



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA

PROGRAMA DE BALANCES Y FENÓMENOS DE TRANSPORTE *(incluye aplicaciones de cálculo avanzado)*

Carrera/s: QUIMICO INDUSTRIAL SUPERIOR
INGENIERIA EN INDUSTRIAS DE LA ALIMENTACION
INGENIERIA QUIMICA

Año de Vigencia: 2006

Carga Horaria: 90 hs

Equipo de cátedra:

Ing. Carlos A. Carullo

Ing. Francisco Membrives

Prof. Titular Efectivo.

Prof. Asociado Efectivo

Objetivos generales:

- Abordar el análisis dimensional y la teoría de modelos.
- Conocer técnicas de cálculo y técnicas de base experimental.
- Aplicar estrategias de análisis y resolución de balances de masa y energía
- Vincular los balances al diseño, control de operación, simulación y optimización de procesos.
- Introducir los fenómenos de transporte molecular y turbulento
- Colaborar al desarrollo de un criterio independiente de análisis de operaciones y procesos.
- Promover actitudes, criterios y metodologías de autoaprendizaje para desarrollar solvencia profesional.
- Abordar problemas básicos de ingeniería con recursos matemáticos avanzados, con recursos numéricos y de soft, e introducir:
 - Métodos Numéricos de resolución de ecuaciones no lineales.
 - Técnicas alternativas de ajuste de curvas a datos experimentales y criterios de evaluación.
 - El uso de sistemas de ecuaciones diferenciales aplicado a balances no estacionarios.
 - Alternativas numéricas de resolución de ecuaciones diferenciales.

Contenidos:

1ra Parte: BALANCES DE MASA Y ENERGÍA.

Tema 1: Introducción: los distintos tipos de balance y su aplicación en ingeniería química. Balances de materiales sin reacción química. Análisis y especificación de sistemas no reaccionantes: información, grados de libertad. Estrategia de resolu-



ción. Configuración de unidades múltiples: recirculaciones, derivaciones, purgas y combinaciones. **Carga Horaria: 3 horas.**

Tema 2: Balances de materiales con reacción química. Análisis y especificación de sistemas reaccionantes con estequiometría conocida: información, grados de libertad. Estrategia de resolución. Configuración de unidades múltiples. Sistemas reaccionantes con estequiometría desconocida. **Carga Horaria: 2 horas.**

Tema 3: Introducción a los balances de energía. Principio general de conservación. Ecuación general de conservación para sistemas cerrados y abiertos. Sistemas no reaccionantes, en sus distintos tipos. Reacción química única. Reacciones químicas múltiples. Caracterización del estado del sistema. Análisis y especificación. Estrategia de resolución. **Carga Horaria: 3 horas.**

Tema 4: Balances combinados de materia y energía. Estrategia para cálculos manuales. Unidad única y unidades múltiples. Estado no estacionario. **Carga Horaria: 2 horas.**

Tema 5: Introducción conceptual a la estrategia de cálculo por computadora y simulación de procesos. Introducción al HYSIS. **Carga Horaria: 2 horas.**

2da Parte: FENÓMENOS DE TRANSPORTE.

Tema 6: Análisis Dimensional. Dimensiones, unidades, grupos adimensionales. Criterios de Semejanza. Teoría de los Modelos. **Carga Horaria: 4 horas.**

Tema 7: Generalidades sobre transferencias. Concepto de equilibrio. Potencial o fuerza impulsora. Patrones de flujo. Operaciones con transferencias continuas e intermitentes. Mecanismos de transferencia. **Carga Horaria: 4 horas.**

Tema 8: Mecanismo de transporte molecular. Ecuación general. Particularizaciones para masa, calor y momento. Clasificación de los fluidos por sus características reológicas. Transferencia con generación interna. Transporte molecular en el estado inestable. **Carga Horaria: 6 horas.**

Tema 9: Mecanismo de transporte turbulento. Análisis para la transferencia de momentos. Ecuaciones utilizadas. Factor de fricción-número de Reynolds. Capa Límite. Resistencia de forma. Transporte de calor y masa. Analogía entre las transferencias de masa, calor y momento. **Carga Horaria: 6 horas.**

3ra Parte: Aplicaciones de matemática avanzada y cálculo numérico.

Tema 10: Introducción a métodos numéricos. Raíces de ecuaciones: métodos de bisección, de Newton-Raphson y de sustitución. Ajuste de curvas. **Carga Horaria: 4 horas.**

Tema 11: Balances no estacionarios y sistemas de ecuaciones diferenciales. Métodos de Euler, de Runge-Kutta y de diferencias finitas. **Carga Horaria: 4 horas.**



