



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS y NATURALES



Universidad
Nacional
de Córdoba

Asignatura: **OPERACIONES UNITARIAS 2**

Código: 10-09517	RTF	10
Semestre: Séptimo	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	30

Departamento: QUÍMICA INDUSTRIAL Y APLICADA

Correlativas:

- Sistema de representación
- Fenómeno de transporte
- Balance de materia y energía

Contenido Sintético:

- Fundamentos y elementos de diseño basados en transferencia de masa: Absorción y desorción de gases.
- Destilación. Extracción líquido-líquido. Extracción sólido-líquido o lixiviación. Adsorción e intercambio iónico.
- Fundamentos y elementos de diseño basados en transferencia de energía térmica: Intercambiadores de calor, vaporizadores, condensadores. Evaporación. Cristalización. Humidificación, enfriamiento y secado. Hornos y calderas. Simulaciones.

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo
- CG7: Comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: 856-HCD-2023

RES: Fecha: 2/11/2023

Competencias Específicas:

- CE3.1.4: Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones.
- CE4.1.1: Planificar y supervisar la operación y mantenimiento de procesos e instalaciones utilizando recursos físicos, humanos, y tecnológicos; a través del desarrollo de criterios de selección de materiales y la aplicación de normas y reglamentaciones pertinentes.
- CE4.1.2: Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de instalaciones y sistemas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.

Presentación

La asignatura Operaciones Unitarias 2 se encuentra en el séptimo semestre (primer semestre de cuarto año) del Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Química. Se encuentra dentro del Área de Tecnologías Aplicadas, siendo junto con operaciones unitarias I, las asignaturas que constituyen el nexo entre los conceptos básicos adquiridos en años previos en el Área de Tecnologías Básicas y los procesos específicos que se desarrollarán en el Área de Tecnologías Aplicadas y la aplicabilidad de estos conceptos en la industria..

Una Operación Unitaria dentro del ámbito de la Ingeniería Química es un paso básico en un proceso, una etapa física individual de un proceso químico, cuyo objetivo es modificar el estado de la materia mediante cambios físicos o transformaciones químicas generalmente cambios en su masa o composición, cantidad de energía y/o cantidad de movimiento.

Las asignaturas de prerrequisito, o correlativas obligatorias son: a) Sistema de Representación b) Fenómenos de Transporte y c) Balance de Materia y Energía . La asignatura correlativa aconsejada, en virtud del objetivo de diseño, es Sistemas de Balance de Materia y Energía.

Contenidos

UNIDAD 1: FUNDAMENTOS Y ELEMENTOS DEL DISEÑO TÉRMICO

El concepto del control térmico. Principios físicos. Tecnologías básicas. Principios de temperatura, conservación de la energía y flujo de calor.

Análisis numérico en el diseño térmico. Introducción. Modelos analíticos en el diseño térmico. Métodos de discretización usados comúnmente. Pasos para realizar el análisis numérico. Programas de computadora disponibles comercialmente. Sistemas de intercambio de calor. Tipos de sistemas de transferencia de calor. Tecnologías de suministro de energía térmica, intercambio y transporte.

UNIDAD 2: MATERIALES Y TECNOLOGÍAS APLICADAS

Fases de realización y metodologías de aplicación en el diseño térmico. Propiedades termofísicas y selección de materiales en el diseño ingenieril. Performance térmica y limitaciones de los materiales. Aislación térmica, características y aplicación. Espesor crítico de aislamiento.

Propiedades de los aislantes y su significancia. Factores que influyen en el desempeño térmico. Instalación y mantenimiento en el diseño de sistemas de aislamiento térmico.

Materiales estructurales en el diseño térmico. Metales y aleaciones para temperaturas bajas y altas. Plásticos, vidrios y cerámicas para temperaturas elevadas.

UNIDAD 3: INTERCAMBIADORES DE CALOR, CONDENSADORES Y VAPORIZADORES

Gases comunes, fluidos orgánicos, sales fundidas empleados en la transferencia de calor. Propiedades y características de los fluidos.

