



## Proyecto/Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	EXPERIMENTACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA		
<b>Materia</b>	OPERACIONES EN INGENIERÍA QUÍMICA		
<b>Módulo</b>	MÓDULO DE TECNOLOGÍA ESPECÍFICA. QUÍMICA INDUSTRIAL		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA		
<b>Plan</b>	442	<b>Código</b>	41849
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> cuatrimestre	<b>Tipo/Carácter</b>	Obligatoria
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	4º
<b>Créditos ECTS</b>	6		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	Gloria Esther Alonso Sánchez		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	Esther Alonso	<a href="mailto:ealonso@uva.es">ealonso@uva.es</a>	
<b>Departamento</b>	INGENIERÍA QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	05/07/2024		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

La asignatura de Experimentación en Ingeniería Química forma parte de la Materia de Operaciones en Ingeniería Química junto con otras tres asignaturas:

Asignaturas de la materia	Tipo	ECTS	Curso (Cuatrimestre)
Cálculo y Diseño de Reactores Químicos	Obligatoria	6	Tercero (C6)
Cálculo y Diseño de Operaciones de Separación	Obligatoria	6	Tercero (C6)
Operaciones Unitarias Industriales	Obligatoria	6	Tercero (C6)
Experimentación en Ingeniería Química	Obligatoria	6	Cuarto (C7)

En esta materia se desarrollan los siguientes contenidos

- Operaciones unitarias basadas en la transferencia de materia y de materia y calor: principios básicos, diseño y operación, equipos
- Reactores químicos homogéneos y heterogéneos: principios básicos, diseño y operación, modelos de flujo, equipos
- Operaciones unitarias basadas en el transporte de cantidad de movimiento: principios básicos, diseño y operación, equipos
- Operaciones unitarias basadas en la transferencia de calor: principios básicos, diseño y operación, equipos
- Experimentación a escala piloto-laboratorio de diferentes operaciones unitarias y reactores químicos, así como la determinación experimental de propiedades termodinámicas y de transporte.

### 1.2 Relación con otras materias

El Módulo de tecnología específica Química Industrial lo forman las materias: Química Aplicada a la Ingeniería Química, Fundamentos de Ingeniería Química, Operaciones en Ingeniería Química, Ingeniería de Procesos Químicos, Ingeniería y Sociedad, Prácticas externas, y Trabajo Fin de Grado. En este módulo se contemplan las competencias específicas del título que figuran en la Orden Ministerial CIN/351/2009, y otras competencias que se han considerado convenientes para la formación del Graduado en Ingeniería Química.

### 1.3 Prerrequisitos

Haber cursado previamente las tres asignaturas de la Materia de Operaciones en Ingeniería Química, que son: Cálculo y Diseño de Reactores Químicos, Cálculo y Diseño de Operaciones de Separación, y Operaciones Unitarias Industriales, para el adecuado seguimiento y aprendizaje de los objetivos propuestos en la asignatura de Experimentación en Ingeniería Química.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- CG1.** Capacidad de análisis y síntesis
- CG2.** Capacidad de organización y planificación del tiempo
- CG3.** Capacidad de expresión oral
- CG4.** Capacidad de expresión escrita
- CG5.** Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma
- CG6.** Capacidad de resolución de problemas
- CG7.** Capacidad de razonamiento crítico. Análisis lógico
- CG8.** Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
- CG9.** Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz
- CG11.** Capacidad para la creatividad y la innovación.
- CG12.** Capacidad para la motivación por el logro y la mejora continua.
- CG14.** Capacidad de evaluar

### 2.2 Específicas

- CE21. Conocimientos sobre transferencia de materia.**
- CE22. Conocimientos sobre operaciones de separación.**
- CE23. Conocimientos sobre ingeniería de la reacción química**
- CE24. Conocimientos sobre diseño de reactores.**
- CE30. Conocimientos sobre mecánica de fluidos.**
- CE31. Conocimientos sobre transmisión de calor.**
- CE33.** Capacidad para el cálculo, diseño y gestión de sistemas con flujo de fluidos.
- CE34.** Capacidad para el cálculo, diseño y gestión de sistemas con transmisión de calor.
- CE35.** Capacidad para el cálculo, diseño y gestión de operaciones de transferencia de materia.
- CE36.** Capacidad para el cálculo, diseño y gestión de reactores químicos.
- CE38.** Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada.
- CE39.** Capacidad para la determinación experimental de propiedades termodinámicas y de transporte.
- CE41.** Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación de procesos químicos.
- CE42.** Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de control de procesos químicos.
- CE44.** Seguridad en el ámbito de la ingeniería química.



