

## PROGRAMA DE CURSO

### LABORATORIO DE INGENIERÍA DE PROCESOS

#### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Química Biotecnología y Materiales					
Nombre del curso	Laboratorio de ingeniería de procesos	Código	IQ5811	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Process Engineering Laboratory</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	IQ3214: Química inorgánica, IQ3215: Ciencia de los materiales, IQ4313: Operaciones de transferencia de calor, IQ4315: Operaciones de transferencia de masa y separación, IQ4316: Operaciones mecánicas					

#### B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes adquieran experiencia en el manejo de instalaciones reales, a escala de laboratorio de equipos de procesos.

Para ello planifican, preparan y realizan experiencias de laboratorio, trabajando en equipos, obtienen datos y resultados; analizan y discuten resultados experimentales, basado en sus conocimientos previos, para obtener conclusiones, contrastando la teoría con la práctica. Además, los y las estudiantes comunican su aprendizaje de forma profesional mediante documentos escritos y presentaciones orales.

Se desarrolla dos modalidades de trabajo: la primera consiste en experiencias de fluidodinámica, transferencia de calor y transferencia de masa (unidades 1, 2 y 3). La segunda consiste en un montaje experimental a nivel de laboratorio de un proceso innovativo (unidad 4), que incluye además la etapa de diseño del equipo.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE2: Modelar y simular procesos industriales, aplicando herramientas de las ciencias, a fin de analizar la prefactibilidad técnica de los procesos.

CE5: Planificar y gestionar la operación y producción de procesos industriales en distintas escalas de tiempo, considerando aspectos técnicos, restricciones operacionales tales como disponibilidad de materias primas, recursos humanos, horizontes de producción, energía, entre otros.

CE7: Identificar oportunidades para el mejoramiento de procesos industriales a través del uso de conocimiento técnico y científico, considerando la sustentabilidad del proceso e integrando aspectos de innovación, tecnológicos, económicos, normativos, sociales y ambientales.

CE8: Concebir soluciones a problemáticas industriales mediante el diseño y supervisión de estudios experimentales y prototipos escala piloto de alternativas tecnológicas tradicionales o novedosas.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG6: Innovación

Concebir ideas viables y novedosas que generen valor para resolver necesidades latentes, materializadas en productos, servicios o en mejoras a procesos dentro de un sistema u organización, considerando el contexto sociocultural y económico y los beneficios para el usuario.

### C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE5, CE8	RA1: Usa equipos de operaciones unitarias, a nivel de laboratorio de ingeniería y a escala piloto, para analizar fenómenos de fluidodinámica, transferencia de masa y calor, considerando condiciones de seguridad, manejo de reacciones químicas, uso de materiales.
CE2, CE8	RA2: Mide datos experimentales en equipos de operaciones unitarias, calculando parámetros de ingeniería de procesos, a fin de determinar las condiciones más favorables para un proceso unitario (temperatura, flujo, calor, humedad, caudal, etc.).

CE5, CE7	RA3: Interpreta resultados experimentales de mecánica de fluidos, transferencia de calor y de masa, considerando los efectos de variación en las condiciones de operación de procesos, a fin de maximizar su eficiencia calculada según los parámetros de cada proceso.
CE8, CG6	RA4: Diseña y construye un equipo a nivel prototipo para ejecutar ensayos, analizar resultados y extraer conclusiones, a fin de verificar la validez de la hipótesis de un experimento que se realiza sobre la base de una indagación en temas de fluidodinámica, transferencia de masa y calor.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Redacta informes de laboratorio sobre fenómenos de fluidodinámica, transferencia de masa y calor y diseño y construcción de un prototipo simple; los textos incluyen un sumario, índice, explicación del experimento y procedimientos, discusión de los resultados y conclusiones, así como del prototipo, sintetizando los resultados obtenidos.
CG4	RA6: Trabaja con su equipo en actividades de laboratorio y en el diseño y construcción de un montaje experimental o prototipo, organizándose y planificando tareas y acciones tendientes a cumplir de forma mancomunada y consensuada con los entregables

