

INTEGRACIÓN IV*Plan anual de actividades académicas - Ciclo lectivo 2022***1. DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR****Datos administrativos**

Departamento: Ingeniería Química

Carrera: Ingeniería Química

Duración: 5 años

Asignatura: Integración IV

Nivel de la carrera: IV

Bloque curricular: Tecnologías aplicadas

Área: Integración

Carácter: Obligatoria

Régimen de dictado: Anual

Carga horaria semanal: 3 (hs. cátedra)

Carga horaria total: 96 (hs. cátedra)

Correlatividades**Asignaturas correlativas previas**

Para cursar "Integración IV" debe tener cursada:

Obligatorias: Integración III/ Mecánica Eléctrica Industrial/ Fenómenos de Transporte

Para cursar "Integración IV" debe tener aprobada:

Obligatorias: Análisis Matemático II/ Sistemas de Representación/ Integración II/ Química Inorgánica/ Física II/ Inglés I

Para rendir "Integración IV" debe tener aprobada:

Obligatorias: Integración III/ Mecánica Eléctrica Industrial/ Fenómenos de Transporte

Asignaturas correlativas posteriores

Debe tener cursada "Integración IV" para cursar:

Obligatorias: Proyecto Final (Integración V)

Electivas: Procesos industriales I/ Análisis de riesgo, higiene y seguridad de procesos e instalaciones industriales/ Informática aplicada a la ingeniería de procesos/ Procesos industriales II

Debe tener aprobada "Integración IV" para cursar:

No corresponde

Debe tener aprobada "Integración IV" para rendir:

Obligatorias: Proyecto Final (Integración V)

Electivas: Procesos industriales I/ Análisis de riesgo, higiene y seguridad de procesos e instalaciones industriales/ Informática aplicada a la ingeniería de procesos/ Procesos industriales II

Equipo docente

SCENNA; Nicolás (Prof. Tit. - DS)

RODRÍGUEZ; Néstor (JTP - DE)

MANASSALDI; Juan Ignacio (Aux. 1 - DS)

2. FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS

Describir el sentido de la asignatura en el plan de estudios y en la formación del ingeniero de la especialidad, el posicionamiento desde donde se enseña la disciplina, discutiendo porqué y para qué el estudiante tiene que aprender la presente asignatura en esta etapa de su carrera (hasta 200 palabras).

La asignatura tiene como objetivo principal introducir al alumno a la tarea de diseño conceptual de procesos (síntesis, simulación y optimización), con el objetivo de desarrollar el modelado de operaciones unitarias y la conformación estructural (síntesis) para resolver balances de materia, energía y el mapa de presiones en procesos complejos. Se debe además, desarrollar competencias para analizar y discernir entre alternativas, luego de evaluarlas, para seleccionar las óptimas mediante diversos criterios o métricas ingenieriles y/o socioeconómicas.

Dada la complejidad de tal problemática, se resalta, explica y fundamenta la necesidad de realizar la tarea con el auxilio de herramientas informáticas (simuladores de procesos, por ejemplo) que permitan simular procesos químicos de interés, mostrando la necesidad de adquirir capacidad para utilizar herramientas informáticas, resolver los balances, y lograr habilidad para integrar las distintas etapas de análisis en la actividad del ingeniero de procesos. Se destaca que existen perturbaciones que alteran el funcionamiento de los procesos, por lo que es necesario tener en cuenta el control (estado dinámico de los procesos), y que ello tiene fuerte relación con el modelado y la simulación. Se describen las etapas del diseño, explicitando a la ingeniería de detalle como el resultado final del proceso.

Se integran los fundamentos (fenómenos, termodinámica y fisicoquímica), con los métodos numéricos, la programación y el diseño/operación, actividades específicas del ingeniero de procesos.

3. COMPETENCIAS

Para la descripción de este punto considerar las competencias enunciadas en el ANEXO I Libro Rojo de CONFEDI (Ver documento adjunto). Copiar las que correspondan (código y texto) e indicar el nivel de aporte (Bajo / Medio / Alto) de la asignatura para cada competencia.

Competencias Tecnológicas	Nivel de Aporte
CT1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	Alto
CT2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.	Medio
CT3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.	Bajo
CT4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	Alto
CT5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Bajo
Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales	Nivel de Aporte

C56. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	Alta
CS7. Comunicarse con efectividad	Media
CS8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	Medio
CS9. Aprender en forma continua y autónoma.	Alta
CS10. Actuar con espíritu emprendedor.	Baja
Competencias Específicas	Nivel de Aporte
CE 1.1 Identificar, formular y resolver 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 incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.	Media
CE 1.2 Diseñar, calcular y proyectar 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 aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.	Media
CE 2.1 Planificar y supervisar 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 utilizando de manera efectiva los recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos; a través del desarrollo de criterios de selección de materiales, equipos, accesorios, sistemas de medición y la aplicación de normas y reglamentaciones pertinentes, atendiendo los requerimientos profesionales prácticos.	Baja
CE 3.1 Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de	Media

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 aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.

4. OBJETIVOS/ RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Objetivos

Transcribir los objetivos de la asignatura establecidos en el DC. Señalar los objetivos de la asignatura, entendidos como la intencionalidad de los docentes con respecto a lo que esperan que el alumno logre como consecuencia de la propuesta de enseñanza (por ejemplo: Que el alumno logre plantear estrategias de eficiencia energética para diferentes procesos ingenieriles).

