

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX | |  |
| | Curso académico: 2025-26 | Código: P/CL009_FC_D002 | |

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

| Identificación y características de la asignatura | | | |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|
| Código | 501354 | Créditos ECTS | 6 |
| Denominación (español) | Experimentación en Flujo de Fluidos y Transmisión de Calor | | |
| Denominación (inglés) | Fluid Flow and Heat Transfer Lab | | |
| Titulación | Grado en Ingeniería Química Industrial | | |
| Centro | Facultad de Ciencias | | |
| Semestre | 4 | Carácter | Obligatorio |
| Módulo | Ingeniería Química | | |
| Materia | Operaciones Básicas de la Ingeniería Química | | |
| Profesor/es | | | |
| Nombre | Despacho | Correo-e | Web |
| Teresa González Montero | 1, JL Sotelo | teresaglez@unex.es | |
| Joaquín R. Domínguez Vargas | 5, JL Sotelo | jrdoming@unex.es | |
| Eva M. Rodríguez Franco | 16, JL Sotelo | evarguez@unex.es | |
| Área de conocimiento | Ingeniería Química | | |
| Departamento | Ingeniería Química y Química Física | | |
| Profesor coordinador | Teresa González Montero | | |

| Competencias |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competencias Básicas |
| <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>CB4: Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.</p> <p>CB5: Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.</p> |
| Competencias Generales |
| <p>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</p> |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX | |  |
| | Curso académico: 2025-26 | Código: P/CL009_FC_D002 | |

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.

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.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX | |  |
| | Curso académico: 2025-26 | Código: P/CL009_FC_D002 | |

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

CE19: Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CE21: Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y reactores.

Contenidos

Breve descripción del contenido

Realización de prácticas de laboratorio relacionadas con procesos de transmisión de calor en régimen estacionario y no estacionario, flujo de fluidos y operaciones básicas relacionadas con el flujo de fluidos.

Temario de la asignatura

PRÁCTICA 1: MÁQUINA DE FLUIDOS.

Contenidos: Calibrado de dispositivos medidores. Pérdida de carga en accidentes.

PRÁCTICA 2: SEDIMENTACIÓN.

Contenidos: Cálculo de la superficie y altura de un sedimentador continuo a partir de los datos obtenidos en experimentos de sedimentación discontinua.

PRÁCTICA 3: TRANSMISIÓN DE CALOR EN SISTEMAS FLUIDO-SÓLIDO.

Contenidos: Determinación del perfil de temperaturas en un sólido en régimen estacionario. Cálculo del caudal de calor transmitido a través de un sólido en régimen estacionario. Cálculo del coeficiente de transmisión de calor por convección en un sistema sólido-fluido. Cálculo de la conductividad térmica de un sólido.

PRÁCTICA 4: FILTRACIÓN.

Contenido: Determinación de la resistencia del lecho. Espesor equivalente del medio filtrante. Determinación de la resistencia específica del medio filtrante. Altura de la torta y su resistencia total.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX | |  |
| | Curso académico: 2025-26 | Código: P/CL009_FC_D002 | |

PRÁCTICA 5: CAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS CONCÉNTRICOS. 1. TRANSMISIÓN DE CALOR ENTRE AGUA CALIENTE Y AGUA FRÍA.

Contenido: Cálculo de la eficacia del cambiador. Perfiles de temperatura en circulaciones contracorriente y paralelo. Cálculo de los coeficientes (individuales, globales) de transmisión de calor. Efecto de los parámetros de operación.

PRÁCTICA 6: CAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS CONCÉNTRICOS. 2. TRANSMISIÓN DE CALOR ENTRE AIRE Y VAPOR DE AGUA QUE CONDENSA.

