a.2: A lo largo del curso se valorará la participación de los estudiantes en el aula, bien por iniciativa propia o a instancia del profesor. Esta actividad no es recuperable. La calificación final de la asignatura será el resultado de la contribución de las calificaciones de los exámenes parciales, que en conjunto tienen una ponderación del 95%, y de las calificaciones de la participación de los estudiantes en el aula, que ponderará el 5%.

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX		 FACULTAD DE CIENCIAS (UEx)
	Curso académico: 2026-27	Código: P/CL009_FC_D002	

Se considerará superada la asignatura si la calificación final es igual o superior a 5,0 sobre 10 y ninguno de los exámenes parciales tiene una calificación inferior a 4,0. Si la media aritmética de las obtenidas en cada uno de los exámenes parciales fuese igual o superior a 5,0 sobre 10, pero alguno de los exámenes parciales tiene una calificación inferior a 4,0, la calificación de la asignatura será de “Suspendo, 4,0”. Podrán ser objeto de recuperación los exámenes parciales con calificación inferior a 5,0 sobre 10 en la fecha fijada oficialmente por el Centro en la agenda / calendario de exámenes finales para la convocatoria ordinaria.

B) Convocatoria ordinaria, modalidad de evaluación global

Se utilizará un sistema de evaluación: examen global, que ponderará en la calificación final de la asignatura con el 100%. La tipología del examen será similar a la descrita para los exámenes parciales en el epígrafe anterior de modalidad de evaluación continua.

C) Convocatoria extraordinaria, modalidad de evaluación continua

En esta convocatoria y modalidad se realizará un único examen (temas 1 a 5) como actividad de recuperación, ponderando en la calificación global de la asignatura con un 95%. La tipología del examen será similar a la descrita para los exámenes parciales en el epígrafe anterior de modalidad de evaluación continua.

La calificación de la participación en el aula se conservará al ser una actividad no recuperable, ponderando en la calificación final de la asignatura con un 5%.

D) Convocatoria ordinaria, modalidad de evaluación global

Se utilizará un sistema de evaluación: examen global, que ponderarán en la calificación final de la asignatura con un 100%. La tipología del examen será similar a la descrita para los exámenes parciales en el epígrafe anterior de modalidad de evaluación continua.

Bibliografía (básica y complementaria)

- ÇENGEL, Y.A. y GHAJAR, A.J. *Transferencia de Calor y Masa*. 4ª ed. McGraw Hill, México (2011)
- INCROPERA, F.P. y col. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 6th ed. John Wiley & Sons Inc. USA (2007)
- COULSON, J.M. y RICHARDSON, J.F. *Ingeniería química*. Tomos I y IV. Reverté, Barcelona (1979) (1980)
- COSTA, E. y col. *Ingeniería Química*, 4. Transmisión de Calor, Alhambra, Madrid (1986)
- HOLMAN, J.P. *Transferencia de Calor*, 1ª edición. McGraw Hill, Madrid (1998).
- PITTS, D. y SISSOM, L. *Heat Transfer*, 2nd ed. Schaum's Outline Series. McGraw Hill, New York (1998)
- ROHSENOW, W.M., HARTNETT, J.P. y CHO, Y.I. *Handbook of Heat Transfer*, 3th ed. McGraw Hill, New York (1998)

Otros recursos y materiales docentes complementarios

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		 FACULTAD DE CIENCIAS (UEx)
	Curso académico: 2026-27	Código: P/CL009_FC_D002	

--