Objetivos establecidos en el DC

- ✓ Conocer los problemas del país y la región en los que la ingeniería química puede colaborar en su solución.
- ✓ Relacionar e integrar los conocimientos del nivel de estudio correspondiente.
- ✓ Aprender la práctica profesional ejercitándola: identificar el problema o la mejora, analizar alternativas de solución, seleccionar y/o proyectar soluciones, producir, construir, controlar y optimizar.

Objetivos Específicos

En función del núcleo de contenidos mínimos propuestos para la asignatura se plantean los siguientes objetivos específicos, que se resumen en lograr que el alumno comprenda y domine:

- ✓ La definición y el alcance de la tarea del ingeniero de procesos, los conceptos fundamentales de la ingeniería de procesos, la síntesis de estructuras alternativas, la evaluación de las mismas, la definición de criterios de selección y las herramientas adecuadas para tal fin.
- ✓ Los conceptos fundamentales del área de síntesis, simulación y diseño de procesos junto con las técnicas para realizar el modelado de operaciones unitarias y procesos, mediante la resolución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales.
- ✓ Los conceptos y las técnicas para la simulación de procesos, tanto en estado estacionario como dinámico y las distintas etapas de diseño de procesos.

En cuanto a las principales habilidades básicas, fundamentales para las competencias a adquirir como objetivo de la asignatura, se pretende:

- ✓ Lograr habilidades para enfrentar problemas específicos, tales como plantear un modelo para equipos particulares, seleccionar el método numérico adecuado para la solución del mismo, identificar los productos de acceso libre o comerciales existentes para su implementación y/o programación por computadora.
- ✓ Lograr capacidad para identificar los factores críticos para la operación y supervisión de procesos. Arranque y Parada. Estados normales y anormales de funcionamiento. Estrategias de supervisión de procesos. Estrategias para la identificación de situaciones anómalas.
- ✓ Lograr que el alumno maneje adecuadamente simuladores comerciales (y/o abiertos) y pueda organizar la presentación de los resultados. Esto significa tener habilidad para resolver los balances utilizando las herramientas propias de los simuladores y aplicarlos a plantas industriales complejas.

Resultados de Aprendizaje

Definir los resultados de aprendizaje (RA), entendidos como una declaración muy específica que describe exactamente y de forma medible (posibles de evidenciar) qué es lo que un estudiante será capaz de hacer, expresados como [Verbo de Desempeño]+ [Objeto de Conocimiento]+ [Finalidad]+ [Condición(es) de Referencia/Calidad] (por ejemplo: Plantea estrategias para mejorar las prestaciones y eficiencia energética de diversas actividades ingenieriles mediante la utilización de los principios de la disciplina, considerando el contexto socioeconómico y medioambiental en el que se encuentran insertas), y considerando:

- ✓ incluir únicamente aquellos RA que se consideren elementales para definir el aprendizaje esencial de la asignatura o programa en el contexto de la carrera
- ✓ no necesariamente debe haber una relación biunívoca RA- Unidad Temática
- ✓ se sugiere contar como máximo con 4-5 RAs para la asignatura

En cuanto a los resultados de Aprendizaje, son relevantes los siguientes:

- ✓ Distingue la naturaleza temporal de los procesos químicos (continuos o discontinuos) para la correcta representación conceptual (modelado) de los mismos, seleccionando adecuadamente el correcto paquete de propiedades fisicoquímicas para la adecuada simulación del proceso.
- ✓ Plantea la representación matemática de un proceso mediante modelos matemáticos propios o a partir de la utilización de simuladores comerciales o enlatados.
- ✓ Plantea estrategias eficaces para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería utilizando las herramientas habituales para el desarrollo conceptual de procesos (síntesis, simulación y optimización de procesos), considerando el contexto socioeconómico y medioambiental de aplicación.
- ✓ Plantea estrategias adecuadas para desarrollar modelos y herramientas informáticas de aplicación en la actividad ingenieril, con un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta la complejidad del diseño en un contexto socioeconómico y medioambiental competitivo y restrictivo.
- ✓ Aplica eficazmente las herramientas informáticas típicas de la ingeniería conceptual de procesos.

5. CONTENIDOS DEL PROGRAMA ANALÍTICO (UNIDADES TEMÁTICAS)

Tema 1: MODELADO Y DISEÑO DE PROCESOS. SU RELACIÓN CON LOS MÉTODOS NUMÉRICOS. CONCEPTOS BÁSICOS APLICABLES EN EL CAMPO DE LA SIMULACIÓN Y EL DISEÑO DE PROCESOS

Modelos e Ingeniería. Principios del modelado en ingeniería química, su relación con la ingeniería de procesos. La computadora como herramienta del ingeniero. Aplicaciones. Importancia.

Métodos numéricos como herramienta para la resolución de modelos en Ingeniería Química. Revisión de Métodos Numéricos: Sistemas de ecuaciones algebraicos. Especificaciones de variables y grados de libertad. Método de Newton - Raphson. Sustitución directa o aproximaciones sucesivas. Convergencia. Aceleradores de convergencia. Wegstein.

Sistema de ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Revisión de métodos para la solución de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Métodos explícitos de resolución de EDOs, Método de Euler Métodos de Runge - Kutta. Métodos de múltiple paso. Métodos predictores- correctores, resolución Numérica. Modelado de Sistemas estacionarios y dinámicos.

Ejercitación Práctica. Resolución de Problemas.

Tema 2: REVISIÓN DE MÉTODOS PARA LA ESTIMACIÓN DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS Y FÍSICO-QUÍMICAS.