Consideraciones principales al momento de la selección de un fluido térmico. Intercambiadores. Tipos de intercambiadores. Configuraciones de flujo y comportamiento de temperatura de los fluidos: Temperatura media logarítmica, temperatura de pared, temperaturas calóricas. Métodos de diseño térmico. Métodos rápidos: NTU, e , ΔT_{lm} . Descripción de intercambiadores: tubo y carcasa simple y múltiples pasos, placas (empaquetadas, en espiral, onduladas, aletadas). Lineamientos básicos para el diseño mecánico. Normas TEMA. Cálculo de intercambiadores de tubo y coraza: Análisis de rendimiento de intercambiadores existentes, diseño de intercambiadores nuevos. Criterios de selección. Pliegos de especificación para la construcción de intercambiadores de calor. Aplicaciones bajo el uso de un simulador.

Uso de superficies extendidas-aletas. Aletas de sección constante y variable. Flujo de calor disipado por aletas. Resistencia térmica y efectividad superficial de aletas. Lineamientos básicos para el diseño mecánico, cálculo. Condensadores y vaporizadores. Lineamientos básicos para el diseño mecánico. Cálculo.

UNIDAD 4: EVAPORADORES

Evaporadores industriales. Evaporadores de simple efecto y de múltiple efecto. Balances de masa y energía. Descripción y dimensionado de equipos.

UNIDAD 5: CRISTALIZADORES

Propiedades del equilibrio de fases. Nucleación y cristalización. Cristalizadores. Relaciones de solubilidad. Balances de masa y energía. Mecanismo de cristalización. Descripción y dimensionado de equipos.

UNIDAD 6: HUMIDIFICACIÓN, SECADO Y ELEMENTOS CALEFACTORES

Operaciones de humidificación. Equilibrio vapor líquido y entalpía de sustancias puras. Mezclas de vapor-gas. Operaciones gas-líquido, adiabáticas, no adiabáticas y enfriamiento por evaporación. Teoría de secado. Humedad de equilibrio de sólidos. Tiempo de secado. Mecanismos y velocidad de secado por lotes. Secadores continuos y discontinuos. Secadores rotatorios. Descripción y métodos de diseño de equipos.

Calefactores eléctricos o calentamiento por potencia eléctrica. Introducción y definiciones. Consideraciones ambientales. Materiales resistentes a la oxidación y materiales no resistentes a la oxidación. Generación interna y uniforme de calor. Flujo de calor en conductores eléctricos. Características y aplicaciones de los calentadores a resistencia eléctrica. Calentamiento dieléctrico/RF. Teoría y factores involucrados. Información de aplicaciones y ejemplos. Consideraciones de seguridad.

UNIDAD 7: PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE CALOR - SERVICIOS DE VAPOR - HORNOS

Tecnología para el abastecimiento de energía térmica, intercambio y transporte. Variables de incidencia en el rendimiento y eficiencia de la combustión. Combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Calor de combustión. Cálculo del aire necesario. Calderas. Generadores de vapor. Descripción y dimensionado de equipos. Economía de vapor.

Hornos. Factores en la transferencia de calor radiante. Fuente de calor. Superficies envolventes. Métodos de diseño. Cálculo de absorción de calor en las secciones radiantes. Aplicaciones bajo el uso de un simulador, limitaciones.

UNIDAD 8: FUNDAMENTOS Y ELEMENTOS DE DISEÑO PARA LAS OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA

Clasificación de las operaciones de transferencia de masa. Métodos de separación. Elección entre los métodos de separación. Fundamentos del diseño para cada operación: número de etapas, tiempo requerido, rapidez de flujo permisible, energía requerida. Condiciones de equilibrio de fases: equilibrio líquido - vapor, equilibrio líquido-líquido, equilibrio sólido-líquido, equilibrio gas- sólido.

Operaciones gas-líquido. Tipos y características de las unidades empleadas para la dispersión de gases: tanques de burbujeo, tanques agitados, torres de platos. Equipos utilizados para la dispersión de líquidos: lavadores venturi, torres de paredes mojadas, empacadas y platos. Flujos de líquido y gas a corrientes paralelas y contracorriente.

