

## PROGRAMA DE CURSO ANÁLISIS DE PROCESOS

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Química Biotecnología y Materiales					
Nombre del curso	Análisis de procesos	Código	IQ3311	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Process Analysis</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	MA2601: Ecuaciones diferenciales ordinarias,		FI2004: Termodinámica/IQ2212: Termodinámica química			

### B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que el estudiantado plantee y resuelva problemas de balances de masa y energía en procesos químicos y biotecnológicos, considerando operaciones unitarias, sistemas con y sin reacción química, en una o varias fases en equilibrio, transferencia de materia, de movimiento y de calor.

Asimismo, se analizan y simulan procesos industriales, considerando aspectos técnicos (condiciones de operación y características de la materia prima), económicos (análisis de costo beneficio) e impacto en el medio ambiente natural, social y cultural y se proponen modificaciones para su mejora, considerando factores técnicos, económicos y de economía circular.

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

CE1: Concebir, dimensionar y diseñar conceptualmente procesos industriales, considerando prefactibilidad técnico-económica y aspectos sociales, normativos y de desarrollo sustentable.

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

CE4: Gestionar proyectos, liderando, coordinando y conformando equipos de trabajo interdisciplinarios, para proyectos en las áreas de minería, industria química, industria de la celulosa y el papel, tratamiento de residuos industriales, alimentos, servicios, entre otras.

CE6: Optimizar y adaptar la operación de procesos industriales frente a nuevos escenarios productivos, considerando modificación de materias primas, normativas, y aspectos de sustentabilidad de procesos.

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.

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.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

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.

### C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE6, CE7	RA1: Analiza la importancia de la ingeniería de procesos y aplicaciones, considerando su origen, evolución y aporte al desarrollo tecnológico así como el rol del ingeniero en el área de procesos dentro de la industria química y/o biotecnológica.
CE1, CE2	RA2: Elabora e interpreta diagramas de procesos para representar operaciones unitarias de mezclado, evaporación, destilación, entre otras, considerando variables y restricciones.
CE2	RA3: Plantea y resuelve problemas de balances de masa y energía en operaciones unitarias y procesos químicos y biotecnológicos, considerando sistemas con y sin reacción química, en una o varias fases en equilibrio, transferencia de calor, de movimiento y materia.

CE2, CE4	RA4: Analiza y simula un proceso industrial, considerando aspectos técnicos (condiciones de operación y características de la materia prima), económicos (análisis de costo beneficioso) e impacto en el medio ambiente natural, social y cultural.
CE6, CE7	RA5: Propone, a nivel básico, modificaciones a procesos industriales químicos y/o biotecnológicos con su respectiva mejora, considerando factores técnicos, económicos y medioambientales (criterios de economía circular).
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA6: Reporta, en forma oral y/o escrita, el análisis y simulación de un proceso industrial considerando en su presentación capacidad de síntesis y claridad, considerando aspectos técnicos, económicos e impacto en el medio ambiente natural, social y cultural.
CG3	RA7: Analiza alcances y dilemas éticos dentro de un proceso industrial, considerando aspectos técnicos, económicos e impacto sobre el medio natural, social y cultural como parte de la propuesta de soluciones.
CG4	RA8: Ejecuta, con su equipo, diversas acciones para cumplir con las labores encomendadas, considerando el plantear objetivos comunes, el determinar roles, el revisar el estado de avance y entrega final del o los productos solicitados.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Introducción a la ingeniería de procesos	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Conceptos asociados a la ingeniería de procesos: Ingeniería química - Ingeniería de procesos. Industrias y productos. Conceptos básicos de economía circular. Ética profesional. Código de ética AICHE.		El/la estudiante:	
1.2. Los procesos y su representación. Diagramas de flujo.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica conceptos, teoría y herramientas asociados a la Ingeniería de procesos considerando el desarrollo actual de esta disciplina, sus perspectivas futuras y el rol de un ingeniero de procesos.</li> <li>2. Describe los procesos, considerando las distintas operaciones unitarias que los componen.</li> <li>3. Identifica las variables y restricciones asociadas a un proceso, a partir de ejemplos.</li> <li>4. Analiza ejemplos de la ingeniería de procesos considerando aspectos de ética profesional y economía circular en el análisis y toma de decisiones.</li> </ol>	