Revisión de las propiedades termodinámicas de equilibrio. Equilibrio químico y equilibrio físico. Revisión de correlaciones para la estimación de la presión de vapor. Equilibrio líquido - vapor en sistemas ideales y semi-ideales. Propiedades termodinámicas de mezclas a bajas, moderadas y altas presiones. Su uso en modelos de diseño y simulación.

Equilibrios de fases en sistemas no ideales. Coeficientes de actividad y fugacidad. Ecuaciones de estado. Fase líquida. Ecuaciones de Margules, Van Laar, Wilson, NRTL, UNIQUAC - UNIFAC.

Uso de datos experimentales para calcular constantes. Cálculo de coeficientes de actividad y fugacidad. Métodos para la estimación del calor latente de vaporización. Capacidad calorífica de gases ideales y de mezclas de gases ideales y no ideales. Capacidad calorífica de líquidos puros y de mezclas. Revisión de entalpías de exceso. Estimación de Entalpía y Entropía. Sustancias puras y mezclas.

Estimación de propiedades físico-químicas y simulación de procesos. Selección del método para la predicción de propiedades del equilibrio líquido - vapor, entalpía, entropía y demás propiedades según los componentes a tratar.

Ejercitación Práctica. Resolución de Problemas.

Tema 3: INGENIERÍA DE PROCESOS Y SIMULACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS.

Ingeniería de Procesos. Etapas en la tarea de diseño sistémico de procesos industriales. Síntesis de procesos, Simulación, Optimización. Evolución histórica. Distintos enfoques para abordar el problema de síntesis. Descomposición del problema en sub-problemas. El criterio ingenieril.

Procesos típicos en Ingeniería Química. Visión sistémica. El sistema de utilidades (vapor, energía eléctrica y mecánica, agua de enfriamiento, gases inertes, sistemas contra incendio, etc.) Consumos energéticos. Insumos típicos y características generales de los procesos químicos. El sistema de reacción. El sistema de separación. El sistema de intercambio calórico. Recuperación de energía. El problema del reciclo de materiales y energía. Estructura del proceso. Métodos sistémicos para la determinación de diagramas de flujos apropiados.

Representación estructural de procesos. Planos y Diagramas de Flujos de procesos. Modelado de la estructura. Grafos Orientados. Diagrama de flujo de información. Sistemas cíclicos. Algoritmos de particionado, rasgado y ordenamiento. Filosofía de resolución modular secuencial o global - simultánea. Métodos de particionado. Algoritmo de particionado de Keham y Shacham. Rasgado del diagrama de flujos o grafo. Algoritmo de Barkeley y Motard (1972).

Simulación de Procesos Químicos. Simulación estacionaria y dinámica. Simuladores modulares secuenciales vs. globales. Módulos de equipos en un simulador modular de procesos químicos. Banco de modelos para la estimación de propiedades físico-químicas. Uso de un simulador de procesos

modular secuencial en estado estacionario. Simuladores comerciales más difundidos. Simuladores de acceso abierto.

Ejercitación Práctica. Resolución de Problemas.

Tema 4: MÓDULOS PARA LA SIMULACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO

Biblioteca de Módulos típicos de un simulador modular. Modelado y Estrategias de resolución de los modelos asociados a cada módulo y sus diversas variantes posibles. Módulos Sumadores, Divisores, Intercambiadores de calor sencillos. Simulación de evaporadores Flash. Flash isotérmico. Flash adiabático. Otras especificaciones para el equipo flash. Modelos para el cálculo de temperatura de burbuja y de rocío. Determinación de la fase de un sistema dado. Separadores líquido - líquido (L-L) y sistemas (L-L-V) líquido-líquido-vapor.

Módulos Reactor (y sus variantes), Bombas, válvulas, Tanques, Compresores, Expansores, otros. Módulos para la simulación de separadores de mezclas multicomponentes en cascadas contracorriente múltiple etapa en equilibrio. Distintos modelos basados en etapas de equilibrio. Eficiencia de etapa. Métodos de resolución aproximados. Métodos etapa a etapa. Modelo matemático. Métodos rigurosos de resolución simultánea (matriciales). Modelos rate based. Atura equivalente de plato teórico.

Módulos de simulación específicos y posibilidad de incorporación de módulos del usuario en los simuladores comerciales. Usos avanzados de los simuladores de proceso.

Ejercitación Práctica. Resolución de Problemas.

Tema 5: SIMULACIÓN DINÁMICA DE EQUIPOS Y PROCESOS

Simulación dinámica de Separadores flash. Reactores típico tanque agitado y sus variantes.

Simulación dinámica de equipos de separación de mezclas multicomponentes, múltiple etapa en contracorriente. Módulos específicos. Destilación batch. Otros equipos.

Simuladores comerciales dinámicos. Su utilización. Sistemas Abiertos. Sistemas Cerrados. Introducción a los modelos de controladores PID. Modelos y Simulación dinámica de procesos controlados.

Ejercitación Práctica, Resolución de Problemas.

Tema 6: PROCESOS TÍPICOS EN INGENIERÍA QUÍMICA. SIMULACIÓN E INGENIERÍA CONCEPTUAL

Distintas etapas durante el desarrollo de un proyecto de ingeniería básica. Representación de los Procesos Químicos. Planos y Diagramas. Diagrama en Bloques, Diagrama de Flujos de Proceso, P+I+D. La importancia del balance de materia, energía y cantidad de movimiento (simuladores de procesos).