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA3, RA5, RA6	Fluidodinámica	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Esgurrimiento de fluidos. 1.2. Transporte de fluidos, con uso de motobombas. 1.3. Velocidad del aire en torno a un sólido (capa límite). 1.4. Lecho fluidizado.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>Opera equipos de mecánica de fluidos, ajustándose a condiciones de seguridad mínimas.</li> <li>Aplica conceptos de fluidodinámica a experimentos de transporte de fluidos en tuberías y canales y abiertos.</li> <li>Mide datos de caudal, velocidad, presión para determinar las condiciones más favorables para un proceso de transporte de fluidos.</li> <li>Calcula pérdida de carga, eficiencia de bomba, tiempo de descarga en experimentos de mecánica de fluidos.</li> <li>Interpreta resultados de experimentos asociados a fluidodinámica, considerando la discusión de estos y derivando conclusiones.</li> </ol>	

	<p>6. Reporta en un informe de laboratorio los resultados y conclusiones de un experimento de fluidodinámica.</p> <p>7. Define una propuesta de indagación sobre fluidodinámica, transferencia de masa y calor, a partir de un proceso de ideación que permita el diseño de un prototipo o montaje experimental con el cual verificar una hipótesis.</p>
Bibliografía de la unidad	[1], [2] [5], [6] y [11].

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6	Transferencia de calor	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Intercambiadores de calor.</p> <p>2.2. Transmisión de calor por convección y conducción.</p> <p>2.3. Intercambio de calor en reactores.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconoce equipos de transferencia de calor (intercambiadores de calor), a nivel de laboratorio.</li> <li>2. Opera equipos de transferencia de calor, considerando condiciones de seguridad en cuanto a temperatura y presión.</li> <li>3. Aplica conceptos de balances de energía, a intercambiadores de calor.</li> <li>4. Mide experimentalmente datos asociados a temperatura, caudal, velocidad de transferencia de calor, para determinar coeficientes de transferencia de calor.</li> <li>5. Calcula eficiencia en el intercambio de energía en equipos de transferencia de calor, en los cuales podría estar desarrollándose una reacción química.</li> <li>6. Discute, con sus pares, sobre el análisis de los resultados en las experiencias de laboratorio, interpretando y concluyendo, de manera consensuada, hipótesis sobre la transferencia de calor.</li> <li>7. Sintetiza, en informes de laboratorio, los resultados del análisis, contrastando lo experimental versus lo conceptual asociado a la transferencia de calor.</li> <li>8. Ejecuta acciones tendientes al diseño de un prototipo a nivel escala piloto, considerando plazos, costos y calidad del prototipo.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[3], [5], [7], [8] y [11].	



Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6	Transferencia de masa	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Absorción de oxígeno en reactor agitado. 3.2. Absorción gas – líquido en columna. 3.3. Columna de humidificación/enfriamiento. 3.4. Destilación. 3.5. Columna de evaporación. 3.6. Hidrociclón. 3.7. Reactor químico		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprende físicamente cómo son los equipos escala piloto que se usan en operaciones de transferencia de masa.</li> <li>2. Opera equipos de transferencia de masa, considerando aspectos de seguridad de las personas y del cuidado del equipo.</li> <li>3. Mide datos relacionados con temperatura, flujo, concentración para analizar la operación de equipos de transferencia de masa.</li> <li>4. Aplica conceptos de balances de masa, a experimentos de transferencia de masa entre fases.</li> <li>5. Determina las condiciones más favorables para un proceso unitario.</li> <li>6. Opera y controla un proceso de reacción química en un reactor químico, para medir tiempo de residencia, velocidad de reacción, efecto de la temperatura.</li> <li>7. Calcula coeficientes de transferencias de masa, considerando condiciones de operación para flujo, temperatura y calor.</li> <li>8. Contrasta la teoría respecto de la transferencia de masa, con resultados experimentales obtenidos.</li> <li>9. Reporta en un informe de laboratorios los resultados y conclusiones de un experimento de transferencia de masa.</li> <li>10. Valida, con su equipo, el prototipo creado, sometiendo a prueba la propuesta novedosa y haciendo ajustes al diseño y construcción, a partir de la retroalimentación del equipo docente.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[4], [5], [8], [9] y [11]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA4, RA5	Montaje experimental a nivel de laboratorio de un proceso	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Diseño y planificación de un proyecto de ingeniería de procesos. 4.2. Ejecución de la marcha experimental: ensayo, uso de equipos, toma de datos, verificación de hipótesis. 4.3. Análisis de resultados y conclusiones.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plantea una hipótesis sobre un problema de proceso de transferencia de momento, masa y calor.</li> <li>2. Diseña y construye un equipo a nivel de prototipo para verificar una hipótesis sobre un experimento de fluidodinámica, de transferencia de masa y calor.</li> <li>3. Toma datos experimentales, operando el equipo a nivel prototipo construido.</li> <li>4. Mide mediante la operación de un equipo para realizar una toma de datos experimental.</li> <li>5. Explica, con su equipo, de manera sintética y precisa, por una parte, los resultados del diseño y construcción del prototipo o montaje experimental, la hipótesis a validar, la discusión y resultados, y, por otra parte, las etapas del proceso y determinación de las ventajas de la propuesta.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[9], [10] y otros dependiendo del tema escogido.	