Torres o columnas de intercambio másico. Diseño de platos y operación. Tipos de platos comunes. Límites de capacidad de los platos. Parámetros hidráulicos y régimen de flujo de los platos. Dimensionado de la columna. Diseño de empaques y operación. Tipos de empaques, clasificación. Comparación entre empaques al azar y empaques estructurados. Definición del régimen de flujo en la columna: caída de presión, punto de inundación, capacidad máxima operativa, factores de empaque, punto de alimentación, criterios de dimensionado de la columna. Comparación torres de platos y de empaques. Factores que favorecen las torres de empaque. Factores que favorecen las torres de platos.

UNIDAD 9: ABSORCIÓN Y DESORCIÓN DE GASES

Absorción / desorción. Solubilidad de gases en líquidos. Transferencia de un componente. Operación en contracorriente en varias etapas.

UNIDAD 10: DESTILACIÓN

Operación de una sola etapa. Destilación diferencial. Torres de varias etapas. Métodos de Ponchon-Savarit y McCabe-Thiele. Sistemas bicomponentes. Diseño óptimo del sistema de destilación de un proceso. Introducción. Elección de la estrategia de separación. Esquemas de destilación no-convencionales más eficientes. Integración y acoplamiento calórico entre sistemas de torres múltiples. Diagrama T-Q. Aplicaciones bajo el uso de un simulador.

UNIDAD 11: EXTRACCIÓN LIQUIDO-LIQUIDO

Elección del solvente. Métodos de cálculo. Operación de una etapa. Contacto por múltiples etapas con solvente simple: corrientes cruzadas o en contracorriente. Descripción y dimensionado de equipos.

UNIDAD 12: EXTRACCIÓN SOLIDO-LIQUIDO O LIXIVIACIÓN

Lixiviación. Contacto por simple etapa. Contacto por múltiples etapas: corrientes cruzadas o en contracorriente. Descripción y dimensionado de equipos.

UNIDAD 13: ADSORCIÓN E INTERCAMBIO IONICO

Leyes. Tipos de adsorbentes. Intercambio iónico. Mecanismo de intercambio. Regeneración. Resinas. Procesos de separación por membrana. Descripción y dimensionado de equipos.

Metodología de enseñanza

El desarrollo de la asignatura se basa en la correlación entre las tecnologías (fundamentos teóricos) y el análisis de aplicaciones de las mismas en la industria (desarrollo y resolución de casos prácticos). Para dar mayor fortaleza a este vínculo, se llevan a cabo trabajos prácticos a nivel de planta piloto, donde los estudiantes pueden aplicar el criterio adquirido durante el dictado. Por ello las estrategias de enseñanza seleccionadas para llevar adelante la propuesta son fundamentalmente la exposición dialogada, resolución de problemas y estudio de casos y operación de Instrumentos. Sin embargo, también se plantean estrategias complementarias, como el aprendizaje invertido, la exposición por medios audiovisuales y el desarrollo de trabajos colaborativos integradores. Cada unidad se desarrollará a partir de un material bibliográfico recomendado, el cual se presenta al finalizar la exposición. A su vez se desarrollarán ejercicios de cálculo para favorecer el afianzamiento de conceptos teóricos.

Los contenidos teóricos (tecnologías) se presentarán parcialmente virtualizados, generando herramientas audiovisuales relacionadas con la parte introductoria y conceptual básica de cada unidad, dejando para la discusión áulica las metodologías de selección de equipos, los cambios en condiciones operativas o los criterios de optimización necesarios.

Los trabajos prácticos en planta piloto se llevarán a cabo con el fin de observar el funcionamiento del equipamiento disponible, pero a su vez realizando las mediciones necesarias para cuantificar y calcular el desempeño de los procesos.

En cuanto a las herramientas utilizadas para el dictado de clases, se utilizarán tanto pizarrón como diversas herramientas de difusión áulica como medios multimedia (ppt, videos, etc.). La resolución de ejercicios de cálculo se llevará a cabo tanto en pizarrón como a través de utilitarios informáticos, a fin de facilitar el análisis conceptual de los resultados.

Evaluación

Durante el cursado se toman cuatro (4) parciales, 2 de tecnologías y 2 de aplicaciones. El estudiante puede recuperar todos los exámenes parciales (Artículo 30, Inciso e, anexo I texto ordenado régimen de alumnos 2006). El porcentaje del recuperatorio reemplaza el de aplazo origen de la recuperación, sea este mayor o menor al obtenido preliminarmente (Artículo 30, Inciso n, anexo I texto ordenado régimen de alumnos 2006).