Métodos, estructuras y modelos para la simulación de procesos complejos. Simulación de procesos y

representación de los Sistemas de utilidades, sistemas de agua de enfriamiento, de generación de vapor, energía eléctrica y/o potencia mecánica. Relación entre simulación y el Layout de planta, Piping.

Uso de simuladores comerciales y diseño conceptual de procesos químicos. Procesos Inherentemente seguros. Procesos Sustentables. Desechos, tratamiento de efluentes, contaminación del ambiente. Descripción de procesos Químicos típicos.

Distintas Ramas de la Ingeniería Química. Algunos ejemplos típicos. Procesamiento de hidrocarburos. Industria del Gas Natural. Petroquímica. Simulación. Optimización. Procesos de separación de mezclas azeotrópicas. Obtención de alcohol. Simulación. Procesos Batch. Otros procesos de interés.

Ejercitación Práctica. Resolución de Problemas.

6. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE

Descripción de la metodología

Listar las metodologías didácticas activas empleadas para garantizar la adquisición de las competencias antes mencionadas, con relación al propósito y objetivos que desarrolla la asignatura, y para promover el desarrollo de los resultados de aprendizaje.

Describir el enfoque de enseñanza adoptado, así como las estrategias de trabajo en equipos colaborativos, aula invertida y otras metodologías de aprendizaje activo y centrado en el estudiante aplicadas para promover el desarrollo de los resultados de aprendizaje. Detallar las características de las actividades prácticas a desarrollar, el uso de laboratorios físicos y/o remotos/virtuales (si correspondiese) y la utilización significativa del Campus Virtual Global (u otro entorno virtual de enseñanza y aprendizaje) y otros recursos basados en TIC.

En el marco del perfil y alcance en que la Ordenanza Nro. 1028 encuadra el Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Química (1995) y modificatorias, se delinean los contenidos mínimos de la asignatura Integración IV. Básicamente se refieren al estudio de procesos enfocado al modelado y las herramientas para el diseño, simulación y optimización, utilizando métodos computacionales apropiados. La Ingeniería de Procesos es una disciplina relativamente madura. Se basa en el avance importante realizado en las últimas décadas en el campo del modelado de procesos bioquímicos, fisicoquímicos, el cálculo numérico y simbólico, junto a la evolución vertiginosa de la computación como ciencia y como herramienta auxiliar en la tarea del ingeniero. Tanto en el diseño como en el gerenciamiento operativo. Conceptualmente, en las últimas décadas se ha consolidado una nueva visión o filosofía, el "Diseño Sistémico de Procesos", o "Process System Engineering". Este enfoque se basa en metodologías para lograr el diseño tanto de la estructura de un flowsheet (síntesis de procesos) como su análisis, evaluación y optimización (selección de la alternativa más prometedora) mediante un ciclo iterativo de síntesis - análisis - optimización - síntesis.

El objetivo es introducir al alumno al concepto de la ingeniería de procesos, tanto a nivel de la ingeniería conceptual, como de la ingeniería de detalle, para luego desarrollar habilidades para sintetizar, evaluar, simular, optimizar, diseñar, operar y supervisar procesos a escala industrial en el marco de la actividad profesional del ingeniero de procesos.

El tronco principal de conocimientos en los cuales se basa la visión sistémica del diseño de procesos (y por lo tanto esta asignatura); se relaciona con los fundamentos de la ingeniería química o fenómenos de transporte, termodinámica, fisicoquímica y cinética química, las operaciones unitarias, al igual que el modelado y el análisis numérico como herramienta de resolución de sistemas de ecuaciones de alta dimensión. La asignatura Integración IV pertenece al tronco integrador del Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Química (Ordenanza Nro. 1028). Dentro de este contexto, la asignatura se relaciona con las otras integradoras, que abarcan desde la definición de la ingeniería química hasta la realización del proyecto final. En esta integración vertical, se ubicará al alumno frente a la tarea de diseño de procesos químicos, desde "la idea" a nivel laboratorio hasta el proyecto de diseño final; destacando a las herramientas computacionales como un soporte indispensable en la actividad del diseño de procesos, enfatizando la importancia de las mismas en el ejercicio integral de

la profesión. También naturalmente, de sus limitaciones. No solo desde el punto de vista técnico, sino económico y legal.

Dentro de este contexto, se imparte la asignatura integrando los conceptos gradualmente, con una revisión que concatene operativamente y relacione conceptualmente a los elementos adquiridos anteriormente tanto vertical como horizontalmente. En este sentido puede decirse que la materia es una de las primeras en las cuales el alumno deberá integrar una enorme cantidad de competencias y conocimientos previamente adquiridos, y aún aquellos impartidos en otras asignaturas en paralelo con el dictado de la misma. Esto conlleva una dificultad tanto en lo pedagógico como en lo didáctico, e impone una clara estrategia de enseñanza-aprendizaje.

Es por ello que se combinan secuencialmente una serie de clases teóricas, clases teórico-prácticas y trabajos prácticos, de tal manera de revisar conceptos previos, impartir conocimiento nuevo, consolidar su aplicación en un marco de resolución de problemas de complejidad creciente, y adquirir progresivamente las competencias propias para el manejo de herramientas computacionales características de la tarea del ingeniero de procesos, y más específicamente, en la etapa de ingeniería conceptual.