#### E. Estrategias de enseñanza:

El curso considera diversas metodologías entre las que se pueden mencionar:

- **Experiencias de laboratorio:** los conceptos y fundamento de ingeniería química se aplicarán a experimentos de laboratorio, con el apoyo del cuerpo académico en la realización de actividades en equipo y en el manejo de los conceptos requeridos.
- **Resolución de problemas:** implica una situación de transferencia y adquisición de conocimientos, conceptos, habilidades, que se aplican a problemas abordados en las experiencias de laboratorio, indagaciones sobre un tema en fluidodinámica, de transferencia de masa y calor y en el desarrollo y creación de un montaje experimental a nivel escala piloto.

## F. Estrategias de evaluación:

Al inicio de cada semestre el académico o académica informará al estudiantado sobre los tipos de evaluación, cantidad, así como las ponderaciones correspondientes.

El curso considera diversas instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
Unidades 1 a 3: Test de entrada Experiencias de laboratorio Informe Evaluación de participación individual	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA5, RA6.
Unidad 4: Diseño de equipo Diseño de experimento Marcha experimental Informe Presentación oral	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6.

## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria:

- [1] Streeter, V. (1990) Mecánica de Fluidos. Ed. McGraw-Hill, México.
- [2] Bird, R. B., Stewart, W. E., Lightfoot, E. N. (2006) Fenómenos de Transporte. Ed. Reverté, México.
- [3] Kern, D. Q. (1999) Procesos de Transferencia de Calor. McGraw-Hill, México
- [4] Treybal, R. E. (1980) Operaciones de Transferencia de Masa. McGraw-Hill, México.
- [5] McCabe, W. L, Smith, J. C., Harriot, P. (2007) Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. McGraw-Hill, México.

### Bibliografía complementaria:

- [6] Muñoz, R. (1979) Fluidodinámica: Apuntes de clases. Universidad de Chile.
- [7] Geankoplis, C. J. (2006) Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación. Ed. Continental, México.
- [8] Foust A. S., Wenzel, L. A., Clump, C. W. (1997) Principios de Operaciones Unitarias. Ed. Continental, México.
- [9] Badger, W. L, Banchero, J. T. (2017) Introduction to Chemical Engineering. McGraw-Hill, Ney York.
- [10] Green, D. W, Perry, R. H. (2008) Perry's chemical engineers' handbook. McGraw-Hill, Ney York.
- [11] Apuntes entregados durante el curso.

## H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:



Vigencia desde:	Otoño, 2023
Elaborado por:	Teresa Velilla, Jorge Castillo
Validado por:	Revisión académicos par: Raúl Quijada, Luis Améstica CTD de Química Biotecnología y Materiales
Revisado por:	Área de Gestión Curricular