### 3. Objetivos

- Ilustrar y reforzar la teoría y los principios fundamentales de la ingeniería química.
- Aprender a planificar y organizar el trabajo experimental.
- Introducir al alumno en la experimentación a escala piloto // laboratorio
- Introducir hábitos de trabajo eficiente y seguro en un laboratorio.
- Conocer y adquirir experiencia con equipos que se utilizan habitualmente en la industria.
- Adquirir y analizar datos de procesos y favorecer la interpretación crítica de los mismos
- Realizar informes y presentaciones de carácter técnico





#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

La asignatura de Experimentación en Ingeniería Química forma parte de la Materia de Operaciones en Ingeniería Química, por lo que en esta asignatura se lleva a cabo la parte experimental de los contenidos que han cursado previamente en las asignaturas de: Cálculo y Diseño de Reactores Químicos, Cálculo y Diseño de Operaciones de Separación, y Operaciones Unitarias Industriales.

Para ello el alumno trabaja y opera con instalaciones a nivel piloto y/o laboratorio en las que, a partir de los datos obtenidos experimentalmente, del tratamiento de los mismos, y del análisis crítico de los resultados, el alumno puede alcanzar los objetivos de aprendizaje.

En cada instalación se estudia una operación unitaria en la que se integran además aspectos de las diferentes materias directamente relacionadas con los contenidos de IQ. Así por ejemplo se analizan aspectos relativos a transmisión de calor y flujo de fluidos; y en alguna de las instalaciones, se realiza el control y simulación del proceso con el objetivo de proporcionar una visión integral de los procesos.

Los contenidos clasificados por bloques temáticos y operaciones unitarias son los siguientes:

##### Bloque 1: REACCIÓN

En este bloque se estudia una reacción química que se lleva a cabo en distintos tipos de reactores y en distintas condiciones de operación. Por una parte, se analiza la velocidad de la reacción a partir de los datos cinéticos obtenidos experimentalmente en un **reactor discontinuo de tanque agitado**, y su variación con la temperatura y la concentración de reactivos. Por otra parte, se estudia la operación en continuo de diferentes tipos de reactores: **reactor continuo de tanque agitado (CSTR) y reactor tubular**, determinando experimentalmente el efecto de variables como tiempo hidráulico de residencia, concentración de reactivo, temperatura de operación y grado de agitación. Se analiza además el modelo de flujo a aplicar en cada caso.

##### Bloque 2: OPERACIONES UNITARIAS CON TRANSFERENCIA DE MATERIA

En este bloque se estudian operaciones como: **Rectificación, Stripping, Secado de sólidos, Intercambio iónico y Transferencia de O<sub>2</sub> en agua**.

En la operación de **rectificación**, se determina experimentalmente el equilibrio L-V de una mezcla binaria, con la que posteriormente se opera en las columnas de rectificación. Se trabaja con columnas de platos y columnas de relleno. Se estudia el comportamiento de cada una de las columnas de rectificación y las eficacias obtenidas en cada caso.

En el caso del **stripping de una disolución acuosa**, se opera en una columna de relleno y se determina experimentalmente cómo afectan variables como la relación L/G, el pH y la temperatura en el rendimiento del proceso de desorción.

En el estudio del **secado de sólidos** se utiliza un secadero de bandejas y se estudian variables como temperatura, caudal de la corriente de aire y humedad inicial, en el secado de diferentes productos.

Para el estudio de la operación unitaria de **intercambio iónico** se opera con una resina ácida tanto en ascendente como en descendente con distintas velocidades ascensionales, y se estudia tanto el proceso de intercambio como la regeneración de la resina. Se determina experimentalmente el tiempo de ruptura, y el tiempo de saturación operando con distintas condiciones de flujo, así como la capacidad de la resina.

Dentro de este bloque se estudia además la **determinación del coeficiente global** de transferencia de oxígeno en agua mediante agitación mecánica o mediante inyección de aire con distintos tipos de difusores. Se estudia además el proceso de agitación de un tanque en función del tipo de agitador con y sin placas deflectoras.

### **Bloque 3: OPERACIONES UNITARIAS BASADAS EN LA TRANSFERENCIA DE CALOR**

En este bloque se analizan operaciones básicas de transmisión de calor.

**Cambidores de calor.** Se estudian las variables que afectan el proceso de intercambio de calor y se determinan los coeficientes globales de transmisión de calor en distintos tipos de intercambiadores en función de la velocidad de los fluidos y el sentido de flujo. Para ello el alumno opera en instalaciones piloto con cambiadores de calor de carcasa y tubos y con cambiadores de placas.