Con respecto al desarrollo de los conceptos básicos para el modelado de procesos, el modelado de las operaciones unitarias típicas que componen los bancos de modelos de los principales simuladores comerciales existentes, su estrategia numérica de resolución, la introducción a la arquitectura de los simuladores modulares y globales, su organización en el software resultante, tanto en modo estacionario como dinámico, se imparten clases teóricas. Con el objeto de desarrollar habilidades para modelar operaciones y procesos, resolver los sistemas de ecuaciones resultantes por métodos numéricos utilizando distintas herramientas, incluyendo los simuladores comerciales o desarrollos del propio alumno, se imparten clases teórico prácticas y desarrollo de trabajos prácticos individuales o grupales en laboratorio informático o tareas extra áulicas. Con el objeto de desarrollar capacidades para el trabajo en equipo se proponen estrategias de trabajo en equipos colaborativos, y trabajos cuyo desarrollo está centrado en las actividades, iniciativas, conocimientos y habilidades de los estudiantes. Los informes para entregar, al ser evaluados, permiten evaluar los resultados del proceso de enseñanza - aprendizaje.

Recomendaciones para el estudio

Describir las principales recomendaciones que se les pueden hacer a las y los estudiantes para abordar el aprendizaje de la asignatura, teniendo en cuenta la experiencia del cuerpo docente respecto de desarrollos anteriores.

Desde la cátedra se recomienda la asistencia completa a clases para la construcción del concepto de modelado de procesos desde su origen hasta su aplicación en un simulador o de manera manual.

Durante el cursado se proponen problemas y ejercicios (o demostraciones) para los alumnos que no son de entrega obligatoria, por tal motivo recomendamos a los alumnos la realización y corrección de estas actividades.

Es importante una predisposición proactiva de los alumnos, que continuamente se auto propongan problemas o casos de estudio a resolver.

7. RECURSOS NECESARIOS

Detallar los recursos necesarios para el desarrollo de la asignatura. Considerar todos los aspectos docentes, institucionales y estudiantiles de manera de prever y planificar las necesidades para alcanzar los Resultados de Aprendizaje previstos, incluyendo los siguientes ítems: Espacios Físicos (aulas, laboratorios, equipamiento informático, etc.), Recursos tecnológicos de apoyo (proyector multimedia, software, equipo de sonido, aulas virtuales, etc.), Transporte, seguro, y elementos de protección para desarrollar actividades en laboratorios, empresas, fábricas, entre otros.

Espacios físicos

- Aula acorde para un promedio de 33 alumnos (histórico) por comisión.

- Laboratorio de informática con equipamiento acorde y software necesario.

Recursos tecnológicos de Apoyo

- Proyector multimedia y computadora personal para las clases teóricas así también como para las prácticas.
- Casilla de correo particular de la cátedra (Gmail).
- Almacenamiento en la nube para compartir archivos (Gdrive).
- Sitio web para publicar todo el material de clases (dominio propio).
- Licencia de Zoom para consultas por videoconferencias.
- Software libre de simulación de procesos (DWSIM).

Recursos para desarrollar actividades en laboratorios, empresas, entre otros

8. EVALUACIÓN

Metodologías/ estrategias de evaluación

Detallar las estrategias de evaluación que permitan medir el grado de logro de las competencias que aborda la asignatura y los resultados de aprendizaje definidos, que podrán ser diagnósticas, formativas, sumativas, de proceso, autoevaluación o evaluación por pares, indicando la forma en que los alumnos acceden a los resultados de sus evaluaciones. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán en cada instancia de evaluación (como ser clases, trabajos prácticos, proyectos, exposiciones orales, cuestionarios, portafolios, exámenes parciales) y todo instrumento que permita al estudiante demostrar su nivel de desempeño y obtener una retroalimentación significativa para mejorar.

Indicar la modalidad mediante la cual se informa a los alumnos sobre las condiciones de regularización y aprobación directa de la asignatura.

La evaluación de los alumnos se divide en tres aspectos

- ✓ Asistencia a clases teóricas y teórico-prácticas.
La asistencia a clases permite un seguimiento personalizado del alumno. Durante el dictado de clases surgen y se plantean problemas y ejercicios que no requieren de entrega o evaluación por lo que la presencia del alumno resulta un indicador del aprendizaje.
- ✓ Realización de trabajos prácticos y actividades propuestas
Los trabajos prácticos se deberán entregar en tiempo y forma bajo un formato específico de la cátedra. Luego de la entrega, los alumnos reciben una devolución con correcciones y comentarios que deberán responder (rehacer el ejercicio o el práctico) o no según sea el caso. Dentro de las actividades propuestas por la cátedra se encuentran los problemas de carácter opcional dentro de los trabajos prácticos y numerosos ejercicios propuestos durante el dictado de clases.
Los alumnos también reciben comentarios y correcciones de las actividades opcionales pero su corrección también es opcional.
- ✓ Exámenes parciales con calificación.
Los exámenes parciales nos permiten evaluar los resultados del aprendizaje en cuanto a simulación estacionaria y dinámica de procesos y al planteo de estrategias de resolución de problemas.
Una vez realizado y corregido el parcial los alumnos reciben su calificación por correo electrónico de manera personalizada. Posteriormente para reforzar los conocimientos se realiza una explicación grupal de la resolución del problema planteado en el examen.

Condiciones de aprobación

Condiciones de Aprobación Directa

Describir las condiciones de aprobación directa, fundamentando brevemente su elección. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán.

- ✓ Asistir a clase (mínimo 75%, salvo las condiciones de excepcionalidad establecidas en el Inciso 7.1.1.2 de la Ord. Nro. 1549/2016).

