

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

### PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Identificación y características de la asignatura			
Código	501377	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Experimentación en Operaciones de Separación		
Denominación (inglés)	<i>Separation Operations Lab</i>		
Titulación	Grado en Ingeniería Química Industrial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Semestre	6	Carácter	Obligatorio
Módulo	Ingeniería Química		
Materia	Operaciones Básicas de la Ingeniería Química		
Profesorado			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Juan Fernando García Araya	Nº 4, Edif, José Luis Sotelo	<a href="mailto:jfgarcia@unex.es">jfgarcia@unex.es</a>	
Manuel González Lena	Nº 11, Edif, José Luis Sotelo	<a href="mailto:glezlina@unex.es">glezlina@unex.es</a>	
Francisco J. Real Moñino	Nº 7, Edif, José Luis Sotelo	<a href="mailto:fjreal@unex.es">fjreal@unex.es</a>	
Área de conocimiento	Ingeniería Química		
Departamento	Ingeniería Química y Química Física		
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Juan Fernando García Araya		
Competencias			
<p><b>CB1:</b> 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><b>CB2:</b> 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><b>CB3:</b> 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><b>CB4:</b> Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.</p>			
<p><b>CB5:</b> Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.</p>			
<p><b>CG1:</b> 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.</p>			
<p><b>CG2:</b> Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.</p>			
<p><b>CG3:</b> 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.</p>			

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

**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.

**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.

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

**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

Desarrollos prácticos en laboratorio asociados a contenidos de operaciones de transferencia de materia.

### Temario de la asignatura

**Práctica 1: Extracción líquido-líquido.** Determinación de cantidades y concentraciones de los componentes de un sistema ternario líquido-líquido con diferentes formas de contacto.

**Práctica 2: Interacción aire-agua.** Temperatura húmeda. Determinación de las propiedades psicrométricas del aire con ayuda de la experiencia del termómetro húmedo.

**Práctica 3: Adsorción líquido-sólido.** Obtener la curva de ruptura correspondiente a la adsorción por intercambio iónico de un ion sobre una resina. Determinar la capacidad útil de la resina, efectuar su regeneración y simular el proceso mediante algún modelo matemático

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

**Práctica 4: Datos de equilibrio líquido-vapor.** Determinación experimental de los datos de equilibrio L-V de una mezcla binaria y comparación con datos bibliográficos y obtenidos mediante predicción termodinámica.

**Práctica 5: Rectificación en columna de relleno a reflujo total.** Determinación del número de etapas teóricas de equilibrio. Determinación de la altura equivalente de un plato teórico.

**Práctica 6: Rectificación en columna de platos con regulación de reflujo.** Determinación de la eficacia de plato. Determinación de las composiciones teóricas y reales en cada plato. Número de platos teóricos. Influencia de la razón de reflujo externa sobre volumen y composición del destilado

#### 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
Pr. 1	22.5	1		9			1	11.5
Pr. 2	22.5	1		9			1	11.5
Pr. 3	21.5	1		8			1	11.5
Pr. 4	22.5	1		9			1	11.5
Pr. 5	21.5	1		8			1	11.5
Pr. 6	22.5	1		9			1	11.5
<b>Evaluación</b>	17	2						15
<b>TOTAL</b>	150	8		52			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).

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).

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).

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

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).
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 obtener experimentalmente datos de equilibrio líquido-líquido de mezclas ternarias. Familiarizarse con distintas técnicas analíticas. Poder predecir mediante la aplicación de modelos termodinámicos los datos de equilibrio líquido-líquido. Saber representar e interpretar los distintos diagramas de equilibrio.
- Ser capaz de obtener experimentalmente los datos de equilibrio y los datos cinéticos de la adsorción líquido-sólido mediante la aplicación de las técnicas analíticas adecuadas. Aplicar los modelos de isotermas de adsorción más comunes y determinar cuál es el modelo que representa con mayor fidelidad los datos de equilibrio experimentales. Aplicar distintos modelos cinéticos que permitan predecir la cinética del proceso de adsorción y determinar cuál es el modelo que representa con mayor fidelidad los datos experimentales.
- Ser capaz de determinar experimentalmente, a partir de la teoría del termómetro húmedo, las propiedades psicrométricas del aire. Saber interpretar una carta psicrométrica.
- Ser capaz de obtener experimentalmente datos de equilibrio líquido-vapor de mezclas binarias. Saber determinar dichos datos de equilibrio teóricamente mediante la predicción termodinámica.
- Conocer y ser capaz de operar con dispositivos de rectificación. Ser capaz de calcular el número de etapas teóricas y la altura de relleno equivalente en una columna de rectificación dotada de un sistema de regulación de reflujo.
- Conocer la influencia que tiene la razón de reflujo externa sobre la composición y volumen del producto destilado. Ser capaz de determinar las condiciones de anegamiento de la columna.
- Saber manejar distintos programas de cálculo y gráficos (Excel, Curve Expert, Origin).

### Sistemas de evaluación

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

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

- 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 4,0 puntos sobre 10 en el examen escrito. En caso contrario, la calificación final de la asignatura será  $\leq 4,0$ .

#### **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 4,0 puntos sobre 10 en el examen escrito. En caso contrario, la calificación final de la asignatura será  $\leq 4,0$ .

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)**

-MARTÍNEZ DE LA CUESTA, P. J. y RUS MARTÍNEZ, E.: "Operaciones de Separación en Ingeniería Química". Pearson Prentice Hall. Madrid (2004).

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		 <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <small>[UEx]</small>
	<b>Curso académico:</b> 2025-26	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

- TREYBAL, R. E. "Operaciones de Transferencia de Masa". 2ª ed. McGraw-Hill (1980).
- McCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P. "Operaciones unitarias en Ingeniería Química". 7ª Ed. McGraw-Hill Interamericana (2007)
- TREYBAL, R. E. "Extracción en fase líquida". 1ª ed. UTEHA, México (1968).
- MALONEY, J.O. "Perry's Chemical Engineers' Handbook. 8<sup>TH</sup> ed. McGraw-Hill (2008).

#### Otros recursos y materiales docentes complementarios

- Aula virtual de la asignatura.
- Servicios telemáticos de la Universidad de Extremadura (bases de datos, etc.).
- Hoja de cálculo (Excel, Curve Expert...).