Se estudia el proceso de concentración de disoluciones por **evaporación**. Para ello el alumno opera una instalación piloto con evaporadores de doble efecto (tipo Robert) que dispone además de precalentadores y condensadores. Se opera en continuo y se determina la concentración final obtenida en función de las condiciones de operación. La instalación permite además realizar los balances de energía del proceso de concentración.

En el caso de la **bomba de calor**, se determina experimentalmente el coeficiente de operación de una bomba de calor en función del flujo de agua y de la superficie de intercambio de calor en el evaporador. Se determina experimentalmente el ciclo de compresión expansión en distintas condiciones de operación y su desviación de la idealidad.



## Bloque 4: OTRAS OPERACIONES DE SEPARACIÓN

En este bloque se estudia el proceso de filtración en torta. Para ello se opera con diferentes suspensiones de sólidos y distintos medios filtrantes. Experimentalmente el alumno determina el efecto de variables como concentración de la suspensión, presión de filtrado, superficie de filtración y medio filtrante.

### g Material docente

#### g.1 Bibliografía básica

Link permanente a Leganto: [https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC\\_UVA/lists/4856991620005774?auth=SAML](https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists/4856991620005774?auth=SAML)

- Izquierdo Torres, J.F., 2004, Cinética de las reacciones químicas, Edicions de la Universitat de Barcelona
- Levenspiel, O., 2012, Tracer Technology: Modeling the Flow of Fluids, Springer
- Coulson J.M., & Richardson J.F., 2019, Coulson and Richardson's Chemical Engineering: Vol. 2A. Particulate Systems and Particle Technology, Butterworth-Heinemann ed., Oxford, 6th Edition, Paperback ISBN: 9780081010983 eBook ISBN: 9780081012208 <https://www-sciencedirect-com.ponton.uva.es/book/9780081010983/coulson-and-richardsons-chemical-engineering>
- R. Sinnott, G. P. Towler, 2020, Chemical Engineering Design, in Coulson and Richardson's Chemical Engineering Series 6<sup>th</sup> Edition, Butterworth Heinemann (Elsevier), ISBN: 978-0-08-102599-4 <https://www-sciencedirect-com.ponton.uva.es/book/9780081025994/chemical-engineering-design>
- W.L. McCabe, J.L. Smith, P. Harriott, 2007, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, McGraw-Hill.
- Geankoplis, C.J., 2006, Procesos de transporte y principios de procesos de separación (incluye operaciones unitarias) Compañía Editorial Continental, 4<sup>a</sup> Ed.
- Wankat, P.C., 2012, Separation Process Engineering: includes Mass transfer analysis, Pearson Education International, 3<sup>rd</sup> Ed.
- Metcalf & Eddy et al., 2013, Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery, Fifth Edition, McGraw-Hill

#### g.2 Bibliografía complementaria

- Fogler, H. Scott, 2001, Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas, Pearson Educación, 3<sup>a</sup> Ed.
- Levenspiel, O., 2004, Ingeniería de las reacciones químicas, Limusa Wiley, 3<sup>a</sup> Edición
- R. P. Chhabra, V. Shankar, 2018, Coulson and Richardson's Chemical Engineering: Vol. 1A: Fluid Flow: fundamentals ana applications, Butterworth-Heinemann ed., Oxford, 7th Edition. ISBN : 0-12-809746-9 [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991008139158305774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991008139158305774)
- R. P. Chhabra, V. Shankar, 2018, Coulson and Richardson's Chemical Engineering: Vol. 1B: Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications, Butterworth-Heinemann ed., Oxford, 7th Edition. <https://www-sciencedirect-com.ponton.uva.es/book/9780081025505/coulson-and-richardsons-chemical-engineering>
- Seader, J.D., Henley, E.J., 1998, Separation Process Principles, John Wiley & Sons.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., Abbott M.M., 2007, Introducción a la termodinámica en Ingeniería Química, McGraw Hill [https://www-ingebook-com.ponton.uva.es/ib/NPcd/IB\\_Escritorio\\_Visualizar?cod\\_primaria=1000193&libro=4319](https://www-ingebook-com.ponton.uva.es/ib/NPcd/IB_Escritorio_Visualizar?cod_primaria=1000193&libro=4319)

### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

#### h. Recursos necesarios

Instalaciones, material de laboratorio y servicios auxiliares disponibles en el laboratorio de alumnos del Dpto. de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente

#### i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6	Semanas 1 a 13 del cuatrimestre

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

Las prácticas se realizan en parejas formadas por los profesores de la asignatura al comienzo del cuatrimestre y las sesiones presenciales se dividen en Seminarios transversales, Seminarios de preparación de cada práctica y trabajo experimental en el laboratorio.

