



Programa Analítico

DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Datos Generales

Nombre de la Actividad Curricular: DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Código: 15_QQU

Carrera: Ingeniería Química

Bloque de Conocimientos al que pertenece: Tecnologías Aplicadas

Año académico: 2025

Equipo docente

Nombre:	Cargo:	Dedicación:
Mele, Fernando Daniel	Profesor Asociado	Exclusiva
Únzaga, Teresa del Valle	Profesor Adjunto	Simple
Machin Ferrero, Lucas M.	Jefe de Trabajos Prácticos	Simple
Nishihara Hun, Andrea L.	Jefe de Trabajos Prácticos	Simple

Fundamentación

Integrar conocimientos de la formación general para plantear, desarrollar y seleccionar alternativas de procesos químicos industriales. Adquirir destreza en la formulación y resolución de problemas de optimización.

Resultados de Aprendizaje

Al finalizar exitosamente el cursado de la actividad curricular el estudiante será capaz de:

- R.A. 1:** Aplicar correctamente los balances de materia y energía, operaciones de separación, ingeniería de las reacciones químicas, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
- R.A. 2:** Aplicar correctamente el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.
- R.A. 3:** Desarrollar proyectos en el ámbito de la ingeniería química basado en el trabajo en equipo.
- R.A. 4:** Aplicar los criterios de integración de procesos y flujos de energía con consciencia medioambiental y de sostenibilidad.
- R.A. 5:** Resolver problemas de optimización, escribiendo el correspondiente modelo matemático que incluya una función objetivo, una o más variables de diseño, las variables accesorias que sean necesarias y diferentes restricciones de igualdad o desigualdad. El modelo ha de ser



matemáticamente consistente, razonablemente escalado y resoluble en la práctica con los medios disponibles.

R.A. 6: Simular el comportamiento de procesos en régimen utilizando simuladores computacionales.

Contenidos

Contenidos mínimos de la Actividad Curricular:

Procedimientos de síntesis de procesos. Descomposición de procesos en subconjuntos de problemas más simples. Orden de precedencia en el diseño (selección y determinación de materias primas, caminos de reacción, de corrientes de entrada y salida, reciclos y purgas del proceso). Selección de unidades de proceso. Uso de reglas heurísticas para definir la estructura y el valor de las variables de diseño. Síntesis de subsistemas: unidades de separación y redes de intercambio calórico. Identificación de las variables de diseño importantes y de interacciones entre unidades de proceso. Optimización de procesos: formulación y resolución.

Programa Extendido

Unidad 1: SÍNTESIS, ANÁLISIS Y DISEÑO DE PROCESOS. El aspecto creativo del diseño de procesos. Procedimientos de síntesis de procesos: Descomposición del proceso en un subconjunto de problemas más simples. Orden de precedencia en el desarrollo del proceso (selección y determinación de las materias primas, caminos de reacción, de corrientes de entrada y salida, reciclos, purgas del proceso). Identificación de las variables de diseño importantes y de interacciones entre unidades del proceso. Uso de reglas heurísticas para definir la estructura del proceso y los valores de las variables de diseño. Estudio de casos.

Unidad 2: DESARROLLO DE CASOS DE ESTUDIO. Información y datos para el diseño: Propiedades termodinámicas de gases y líquidos. Deducción de reglas generales para la especificación de variables de diseño de unidades de proceso (intercambiadores de calor, separadores flash, condensadores parciales, destilación, absorción). Métodos de diseño rápidos para columnas de separación de mezclas multicomponentes (destilación y absorción). Estrategias secuencial-modular y orientada a ecuaciones en simuladores de procesos: ventajas y desventajas. Aplicaciones a problemas industriales usando un simulador comercial.

Unidad 3: SÍNTESIS DEL SISTEMA DE SEPARACIÓN Y DE REDES DE INTERCAMBIO DE CALOR. Estructura general del sistema de separación. Sistema de separación de vapor: Selección del método de separación (condensación, absorción y adsorción). Sistema de separación de líquidos: Selección del método de separación (destilación, destilación extractiva, destilación azeotrópica, destilación reactiva, extracción, cristalización, adsorción, reacción). Determinación de la secuencia de columnas de destilación mediante el uso de reglas heurísticas. Redes de intercambio de calor: objetivos a plantear en problemas de integración energética. Concepto de "punto de corte", significado y utilidad. Diseño de redes según los objetivos de máxima recuperación energética, mínimo número de unidades. Compromiso entre ahorro energético e inversión. Uso de servicios auxiliares múltiples.



Unidad 4: OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS. Organización del problema de optimización. Formas de representación. Grados de libertad y restricciones del sistema. La función objetivo. Criterios de selección. Procedimiento general para optimizar. Optimización de funciones de una variable sin restricciones. Métodos analíticos. Condiciones para la existencia de extremos. Unimodalidad. Métodos numéricos. Optimización de funciones multivariable sin restricciones. Condiciones para la existencia de extremos. Métodos de búsqueda directa y basados en derivadas. Optimización con restricciones. Programación lineal. Programación no lineal. Multiplicadores de Lagrange. Multiplicadores de Kuhn-Tucker. Métodos de resolución. Optimización con variables binarias y continuas. Propositiones lógicas. Algebra de Boole. El problema MILP. Método Branch & Bound. El problema MINLP. Programación disyuntiva. Introducción al entorno de programación GAMS.