- ✓ Entrega y aprobación de los informes de los trabajos prácticos propuestos. Donde cada informe tendrá la posibilidad de rehacerse en caso de no cumplir con los requisitos mínimos solicitados.
- ✓ Se deberá aprobar dos instancias parciales de evaluación (con una de recuperación si fuera necesaria). En primera instancia se evaluarán los contenidos relacionados a la simulación estacionaria de procesos y en la segunda respecto a la simulación no-estacionaria.

Condiciones de Aprobación No Directa

Describir las condiciones de aprobación no directa, fundamentando brevemente su elección. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán.

La condición de regularidad se obtiene con:

- ✓ Asistir a clase (mínimo 75%, salvo las condiciones de excepcionalidad establecidas en el Inciso 7.1.1.2 de la Ord. Nro. 1549/2016).
- ✓ Entrega y aprobación de los informes de los trabajos prácticos propuestos. Donde cada informe tendrá la posibilidad de rehacerse en caso de no cumplir con los requisitos mínimos solicitados.

Modalidad de Examen Final

Describir la modalidad utilizada en el examen final, fundamentando brevemente su elección. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán.

- ✓ Evaluación final integral del contenido de la asignatura, que será de naturaleza teórico-práctica en el que el alumno deberá acreditar los conocimientos de modelado (estacionario y/o dinámico) de una planta de procesos completa.

9. BIBLIOGRAFÍA

Detallar la bibliografía utilizada y recomendada en la asignatura (se sugiere citar según Normas APA).

Bibliografía obligatoria

- Scenna, N.J. (2002). Modelado, simulación y optimización de procesos químicos (Eduotec-UTN).
- Medeiros D. (2016). DWSIM - Process Simulation. Modeling and Optimization Technical Manual.
- Poling, B.E., Prausnitz, J.M., y O'Connell, J.P. (2000). The Properties of Gases and Liquids 5E (McGraw Hill Professional).
- Reid, R.C. (1987). The Properties of Gases and Liquids (McGraw-Hill).
- Luyben, W.L. (1990). Process modeling, simulation, and control for chemical engineers (McGraw-Hill).
- Apuntes y notas de la cátedra. <https://www.modeladoingenieria.edu.ar/index.php/catedras/4-ano/integracion-iv>

Bibliografía optativa

- Biegler, L.T., Grossmann, I.E., y Westerberg, A.W. (1997). Systematic methods of chemical process design (Prentice Hall PTR).
- Edgar, T.F., Himmelblau, D.M., y Lasdon, L.S. (2001). Optimization of chemical processes (McGraw-Hill).
- Franks, R.G.E. (1972). Modeling and simulation in chemical engineering (Wiley-Interscience).
- Gmehling, J., y Kolbe, B. (2012). Chemical Thermodynamics for Process Simulation (John Wiley & Sons).
- Henao, C.A. (2010). Simulación y evaluación de procesos químicos. Herramientas básicas para la

<p>síntesis de procesos (Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Husain, A. (1986). Chemical process simulation (Wiley). - Kooijman, H.A., y Taylor, R. (2000). The ChemSep Book (H.A. Kooijman and R. Taylor). - Kyle, B.G. (1992). Chemical and process thermodynamics (Prentice Hall). - Manuales de HYSYS - Smith, R. (2016). Chemical Process Design and Integration (John Wiley & Sons) - Manual de usuario de COCO simulator: On-line Help on COCO. http://www.cocosimulator.org/index_help.php?page=coco.htm <p><u>Otros materiales del curso</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Material audiovisual generado por la cátedra.
--

10. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES Y CARGA HORARIA

Cronograma

Detallar el cronograma semanal de clases, trabajos prácticos y evaluaciones previstos para el desarrollo de la asignatura. Marque el/los tipo/s de actividad/es que se realiza/n.

Semana	Descripción de la Actividad	Tipo de Actividad		
		Teoría	Práctica	Evaluación
01	Introducción a la simulación de procesos. Ubicación de materia integración IV dentro del plan de estudio. Características de la asignatura. Síntesis, simulación y optimización de procesos químicos (definiciones). Características y clasificación de los procesos químicos. Procesos continuos / discontinuos (batch). Diagrama de Gantt de un proceso discontinuo.	x		
02	Procesos y tecnologías. Planos y representación de un proceso. Análisis estructural de los procesos continuos. Servicios (utilities) de un proceso. Diagrama de bloques. Diagrama de flujo de proceso (DFP). Diagrama P+I+D. Secuencia de diseño de procesos. Ingeniería conceptual.	x		
03	Uso del simulador de procesos. Clasificación de los simuladores de procesos. Simulación cualitativa vs cuantitativa. Simuladores comerciales y gratuitos y/o de código abierto. Diagrama de flujo de información de un proceso (DFI). Tipos de modelos. Modelado: viaje del equipo al modelo.	x		
04	Repaso de propiedades fisicoquímicas. Base de datos de compuestos puros (PCD). Enfoque residual y en exceso para el cálculo de propiedades. Ecuaciones de estados. Entalpía y entropía según ambos enfoques.	x		
05	1er llamado a examen – sin clases			
06	Equilibrio Líquido Vapor. Fugacidad, coeficiente de fugacidad y coeficiente de actividad. Constante de equilibrio según los enfoques gama-fi y fi-fi. Cálculo del coeficiente de fugacidad mediante ecuaciones de estado. Modelos de estimación del coeficiente de actividad. Selección de un paquete termodinámico según la naturaleza de los compuestos. Librerías termodinámicas de la cátedra para Excel.	x	x	
07	Modelado, grados de libertad y estrategias de resolución de compresores en estado estacionario y sin cambio de fase. Resolución de un ejemplo utilizando la planilla Excel para el cálculo de propiedades termodinámicas. Modelado, grados de libertad y estrategias de resolución de expansores (turbinas), bombas y válvulas en estado estacionario y sin cambio de fase.	x	x	
08	Sistemas de ecuaciones de gran dimensión y poco densos. Particionado, Rasgado y Ordenamiento. Especificación de variables de salida y grados de libertad. Grafo bipartito. Algoritmo de Lee, Christensen y Rudd. Aplicación del algoritmo de LC&R al modelo de un nodo mezclador. Presentación de la filosofía modular secuencial. LC&R para sistemas cíclicos. Aplicación del algoritmo de LC&R a una	x		