1.3. El análisis de procesos. Cálculos y unidades. Variables, parámetros y restricciones.	
Bibliografía de la unidad	[1] Felder, cap 1 – 3. [2] Murphy, cap 2. [3] Himmelblau, cap 1.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3, RA5, RA7, RA8	Balances de masa en estado estacionario	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Ley de conservación de masa. Variables de proceso. Restricciones. 2.2. Análisis de grados de libertad. Balance de masa en procesos sin reacción química. 2.3. Balances de masa en procesos con reacción química. 2.4. Reciclo, bypass, purga. 2.5. Balances de masa en sistemas de varias fases. 2.6. Balances de masa en procesos integrados (plantas). Resolución de sistemas de ecuaciones. 2.7. Operaciones unitarias.		El/la estudiante: 1. Elabora e interpreta diagramas de procesos, identificando qué información (variables y restricciones) es relevante para el análisis de un proceso. 2. Identifica y analiza la secuencia de operaciones unitarias involucradas en un proceso. 3. Analiza un problema asociado a la toma de decisiones técnicas sobre un proceso, considerando balances de masa, normativa ambiental, entre otros, a través del análisis de ejemplos. 4. Plantea y resuelve problemas de balance de masa con y sin reacción química en procesos en estado estacionario, usando fundamentos del análisis y diseño de procesos.	
Bibliografía de la unidad		[1] Felder, cap 4 – 6. [2] Murphy, cap 3,4. [3] Himmelblau, cap 3, 4.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA5, RA7	Balances de energía en estado estacionario	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Las formas de energía y su transformación. 3.2. Entalpía. Calor sensible, calor latente, entalpía de reacción. 3.3. Expresión general del balance de energía. 3.4. Balances de energía en sistemas con y sin reacción.		El/la estudiante: 1. Aplica los fundamentos del análisis y diseño de procesos mediante el cálculo de balances de energía. 2. Plantea y resuelve problemas de balance de energía para procesos en estado estacionario. 3. Analiza un problema ético asociado a la toma de decisiones técnicas sobre un proceso, considerando el uso de balances de energía, la normativa ambiental, así como aspectos de carácter social político y económico.	
Bibliografía de la unidad		[1] Felder, cap 7 – 9. [2] Murphy, cap 6. [3] Himmelblau, cap. 5,6.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA3, RA4	Balances de masa y energía en estado no estacionario	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Cálculos de propiedades termodinámicas, variaciones de entalpía. 4.2. La ecuación general de balance. 4.3. Sistemas con reacción química. 4.4. Sistemas simultáneos de energía y masa. 4.5. Balances de masa y energía en sistemas con mezclado, cambio de temperatura y fase.		El/la estudiante: 1. Plantea balances de masa y/o energía no estacionarios, usando los fundamentos del análisis y diseño de procesos. 2. Resuelve problemas de balance de masa, energía y balances acoplados en sistemas no estacionarios.	
Bibliografía de la unidad		[1] Felder, cap. 11 [3] Himmelblau, cap. 7	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7, RA8	Análisis y simulación de procesos	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Análisis de un proceso real. Identificación de variables y restricciones. Planteamiento y resolución de balances de masa y/o energía para un proceso real.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indaga sobre un proceso químico o biotecnológico real, a partir de la revisión de literatura en ingeniería química y/o biotecnología, basando los resultados de la investigación en el uso de fuentes confiables de información.</li> <li>2. Identifica con su equipo de trabajo las operaciones unitarias del proceso seleccionado, elabora diagramas de flujo y calcula los grados de libertad del mismo.</li> <li>3. Simula el proceso seleccionado planteando, resolviendo los balances de masa y/o energía, considerando operaciones unitarias, variables y restricciones.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1] Felder, cap 12 – 14.	

### E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas.
- Charlas y/o visitas industriales.
- Desarrollo de un proyecto grupal.

## F. Estrategias de evaluación:

Al principio del semestre, el cuerpo académico informará sobre el tipo de evaluaciones, cantidad y ponderaciones correspondientes.

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	RA que evalúa
● Controles parciales.	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA5
● Tareas y avances de proyecto.	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7, RA8
● Examen.	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA5

## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria:

- (1) [1] Felder, R.M, Rousseau, R.W., Bullard, L.G. (2018). *Elementary Principles of Chemical Processes*, Wiley, 4th edition.
- (2) [2] Murphy, R.M. (2007). *Introducción a los procesos químicos: principios, análisis y síntesis*. McGraw Hill, 1ra edición.
- (3) [3] Himmelblau D.M. (2004). *Basic principles and calculations in chemical engineering*, Prentice-Hall International, 7th ed.

### Bibliografía complementaria:

- [4] Green, D. and Southard, M.Z. (2018) *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, Mc Graw Hill Int. ed., Chemical Engineering Series. 9<sup>th</sup> edition.
- [5] Doran, P.M. (2012) *Bioprocess Engineering Principles* Academic Press, 2th ed.

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

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Ziomara P. Gerdtzen
Validado por:	Validador académico par: María Elena Lienqueo, Irene Martínez CTD de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales (IQBM)
Revisado por:	Área de Gestión Curricular