Bibliografía

- Edgar, T. F., Himmelblau, D. M., Lasdon, L. S. (1998). OPTIMIZATION OF CHEMICAL PROCESSES, 2ª ed., McGraw-Hill, EE. UU.
- Seider, W. D., Seader, J. D., Lewin, D. R. (2009). PRODUCT AND PROCESS DESIGN PRINCIPLES SYNTHESIS, ANALYSIS, AND EVALUATION, 3a ed., Wiley.
- Smith, R. CHEMICAL PROCESS DESIGN, (1995), McGraw-Hill, New York, EE. UU.

Carga horaria

Carga horaria total de la Actividad Curricular: **128**

Carga horaria de Tecnologías Aplicadas: **128**

Duración del dictado en semanas para aprobación directa: **16**

Duración del dictado en semanas de recuperación: **4**

Carga horaria total destinada a las actividades de formación práctica supervisada (Aula, taller, laboratorios, campo, etc): **80**

Metodología aplicada

Plan de actividades:

- **Clases teórico-prácticas.** El curso se organiza con dos clases mayormente teórico-prácticas por semana. En la primera parte de la materia, con la guía de los docentes, los estudiantes resuelven situaciones de síntesis de procesos con el soporte de un simulador de procesos. En la segunda parte, a partir de una introducción teórica a cada tema, se resuelven problemas de optimización.
- **Prácticos de problemas.** En la primera parte de la materia, la parte netamente práctica de las clases está diseñada para que los estudiantes adquieran un manejo de los métodos heurísticos, algorítmicos y de simulación aplicados a casos particulares. En la segunda parte, los problemas se resuelven con software de optimización. No hay una división estricta teoría y práctica.



Distribución de actividades:

- Clases teórico-prácticas. Obligatoria
- Clases de problemas. Obligatoria
- Clases de consulta semanales. Actividad opcional

Mecanismos de seguimiento de los aprendizajes:

- Se prevén dos evaluaciones de manejo de software: para simulación y para optimización.
- Hay dos instancias de evaluación del contenido teórico-prácticos: para diseño y para optimización.
- Una evaluación final integradora oral.

Recursos empleados

Espacios:

- Aula del Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial disponible con proyector multimedia y acceso a red informática (4-1-23).

Medios tecnológicos:

- **Aula Virtual** para información general y material de estudio de los alumnos
<https://facetvirtual.facet.unt.edu.ar/course/view.php?id=73>
- **Software** (con licencia académica): UniSim Design®, Hyprotech. USA y GAMS®, GAMS Corporation, USA.

Evaluación

Método/s empleados:

Evaluación individual escrita.

Evaluación individual en PC.

Evaluación individual integradora oral.

Condiciones para la aprobación de la Actividad Curricular:

Para aprobar la materia los alumnos deben:

1. Asistir al menos al 80 % de las clases.
2. Aprobar dos evaluaciones escritas, una de diseño de proceso y una de optimización de procesos.
3. Aprobar dos evaluaciones de uso de software, una de simulación y otra de optimización.
4. Aprobar un examen final integrador oral.

En el período de recuperación, para aprobar la materia los alumnos deben:

1. Aprobar las instancias de recuperación de las dos evaluaciones escritas (de diseño de procesos y de optimización de procesos) y de las dos evaluaciones de uso de software (de simulación y de optimización), según corresponda en cada caso.
2. Aprobar un examen final integrador oral



Correlativas académicas

- Operaciones Unitarias II
- Análisis y Diseño de Reactores I



Ejes y enunciados multidimensionales y transversales

Esta Actividad Curricular aporta a los siguientes ejes y enunciados multidimensionales y transversales de la carrera en el nivel que se indica:

Ejes y enunciados multidimensionales y transversales específicos	Nivel
1. Identificación, formulación y resolución de problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas. Estrategias de abordaje, diseños experimentales, definición de modelos y métodos para establecer relaciones y síntesis.	Alto
2. Diseño, cálculo y proyecto de productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas. Estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para la valorización y optimización.	Alto
3. Planificación y supervisión de la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios donde se llevan a cabo la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas. Utilización de recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos; desarrollo de criterios de selección de materiales, equipos, accesorios y sistemas de medición y aplicación de normas y reglamentaciones.	No aporta
4. Verificación del funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas.	Alto
5. Proyecto y dirección de la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios referido a la higiene y seguridad en el trabajo y al control y minimización del impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional.	No aporta



Ejes y enunciados multidimensionales y transversales	Nivel
1. Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería	Alto
2. Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería	Alto
3. Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería	No aporta
4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería	Alto
5. Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas	Medio
6. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo	No aporta
7. Fundamentos para una comunicación efectiva	Medio
8. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable	No aporta
9. Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local	No aporta
10. Fundamentos para el aprendizaje continuo	No aporta
11. Fundamentos para el desarrollo de una actitud profesional emprendedora	No aporta

Investigación

Proyectos de investigación relacionados a la asignatura en la que participen los docentes

Estrategias de ingeniería de sistemas de procesos para el diseño y operación de biorrefinerías sustentables y sus cadenas de suministros. (PIUNT E733)

Desarrollo experimental de procesos químicos: síntesis, caracterización y producción en diferentes escalas de compuestos químicos de interés industrial y farmacológico (E739)

Uso sustentable de agua y energía en industrias de procesos. (PIUNT E723)

Proyectos de investigación relacionados a la asignatura en la que participen los estudiantes

Estrategias de ingeniería de sistemas de procesos para el diseño y operación de biorrefinerías sustentables y sus cadenas de suministros. (PIUNT E733)

Desarrollo experimental de procesos químicos: síntesis, caracterización y producción en diferentes escalas de compuestos químicos de interés industrial y farmacológico (E739)