	válvula. Algoritmo de Steward. Aplicación del algoritmo de Steward al modelo de un compresor y de una válvula. Diferencia entre el modelado del balance materia con y sin flujo por componentes.			
09	Arquitectura modular secuencial. Algoritmos de particionado, rasgado y ordenamiento. Rasgado del diagrama de flujo o grafo. Algoritmo de Barkeley y Motard. Algoritmo de particionado de Keham y Shacham. Resolución de ejemplos.	X	X	
10	2do llamado a examen – sin clases			
11	Feriado Nacional – sin clases			
12	Modelado, grados de libertad y estrategias de resolución de equipos de intercambio de calor en estado estacionario y sin cambio de fase. Modelado, grados de libertad y estrategias de resolución de sumadores y mezcladores en estado estacionario y sin cambio de fase. Resolución de ejemplos.	X	X	
13	Modelado y grados de libertad evaporadores flash. Estrategia de resolución de Rachford y Rice. Flash isotérmico. Flash adiabático (o a calor dado). Flash con fracción de vaporización conocida. Cálculo de punto de rocío y burbuja. Resolución de ejemplos.	X	X	
14	Modelado, grados de libertad y estrategias de resolución de equipos en estado estacionario con cambio de fase. Resolución de ejemplos.	X	X	
15	Modelado, grados de libertad y estrategias de resolución de equipos en estado estacionario con reacción química. Resolución de ejemplos.	X	X	
16	Modelado y estrategias de resolución de plantas completas. Resolución de ejemplos.	X	X	
17	Introducción a DWSIM. Selección de compuestos, paquete termodinámico y unidades de trabajo. Creación de diagramas de equilibrio de fases. Obtención de parámetros de interacción binaria según datos experimentales. Resolución de ejemplos.		X	
18	DWSIM: Definición de una corriente materia. Intercambiadores de calor, Compresores, Expansores, Válvulas y Bombas. Bloques de control, ajuste y reciclo. Resolución de ejemplos.		X	
19	1er Parcial - Modelado y resolución de una planta completa en estado estacionario.			X
20	Modelado y grados de libertad de una torre de destilación simple. DWSIM: Torres de destilación: Shortcut, Rigurosa y ChemSep. Ejemplo: Pressure Swing Distillation - Separación de Metanol y Acetona.	X	X	
21	3er llamado a examen – sin clases			
22	Simulación de equipos con reacción química en DWSIM. Carga de reacciones químicas. Tipos de reactores soportados. Resolución de ejemplos.		X	
23	Definición de tipo de EDOs, Repaso de métodos numéricos para resolver EDOs (explícitos e implícitos). Sistemas de EDOs. Balance de materia en sistemas dinámicos (ecuación de acumulación). Tanque cilíndrico con salida gravitatoria. Modelado simple de válvulas de control (relación entre caída de presión y caudal). Control On/Off	X		
24	Sistemas dinámicos con reacción química. Reactor Batch y CSTR. Balance de energía en sistemas dinámicos. Acumulación de energía. Tanque cilíndrico calefaccionado. Representación matemática de válvulas de control. Relación entre la apertura y área de flujo. Válvula lineal y de igual porcentaje.	X		
25	4to llamado a examen – sin clases			
26	Día sin actividad académica – sin clases			
27	Nociones de control automático de procesos. Procesos a lazo abierto y lazo cerrado. Simulación. Definición de variable manipulada, controlada y perturbaciones. Control directo e inverso. Lazo abierto y lazo cerrado. Ejemplo de control de nivel a lazo abierto. Controlador PID. Representación matemática de las acciones proporcional, integral y derivativa. Agregado de un controlador al ejemplo de control de nivel.	X		
28	Control de nivel PID con dinámica en la válvula de control (First-Order exponential Lag). Tanque refrigerado con control de nivel y de temperatura. Presentación de la estrategia de resolución. Evaporador de un componente con hold up de vapor si y no despreciable.	X		
29	Simulación dinámica de un CSTR con control de nivel y de temperatura. Simulación dinámica de un evaporador flash con hold up de vapor despreciable. Conceptos básicos sobre simulación dinámica en DWSIM. Ejemplo de control de nivel de un tanque.	X	X	
30	Ejemplo de simulación dinámica de una planta completa.	X	X	

31	Simulación dinámica de un evaporador flash con hold up de vapor no despreciable. Simulación dinámica de un CSTR en fase gaseosa. Simulación dinámica de un separador de gas-liquido. Ejemplo de separador gas-liquido en DWSIM.	x	x	
32	Ejemplo de simulación dinámica de una planta completa II. Breve descripción y presentación de otros simuladores de procesos (HYSYS, ASPEN ONE y COCO).	x	x	
33	2do Parcial - Modelado y resolución de una planta completa en estado dinámico.			x

Distribución de la carga horaria total

Estimar la carga horaria destinada a cada tipo de actividad a desarrollar en la asignatura, tanto áulica como extra-áulica (no debe superar el 100% de la carga áulica).