Los alcances de cada parcial se establecen acorde a los bloques temáticos de la manera siguiente:

- *Primeros parciales técnicos y de aplicación: Se evalúa desde la unidad 1 hasta la unidad 7 inclusive.*
- *Segundos parciales técnicos y de aplicación: Contempla la evaluación de la unidad 8 a la 13.*

Nota 1: Los resultados de todas las evaluaciones se expresan en porcentaje (%).

Nota 2: Las fechas de todas las evaluaciones se establecen en el Cronograma del Plan de trabajo y publican para los estudiantes al inicio del semestre en la portada del aula virtual de la asignatura. En el cronograma presente en este Plan de Trabajo se establecen las fechas de entrega de actividades grupales, parciales, recuperatorios y coloquio.

Actividades prácticas y de laboratorio

PRÁCTICO EN PLANTA PILOTO:

1.- SECADO POR LOTES: Los principales objetivos de esta práctica son: Determinar la humedad y la velocidad de secado de un producto en un secador de bandejas con velas de cuarzo.

Analizar la velocidad de pérdida de humedad para determinar periodos de velocidad de secado, periodos de velocidad constante y de velocidad decreciente.

2.- DESTILACIÓN DE UNA MEZCLA BINARIA

El objetivo de esta práctica es destilar una mezcla de líquidos totalmente miscibles, a partir de los datos del punto de ebullición de los compuestos puros, la composición de la solución y las propiedades del azeótropo.

3.- EXTRACCIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO : LIXIVIACIÓN

Los principales objetivos de esta práctica son:

Analizar la operación de lixiviación de extracción de lúpulo de la cebada para la elaboración de cerveza e identificar variables operativas, de diseño y comparar cómo se trabajan este tipo de variables en una planta elaboradora de cerveza

VISITAS A PLANTA

La visita a planta industrial tiene por objeto que el estudiante identifique lo aprendido en el cursado de la materia interpretada en la industria. Identificación de equipos, identificación de metodologías de operación y variables de diseño, operativas y de control

EXPOSICIONES Y TRABAJOS EN EQUIPO:

1.- DISEÑO TÉRMICO:

Proponer un problema real en el que el objetivo inicial sea realizar la fase de Ingeniería Básica de un equipo térmico (o que involucre transferencia térmica), o la situación requiera verificar o rediseñar uno existente. Una vez seleccionado el equipo o sistema, y planteado al Profesor, continuar con el desarrollo de lo que se indica a continuación

2.- DISEÑO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR:

Calcular y diseñar un equipo de intercambio térmico que garantice las condiciones requeridas por el proceso.

3.- DISEÑO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN.

Desarrollar la ingeniería básica de una columna de destilación, incluyendo cálculos , croquis y simulación en software.

Condiciones de aprobación

1. Estudiantes que Promocionan

1.1 Requisitos

Para que el estudiante acceda a la condición de promoción en la asignatura debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Asistencia a clase superior o igual a 80% tomando como base de cálculo el total de clases y evaluaciones programadas a las que el estudiante debe asistir acorde a Cronograma, tanto para presencialidad física como virtual (se recomienda a los estudiantes asistir a los seminarios).
2. Cumplir con las prácticas y aplicaciones programadas por la Cátedra y aprobar el 80% de estas con un porcentaje superior o igual a 60 % .
3. Aprobar la totalidad de los parciales (ya sea habiendo hecho uso de la instancia de recuperación o no) y coloquio final integrador con al menos 60% en cada uno de ellos, no resultando ninguno de ellos de manera independiente con un % inferior o igual al 60%.

-Acta de promoción

Habiendo elevado la solicitud de ACTA DE PROMOCIÓN siendo que la asignatura cuenta con promoción sin examen final en su programa analítico, se implementa a partir de 2020 el Acta de Promoción "Que resulta de gran beneficio para los estudiantes de esta Facultad". Esto debe respetar el calendario que las Autoridades Académicas especifiquen.

Una vez alcanzada la condición "Promocionado", se carga su nota en el Acta de Promoción y procede al cierre de actas de exámenes y promoción en forma digital.

