

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"> Opera equipos de mecánica de fluidos, ajustándose a condiciones de seguridad mínimas. Aplica conceptos de fluidodinámica a experimentos de transporte de fluidos en tuberías y canales y abiertos. Mide datos de caudal, velocidad, presión para determinar las condiciones más favorables para un proceso de transporte de fluidos. Calcula pérdida de carga, eficiencia de bomba, tiempo de descarga en experimentos de mecánica de fluidos. Interpreta resultados de experimentos asociados a fluidodinámica, considerando la discusión de estos y derivando conclusiones. 	

	<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"> 1. Reconoce equipos de transferencia de calor (intercambiadores de calor), a nivel de laboratorio. 2. Opera equipos de transferencia de calor, considerando condiciones de seguridad en cuanto a temperatura y presión. 3. Aplica conceptos de balances de energía, a intercambiadores de calor. 4. Mide experimentalmente datos asociados a temperatura, caudal, velocidad de transferencia de calor, para determinar coeficientes de transferencia de calor. 5. Calcula eficiencia en el intercambio de energía en equipos de transferencia de calor, en los cuales podría estar desarrollándose una reacción química. 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. 7. Sintetiza, en informes de laboratorio, los resultados del análisis, contrastando lo experimental versus lo conceptual asociado a la transferencia de calor. 8. Ejecuta acciones tendientes al diseño de un prototipo a nivel escala piloto, considerando plazos, costos y calidad del prototipo. 	
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"> 1. Comprende físicamente cómo son los equipos escala piloto que se usan en operaciones de transferencia de masa. 2. Opera equipos de transferencia de masa, considerando aspectos de seguridad de las personas y del cuidado del equipo. 3. Mide datos relacionados con temperatura, flujo, concentración para analizar la operación de equipos de transferencia de masa. 4. Aplica conceptos de balances de masa, a experimentos de transferencia de masa entre fases. 5. Determina las condiciones más favorables para un proceso unitario. 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. 7. Calcula coeficientes de transferencias de masa, considerando condiciones de operación para flujo, temperatura y calor. 8. Contrasta la teoría respecto de la transferencia de masa, con resultados experimentales obtenidos. 9. Reporta en un informe de laboratorios los resultados y conclusiones de un experimento de transferencia de masa. 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. 	
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"> 1. Plantea una hipótesis sobre un problema de proceso de transferencia de momento, masa y calor. 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. 3. Toma datos experimentales, operando el equipo a nivel prototipo construido. 4. Mide mediante la operación de un equipo para realizar una toma de datos experimental. 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. 	
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, Banchemo, 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