Contenido: Cálculo del coeficiente global de transmisión de calor. Cálculo de los coeficientes individuales de transmisión de calor. Influencia de la velocidad de circulación del aire sobre su coeficiente individual de transmisión de calor. Ecuaciones empíricas.

| Actividades formativas | | | | | | | | |
|------------------------------------------|-------|------------------|-----------------------|-----|---|---|--------------------------|---------------|
| Horas de trabajo del estudiante por tema | | Horas Gran grupo | Actividades prácticas | | | | Actividad de seguimiento | No presencial |
| Tema | Total | GG | CH | L | O | S | TP | EP |
| 1 | 21.6 | 1 | | 8.6 | | | 1 | 11 |
| 2 | 21.7 | 1 | | 8.7 | | | 1 | 11 |
| 3 | 21.6 | 1 | | 8.6 | | | 1 | 11 |
| 4 | 21.7 | 1 | | 8.7 | | | 1 | 11 |
| 5 | 21.7 | 1 | | 8.7 | | | 1 | 11 |
| 6 | 21.7 | 1 | | 8.7 | | | 1 | 11 |
| Evaluación | 20 | 2 | | 0 | | | | 18 |
| TOTAL | 150 | 8 | 0 | 52 | 0 | 0 | 6 | 84 |

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).
 CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)
 L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)
 O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)
 S: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).
 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). |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX | |  |
| | Curso académico: 2025-26 | Código: P/CL009_FC_D002 | |

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).
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 si y se desarrolla un plan de actividades formativas).
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).
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).

Resultados de aprendizaje

- Ser capaz de determinar experimentalmente la pérdida de carga en accidentes.
- Ser capaz de calibrar dispositivos medidores de caudales de líquido (diafragmas y venturímetros) y de determinar las pérdidas de presión permanente y transitoria en los mismos.
- Ser capaz de evaluar la longitud equivalente de dispositivos medidores y accidentes.
- Ser capaz, a partir de datos experimentales de sedimentación intermitente, de determinar la velocidad de sedimentación, la concentración de la suspensión en función del tiempo y poder diseñar un sedimentador continuo.
- Ser capaz de obtener valores de la resistencia específica de una torta incompresible, así como la resistencia del medio filtrante a partir de ensayos de filtración a presión constante en un filtro de vacío discontinuo.
- Ser capaz de determinar la conductividad térmica de un sólido y del coeficiente de transmisión de calor del medio en que se encuentra a partir de medidas del calentamiento (o enfriamiento) del sólido en régimen no estacionario.
- Ser capaz de determinar el perfil de temperaturas y el flujo de calor por conducción en el sólido en régimen estacionario.
- Ser capaz de determinar coeficientes individuales de transmisión de calor de un fluido a partir del coeficiente global, obtenido, a su vez, de la geometría del cambiador y de los datos de temperatura en un cambiador de calor de tubos concéntricos líquido-líquido y líquido-vapor.

Sistemas de evaluación

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX | |  |
| | Curso académico: 2025-26 | Código: P/CL009_FC_D002 | |

Dadas las características específicas de la asignatura, de índole eminentemente práctica, según contempla el artículo 4.2 de la Normativa de Evaluación de las Titulaciones oficiales de Grado y Máster de la Universidad de Extremadura, únicamente se utiliza la **evaluación continua**.

Convocatoria Ordinaria:

La evaluación de los estudiantes se hará en base al trabajo desarrollado en el laboratorio, a los informes elaborados sobre cada práctica y a los resultados obtenidos en un examen final escrito. Si procede (ver último párrafo de este epígrafe), la calificación de la asignatura será la resultante de la **suma ponderada** de estas tres actividades evaluables, de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Trabajo desarrollado en el laboratorio (actividad no recuperable): ponderación **20%**. Se tendrá en cuenta:

- Capacidad del estudiante para exponer los aspectos principales y de detalle de la práctica que va a realizar
- Respuestas dadas a las preguntas planteadas por el profesor
- Destreza mostrada en el desarrollo experimental de las mismas

b) Informes elaborados de cada práctica (actividad no recuperable): ponderación **20%**. Se tendrá en cuenta:

- Presentación global: claridad, orden y concreción
- Cálculos realizados: exposición clara y ordenada. Uso adecuado de magnitudes, unidades y ecuaciones
- Resultados obtenidos: presentación clara y ordenada. Exactitud. Uso adecuado de magnitudes y unidades
- Discusión de los resultados obtenidos

La asistencia a las sesiones prácticas de laboratorio es obligatoria. La no asistencia implicará una calificación de 0 en los apartados a) y b).

c) Examen escrito: ponderación **60%**. El estudiante deberá responder a cuestiones sobre las prácticas: descripción de los procedimientos experimentales y/o de cálculo, y/o determinación de diferentes parámetros a partir de los datos experimentales que se proporcionen.