1.2 Firma de actas y libretas, plazo de validez de la promoción

Una vez alcanzada la condición de estudiante "Promocionado", se carga su nota en el Acta de Promoción y procede al cierre de actas de exámenes y de promoción. En los casos en que el estudiante tenga pendiente la indicación de la nota de aprobación de una asignatura correlativa, una vez lo realice, debe inscribirse en un turno de examen como se detalla a continuación en condición "Regular" y concurrir para confirmar e indicar la nota en el Acta de Examen.

El plazo de validez de la promoción al tratarse de una asignatura del segundo semestre, dos años posteriores del año de cursado.

El estudiante que no se haya presentado en las fechas de examen dentro del plazo estipulado anteriormente pierde la promoción de la asignatura, quedando en condición de REGULAR.

1.3 Método para determinar la nota final de promoción

Se consideran para determinar la nota final del estudiante promocionado los resultados de: Parciales, desarrollo y exposición de prácticas y aplicaciones, informes, coloquio u otro tipo de actividades con evaluación sumativa programadas para el semestre. La nota final, resultado del cumplimiento de todas las instancias establecidas para alcanzar la condición Promocionado, se determina ponderando los resultados de la evaluación continua . Una vez determinada la nota final en porcentaje, esta se expresa de modo numérico.

La nota se determina considerando las ponderaciones indicadas en la tabla y algoritmo especificado:

Método de evaluación Ponderación

1. Parciales (EP) 0,7
2. Coloquio, actividades y otras prácticas (AP)

$$0,3 \text{ Nota} = [(EP) / (4 \text{ ó } N^{\circ} \text{ Parciales}) 0.7$$

]+[AP0.3]

2. Estudiantes que regularizan

2.1 Requisitos

El estudiante que, sin haber alcanzado a cumplimentar los requisitos mínimos del sistema de promoción sin examen final, debe cumplir con los requisitos enunciados a continuación para alcanzar la condición Regular:

1. Asistencia clases teóricas y prácticas superior o igual a 80%, tomando como base de cálculo el total de clases y evaluaciones programadas a las que el estudiante deba asistir, tanto para presencialidad física como virtual (se recomienda a los estudiantes asistir a los seminarios).
2. Cumplir con las prácticas y aplicaciones programados por la Cátedra y aprobar el 50% de las mismas con un porcentaje superior o igual a 60 %.
3. La aprobación de no menos del 50% de las evaluaciones parciales. El porcentaje mínimo de aprobación se establece en el 60% en todos los casos.

2.2 Acreditación y plazo de validez de la regularidad

Una vez alcanzada la condición "Regular", el estudiante se inscribe en un turno de examen de su elección en condición "Regular" para acreditar ante un Tribunal examinador a través de un examen final la totalidad de los contenidos de la asignatura. La regularidad en la asignatura tiene validez por dos años más el siguiente turno de examen, considerando como comienzo para dicho cómputo la fecha de finalización del cuatrimestre de cursado. Superado este plazo sin que el estudiante se presentare a rendir examen regular, el mismo pasa a la condición Libre

2.3 Forma de determinar nota final estudiante regular

La nota final del estudiante en condición Regular se determina considerando:

- a. El porcentaje alcanzado para la aprobación del examen final (pudiendo ser este oral y/o escrito) con porcentaje no menor al 60%.
- b. Los porcentajes de las evaluaciones de prácticas, aplicaciones y otras actividades de evaluación continua sumativas en las que el estudiante haya participado durante el cursado de la asignatura.

La calificación final es el resultado de los porcentajes de parciales, prácticas y aplicaciones evaluadas que permitieron alcanzar la condición Regular, y del examen final; determinando la nota final mediante suma ponderada de

a. y b. de esta sección acorde a consideraciones de la Cátedra.

Nota 3: Considerando el desempeño y compromiso en la continuidad del cursado del estudiante, el Responsable de Cátedra podrá definir que sean alcanzados por la evaluación del examen final los bloques temáticos con parciales desaprobados. Esto aplica únicamente para los dos turnos de la Época de diciembre posteriores al cierre del semestre (mismo año).