	Carga horaria áulica	Carga horaria extra-áulica
Formación teórica	33	25
Ejercitación de aula y problemas tipo	19	13
Formación experimental	0	0
Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudio de casos	29	32
Formulación, análisis y desarrollo de proyectos	15	20
<i>Total</i>	96	90

Cronograma de las instancias de evaluación parciales e integración

Indicar las fechas tentativas de las instancias de evaluación previstas (parcial, globalizador, trabajo práctico, coloquio, exposición oral, proyecto, etc.) y sus respectivos recuperatorios (si corresponde).

Tipo de evaluación	Fecha	Observaciones
TP 1: Propiedades fisicoquímicas	20/04/2022	Informe + archivos de cálculo
TP 2: Simulación de equipos y procesos en estado estacionario	22/06/2022	Informe + archivos de cálculo
TP 3: Simulación de equipos y procesos en estado estacionario en DWSIM	10/08/2022	Informe + archivos de cálculo
TP 4: Simulación de una planta completa en estado estacionario en DWSIM	28/09/2022	Informe + archivos de cálculo
1er Parcial	31/08/2022	Presencial escrito
2do Parcial	09/11/2022	Presencial escrito
Recuperatorio para aprobación directa	05/12/2022	Presencial escrito

11. MODALIDAD Y HORARIOS DE CONSULTAS

Especificar modalidad, días, horarios y lugar de las consultas de la asignatura.

Se fija un horario que se da a conocer a los alumnos a principios del año lectivo, y se extiende la actividad durante todo el año académico.

En general, el horario de encuentro habitual es lunes a las 18:30 hs.

12. ACTIVIDADES DE CÁTEDRA

Actividades de Docencia

Detallar las actividades previstas respecto a la función docencia en el marco de la asignatura; reuniones de asignatura y área, indicando cronograma previsto; dirección y supervisión de los y las estudiantes en trabajos de campo, pasantías, visitas a empresas, indicando cronograma previsto; atención y orientación al estudiantado; etc.

Se desarrollan bajo iniciativa del departamento reuniones por área de conocimiento, a los efectos de analizar estrategias de coordinación entre cátedras, optimización del proceso de enseñanza - aprendizaje, entre otras.

En cuanto al marco de la asignatura, se realizan reuniones constantemente, formales o informales, a los efectos de optimizar el proceso de enseñanza, evaluar la marcha de la asimilación/aprendizaje por parte de los estudiantes, la evaluación de sus habilidades y capacidades para enfrentar las distintas problemáticas planteadas; entre otros parámetros monitoreados. Las reuniones involucran a todos los docentes de la cátedra, incluyendo alumnos adscriptos. Se organizan y se evalúan las clases de consultas, en cuanto al tenor y naturaleza de las dudas planteadas y la cuantificación de las mismas.

Se monitorea el desempeño de los estudiantes en las clases teórico-prácticas, las clases prácticas, los informes correspondientes, y se transmite la evaluación correspondiente tanto en las instancias individuales como en los trabajos realizados grupalmente.

Actividades de Investigación y/o Extensión (si corresponde)

Detallar las actividades de los docentes de la asignatura respecto a la función investigación/extensión; propuestas de la cátedra para introducir a las y los estudiantes a actividades de investigación/extensión.

Todos los docentes de la cátedra poseen dedicación exclusiva. Dos de ellos son además, investigadores de CONICET. Se desempeñan todos en el CAIMI, un Centro de investigación y Desarrollo homologado por el rectorado de la UTN, y fuertemente vinculado al Dto. de Ing. Qca., ya que la gran mayoría de sus integrantes son docentes de este. El área de trabajo se centra en el modelado de procesos y las aplicaciones informáticas a la ingeniería; en particular, la ingeniería química.

Los docentes de la cátedra forman parte del plantel docente de diversas carreras de posgrado en la Facultad, en otras facultades de la UTN, y en otras Universidades. Realizan tareas de investigación y desarrollo, al igual que actividades de extensión. Estas últimas involucran tanto transferencias de conocimiento al medio socioproductivo (cursos, conferencias, divulgación en actividades de extensión entre otras) como ejecución de convenios (asesoramiento a empresas e instituciones privadas y/o públicas, tanto a nivel de servicios como desarrollos de diversa índole). Por último, todos los integrantes de la cátedra realizan actividades de gestión, tanto en el Centro en el cual se desempeñan (CAIMI) como en el Dto. de Ing. Qca., en comisiones, diversos cargos funcionales eventuales a nivel Facultad y Universidad, entre otras. Por último, actividades de evaluación tanto de docentes como de instituciones educativas, evaluación de proyectos, jurados de tesis, entre otras.

13.OBSERVACIONES

Detallar cualquier otra observación no incluida en los apartados anteriores

Todo el material desarrollado por la cátedra se encuentra en la página web de Modelado en Ingeniería.

<https://www.modeladoingenieria.edu.ar>

.....
Firma y aclaración del titular de cátedra
o responsable del equipo docente

2022