Se valorará la claridad y concreción en el planteamiento y la redacción, el uso adecuado de ecuaciones, magnitudes y unidades, y que los resultados de los cálculos a realizar sean correctos.

Para aprobar la asignatura (calificación final $\geq 5,0$), será requisito imprescindible, pero no único, obtener al menos 3,5 puntos sobre 10 en el examen escrito. En caso contrario, la calificación final de la asignatura será $\leq 3,5$.

Convocatoria extraordinaria:

Se mantendrán las calificaciones obtenidas en las actividades no recuperables.

El estudiante realizará un examen escrito (ponderación, 60%) en los mismos términos que en la convocatoria ordinaria: se aprobará la asignatura con una calificación final $\geq 5,0$ y será requisito imprescindible, pero no único, obtener al menos 3,5 puntos sobre 10 en el examen escrito. En caso contrario, la calificación final de la asignatura será $\leq 3,5$.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx | |  |
| | Curso académico: 2025-26 | Código: P/CL009_FC_D002 | |

La asignatura se calificará de 0 a 10, con expresión de un decimal, añadiendo la calificación cualitativa tradicional, según los siguientes rangos: de 0 a 4,9 (suspense, SS); de 5,0 a 6,9 (aprobado, AP); de 7,0 a 8,9 (notable, NT); de 9,0-10 (sobresaliente, SB).

La mención de Matrícula de Honor podrá ser otorgada a alumnos que hayan obtenido una calificación igual o superior a 9,0. Su número no podrá exceder del 5% de los alumnos matriculados en la asignatura en el correspondiente curso académico, salvo que el número de alumnos matriculados sea inferior a 20, en cuyo caso se podrá conceder una sola Matrícula de Honor.

Bibliografía (básica y complementaria)

- ÇENGEL, Y.A. y GHAJAR, A.J. *Transferencia de Calor y Masa*. 4ª ed. McGraw Hill, México (2011)
- BERGMAN, T.L. y col. *Introduction to Heat Transfer*, 6th ed. John Wiley & Sons Inc. USA (2011)
- COULSON, J.M. y RICHARDSON, J.F. *Ingeniería química. Tomos I y II*. Reverté, Barcelona (1979) (1980)
- PERRY, R.H. & GREEN, D.W. "Chemical Engineers' Handbook" Ed. McGraw Hill. New York (1984)
- ROHSENOW, W.M., HARTNETT, J.P. y CHO, Y.I. *Handbook of Heat Transfer*, 3th ed. McGraw Hill, New York (1998)
- LEVENSPIEL, O. "Engineering Flow and Heat Exchange" 3rd Ed. ISBN 10: 1489974539 ISBN 13: 9781489974532. (2014)
- MUNSON, B.R.; YOUNG, D.F.; OKIISHI, T.H.; HUEBSCH, W.W. "Fundamentals of fluid mechanics" 6th ed. ISBN 10: 0470262842 ISBN 13: 9780470262849. (2009)
- ÇENGEL, Y. & CIMBALA, J. "Fluid Mechanics Fundamentals and Applications" 3th ed. ISBN 10: 0073380326 ISBN 13: 9780073380322. (2013)
- BEJAN, A. "Convection Heat Transfer" 4th Ed (2013)
- COSTA NOVELLA, E. "Ingeniería Química. Vol. 3 Flujo de fluidos". Alhambra. Madrid. (1985)
- MOTT, R.L. "Mecánica de fluidos". 6ª edición. Pearson Educ. México. (2006).

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Aula Virtual de la Uex
Software de simulación de procesos UniSim Design (Honeywell)