3. Estudiantes en condición de Libre

El estudiante que no se encuentre matriculado que no haya aprobado las actividades con evaluación cumpliendo los requisitos citados para las condiciones de promoción o regularidad, formalizadas en los párrafos anteriores, cuya asistencia sea inferior al 80%, tanto para presencialidad física como virtual, y/o que no alcance el mínimo de cumplimiento necesario de actividades programadas por la Cátedra revestirá la condición "Libre"

3.1 Modalidad examen condición libre y regulares

Quienes se encuentren en alguna de las situaciones mencionadas anteriormente en la que deben rendir, o aquellos estudiantes activos que habiendo aprobado previamente las asignaturas correlativas deciden rendir en condición de libres sin cursar la asignatura, deben rendir un examen técnico y de aplicación a programa completo. Aprobada la instancia escrita se procede al examen oral. Cuando el Tribunal examinador considere que el resultado de la instancia escrita merece la calificación de Distinguido o Sobresaliente, puede obviar la instancia oral, previo acuerdo expreso del estudiante.

3.2 Condiciones aprobación y método determinación nota condición libre

La nota final para la condición "Libre" queda determinada por las calificaciones obtenidas en la evaluación descrita en 3.1. Para la calificación numérica del examen final se utiliza una escala de UNO (1) a DIEZ (10). Para aprobar la nota debe ser CUATRO (4) o superior requiriéndose para alcanzar tal condición el porcentaje del examen técnico y de aplicación sea como mínimo 60%. Para determinar la nota final se utilizan las equivalencias entre los intervalos de % y nota:

En los casos en que se haya procedido con la evaluación oral, se determina un porcentaje promedio entre los resultados de la misma y el resultado del examen (parte técnica y parte aplicación).

Resultados de aprendizaje

A) Indicadores de desempeño correspondientes a las competencias genéricas /CG1/ "Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería" y /CG2/ "Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).", en conjunto con las Competencias Específicas de la asignatura: /CE3.1.4/ "Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones.", /CE4.1.1/ "Planificar y supervisar la operación y mantenimiento de procesos e instalaciones utilizando recursos físicos, humanos, y tecnológicos; a través del desarrollo de criterios de selección de materiales y la aplicación de normas y reglamentaciones pertinentes" y /CE4.1.2/ "Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de instalaciones y sistemas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene". Dentro de las rúbricas de evaluación, habrá conceptos que permitan evaluar los siguientes indicadores:

- Interpretar correctamente una situación referida a una operación unitaria, determinando los flujos de materia y energía, sus propiedades y la evolución de estas y las relaciones existentes en el conjunto, incluido el contexto.

- Determinar estados, referencias, estimaciones y supuestos aplicables a la resolución de la situación problemática planteada.
- Organizar correctamente mediante esquemas, tablas, gráficos, simbología, texto, etc., los valores o estados, conocidos o no, de las variables significativas relativas a la situación planteada y a su resolución.
- Generar el modelo de los flujos másicos y energéticos de un proceso especificando el conjunto de relaciones lógico-matemáticas entre sus variables significativas.
- Traducir la formulación de un modelo lógico-matemático a un conjunto de expresiones equivalentes factibles de ser incorporadas a un programa de cálculo matemático o a un software de procesos industriales.
- Calcular los valores correspondientes a los flujos másicos y energéticos de un sistema aplicando de manera coherente y consistente el modelado lógico-matemático que lo representa.
- Realizar una evaluación crítica de las posibles soluciones a una situación problemática.
- Incorporar conceptos de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente en los diseños de operaciones y/o procesos industriales.

B) Indicadores de desempeño correspondientes a las competencias genéricas /CG7/ "Comunicarse con efectividad" y /CG6/ "Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo". Dentro de las rúbricas de evaluación, habrá conceptos que permitan evaluar los siguientes indicadores:

- Expresar las ideas y conocimientos de forma clara, completa y concisa
- Identificar el tema central y los puntos claves de los informes o presentaciones a realizar.
- Adecuar el contenido, formato y soporte a los objetivos comunicacionales, incluyendo la adaptación al receptor y el contexto.

- Elaborar textos verbales, simbólicos o icónicos utilizando distintos tipos de lenguaje: natural, formal, científico-tecnológico, etc.
- Receptar con respeto otras opiniones, analizándolas críticamente y contrastándolas con las propias para sustentar o modificar argumentaciones.
- Analizar la validez y coherencia de la información recibida y emitida.
- Demostrar fluidez en la coordinación de las presentaciones junto con su equipo de trabajo.
- Demostrar organización en la división de tareas y designación de roles dentro de los equipos de trabajo.