**1.- Seminarios transversales:** Al comenzar la asignatura se realizarán seminarios con todos los alumnos. En ellos se trabajarán los siguientes temas:

- 1) Tratamiento de datos experimentales utilizando hojas de cálculo de Excel
- 2) Realización de informes técnicos
- 3) Búsqueda bibliográfica

**2.- Seminarios de preparación de las prácticas:** En estos seminarios los grupos preparan y planifican la experimentación que deben realizar para conseguir los objetivos de cada práctica de acuerdo con la programación de prácticas establecida para cada grupo. Identifican los equipos e instrumentación que forman parte de cada instalación y definen las variables a estudiar. Preparan el trabajo experimental que es necesario realizar en cada una de las instalaciones, prestando atención al estricto cumplimiento de las normas de seguridad generales del laboratorio y particulares de cada montaje experimental. Se discute el avance y dificultades surgidas en la preparación de cada una de las prácticas o cuestiones previamente planteadas a cada grupo de trabajo. Tanto alumnos como el profesor intercambian críticas y reflexiones. La asistencia a los seminarios y laboratorio, para el normal desarrollo de esta asignatura es obligatoria.



**3.- Trabajo experimental en el laboratorio:** Esta actividad se desarrolla en grupos de dos alumnos en las instalaciones piloto/laboratorio específicamente definidas para dicha asignatura situadas en el laboratorio del departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente. El objetivo es la realización experimental de las prácticas asignadas a cada grupo. Para ello arrancan la instalación en presencia del profesor y posteriormente proceden a la toma de datos experimentales y al estudio de las variables que deben analizar en cada práctica. Esta realización experimental permite a los alumnos la aplicación de los conocimientos ya adquiridos en las asignaturas previamente cursadas, y su aplicación a situaciones concretas para la adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia específica de Operaciones en Ingeniería Química.

Cada grupo de alumnos dedica cuatro sesiones, dos de seminario y dos de laboratorio a la realización de una práctica, un total de 10 horas por práctica. **Una primera sesión de seminario** para conocer la instalación, la instrumentación y las medidas de seguridad existentes. En este seminario una vez conocidos los objetivos de la práctica, preparan la metodología experimental y datos que puede tomar en la primera sesión de laboratorio. **En la segunda sesión (1<sup>er</sup> laboratorio)** operan con la instalación y toman los datos experimentales para el estudio de las variables definidas. **La tercera sesión (2<sup>o</sup> seminario)** la dedican al estudio y tratamiento de los datos experimentales tomados, y al análisis crítico de los resultados obtenidos; así como a definir las variables que se analizarán en la siguiente sesión de laboratorio. **En la 4<sup>a</sup> sesión (2<sup>o</sup> laboratorio)** completan la toma de datos experimentales para estudiar la influencia de las restantes variables, o repiten la toma de datos experimentales, si se ha observado algún tipo de error en la operación anterior.

Al finalizar el primer seminario de cada práctica cada grupo de trabajo entregará un breve informe de preparación junto con una tabla en la que se indicarán las variables y datos a tomar en el laboratorio. Además, cada grupo de trabajo entregará un informe completo de cada una de las prácticas realizadas una semana después de terminar cada práctica asignada.

## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Laboratorios	36	Estudio y trabajo autónomo individual	10
Seminarios	24	Estudio y trabajo autónomo grupal	80
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>
<b>TOTAL presencial + no presencial</b>			<b>150</b>

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación continua basada en los seminarios y laboratorios	35%	
Informes de prácticas	30%	
Prueba escrita	35%	

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - Trabajo realizado en el laboratorio y en los seminarios (se valora la preparación, el desarrollo de las prácticas y la iniciativa en la toma y discusión de los datos)
  - Calidad de los informes y análisis crítico de los resultados (se valora presentación, fundamento, resultados experimentales y discusión de resultados)
  - Conocimientos adquiridos y claridad en las respuestas de la prueba escrita
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - La única prueba que se efectúa en la convocatoria extraordinaria es la prueba escrita, ponderándose con el resto de notas de la convocatoria ordinaria (Informes y laboratorio) con el mismo peso de cada parte que en la convocatoria ordinaria.

## 8. Consideraciones finales