Bibliografía

- Guyer, Eric C.; Brownell, David L.** *Handbook of applied thermal design.* Taylor & Francis (1999).
- Mills, AnĒhony F.** *Transferencia de calor [editado por] Sergio de Regúlez Ruíz-Funes.* México: IRWIN (1995, 1999).
- Kern, Donald Q.** *Procesos de transferencia de calor.* México: CECSA (1979).
- Geanfioplis, C.J.** *Procesos de transporte y operaciones unitarias.* CECSA (1998). **McCabe, W.; SmiĒh, J.; HarrioĒ P.** *Operaciones unitarias en Ingeniería Química.* McGraw-Hill/Interamericana Editores (2007).
- FousĒ, A.; Wenzel, L.; Clump, C.; Maus, L.; Andersen, L.** *Principios de operaciones unitarias.* Compañía Editorial Continental (1993, 2004).
- Treybal, RoberĒ E.** *Operaciones de transferencia de masa.* México: McGraw-Hill Interamericana (1995).
- Seader J.D., Henley E.J.** *Separation Process Principles.* John Wiley & Sons (2006). **McAdams, William H.** *Transmisión de calor.* Tercera edición. México: McGraw-Hill, 1978.
- KreiĒh, Franfi.** *La transmisión del calor: principios fundamentales.* Primera edición español. Madrid: Alhambra, 1983.

Holman, J.P.. *Transferencia de calor. Primera edición español. Madrid: McGraw-Hill, 1998.*

PiñEs, D.R.. *Transferencia de calor. S.l:s.n., 1977.*

Çengel, Yunus A.. *Transferencia de calor. Primera edición español. México, MX: McGraw-Hill Interamericana, 2005.*

Cebeci, Tuncer. *Physical and computational aspects of convective heat transfer. New York, NY: Springer, 1988.*

Márquez MarEínez, Manuel. *Combustión y quemadores. Barcelona, ES: Marcombo, 1989.*

WelEey, J.; Wicfis, C.. *Fundamentos de la transferencia de momento, calor y masa.; Wilson, R. Edit.. Limusa, Ediciones 2001.*

Miranda Barreras, Angel Luis. *Evaporadores. Barcelona, ES:CEAC, 2000.*

Incropera, Franfi P.; DewiEÉ David P.. *Fundamentals of heat and mass transfer. Quinta edición. Danvers, MA: Wiley J., 2002.*

Sherwood, Thomas K. *Transferencia de masa / Editado por Adolfo Di Marco. Buenos Aires : Géminis, 1979.*

KisEer, Henry Z. *Distillation design. New York, NY : McGraw-Hill, 1992.*

Manual de cálculos para las ingenierías. *Primera edición español. México, MX: McGraw-Hill Interamericana, 1998.*

Perry, R; ChilEon, C. *Manual del Ingeniero Químico. Editorial McGraw - Hill, 1996.*

Principios de operaciones uniEarias. *Primera edición español - México, MX: CECSA, 2004.*

Earle, R.L. *Ingeniería de los alimentos: las operaciones básicas del procesado de los alimentos. 3º edición español. Zaragoza, ES: Acribia, 1998.*

Bird, RoberE Byron. *Fenómenos de transporte: un estudio sistemático de los fundamentos del transporte de materia: energía y cantidad de movimiento. Editado por Fidel Mato Vázquez. México, MX : Reverté, 2001.*

Reid, R. C.; PrausniEz J. M.; Poling B. E. *The properties of gases & liquids. 4ta. Edición. Editorial McGraw – Hill, 1987.*

Spiegel, Murray R.; Abellanas, Lorenzo; John Liu. *Fórmulas y tablas de matemática aplicada. Editorial McGraw-Hill, 1991.*

Reddy, J.N.. *The finite element method in heat transfer and fluid dynamics. Segunda edición. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001.*

MaEhWorfis. *La edición de estudiante de SIMULINK: software de simulación de sistemas dinámicos: guía de usuario. Primera edición español. Madrid, ES: Prentice- Hall, 1998.*