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA BASICA

1. Reklaitis, G.V., **Introduction to Material and Energy Balances**, México D.F., John Wiley & Sons, 1986.-
2. Foust, A.S.; Wenzel, L.A., Clump, C.W., Maus, L., Andersen, L.B., **Principios de Operaciones Unitarias**, México, Cecsca, 2ª ed. 1992.
3. Himmelblau, D.M., **Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química**, México, Prentice may, 6ª ed. 1997. Se incluye CD-Rom.
4. McCabe, W.L., Smith, J.C., Harriott, P., **Operaciones Unitarias en Ingeniería Química**, Madrid, .McGraw Hill, 4ª ed. 1991.-
5. Chapra, S.C., Canale, R.P., **Métodos numéricos para ingenieros**, ed. México, Mc Graw Hill, 1999.
6. Nakamura, S., **Métodos Numéricos aplicados con software**, México, Prentice Hall Hispanoamericana
7. Valiente, A., **Problemas de Balance de Materia y Energía en la Industria Alimentaria**, ed. México, LIMUSA, 1999.
8. Felder, R.M., Rousseau, R.W., **Principios Elementales de los Procesos Químicos**, Wilmington, Delaware, E.U.A., Addison-Wesley Iberoamericana, 2ª ed. 1991
9. Cutlip, M.B., Shacham, M., **Problem Solving in Chemical Engineering with Numerical Methods**, ,CD-ROM Included, ed. Prentice Hall PTR, 2000.-

BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA

10. Treybal, R.E., **Operaciones de Transferencia de Masa**, México, McGraw-Hill. 2ª ed., 1996.
11. Welty, J.R., Wicks, C.E., Wilson, R., **Fundamentos de Transferencia de Momento, Calor y Masa**, México, Edit. Noriega-Limusa, 1997.
12. Geankoplis, Ch.J., **Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias**, México, CECOSA, 3ra ed. 1998.
13. Bird, R.B., Stewart, W.E., Lightfoot, E.N., **Fenómenos de Transporte**, Buenos Aires, Reverté, 1976.
14. Perry, R.H., Green, D.W., **Manual del Ingeniero Químico**, 6ta ed. y 7ma ed., México, McGraw-Hill.

Actividades Teóricas:

Aunque se trabaja en paralelo en los temas de Balances, de Fenómenos de transporte y en temas de cálculo avanzado, se trabaja en forma coordinada dada la complementariedad de los contenidos. Prevalece el concepto de promover el aprendizaje de los contenidos, desde la propuesta de actividades de apoyo teórico, estudio dirigido, centrados en actividades de análisis conceptual, de planteo e interpretación, de especificación, definición de la estrategia de cálculo y algunas resoluciones. Se tiene en cuenta el cursado simultáneo de 105 hs de Termodinámica.



Metodología de Enseñanza

Son tres clases semanales de dos horas por clase. La metodología es participativa y se dedica una clase semanal a Fenómenos, otra a Balances y la otra a Temas avanzados de cálculo aplicado. Fenómenos se aborda en forma de estudio dirigido. Balances consiste en actividades de planteo, análisis, especificación y cálculo de balances como estrategia general, capacitando para la formulación-especificación, análisis y cálculo, en base a guías de actividad y bibliografía básica. La parte de temas de cálculo avanzado aplicado, también en base a guías de actividad, incluye fundamentación del tema de la aplicación, del recurso de cálculo utilizado, así como el uso de soft para agilizar la resolución. Se usa tanto el Polymath que viene incluido en Cutlip y en Himmelblau de la bibliografía, como Excel, Mathematica o alternativos.

Evaluación

Para la regularidad se exige asistencia y cumplimiento completo de las actividades previstas para los alumnos, con presentación de informes parciales y final. Se prevé una opción promocional para Fenómenos, de aprobar muy bien tres parciales. La parte de Temas de cálculo avanzado se aprueba en coloquio, elaboración y defensa del informe de actividades, fundamentación e interpretación en coloquio.

Los contenidos de Balances de masa y energía y de Fenómenos de transporte, se aprueban en una evaluación final. Ésta consiste en una evaluación teórico-práctica de Fenómenos y una evaluación de análisis de grados de libertad, cálculo e interpretación de Balances múltiples y/o combinados.

DETALLE DE CARGA HORARIA (para detalle actividades, ver ANEXO) **DESARROLLO DE ACTIVIDADES TEORICAS**

DESARROLLO DE TEMAS TEORICOS:	40 horas
ACTIVIDADES DE APOYO TEÓRICO:	42 horas (de las que 18 hs se realizan en Laboratorio de Informática)

DESARROLLO DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS

ACTIVIDADES EXPERIMENTALES	4 horas
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	4 horas
TOTAL:	90 horas



ANEXO

Detalle de Actividades de Trabajos Prácticos de Aula y Formación Práctica

TEMA: BALANCE DE MASA SIN REACCIÓN QUÍMICA

AULA (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 7 horas.**

Cálculos en estado estacionario, con uno y varios equipos, con recirculación, derivación y divisor. Análisis previo de los grados de libertad.

TEMA: BALANCES DE MASA CON REACCIÓN

AULA (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 3 (cuatro) horas.**

Cálculos en estado estacionario con una o más reacciones químicas independientes. Análisis previo de los grados de libertad.

TEMA: BALANCES DE ENERGÍA CON Y SIN REACCIÓN QUÍMICA

AULA (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 3 horas.**

Cálculos en estado estacionario de balances de energía en sistemas no reaccionantes y en sistemas con reacción química, con análisis previo de grados de libertad

TEMA: BALANCES COMBINADOS DE MASA Y ENERGÍA

AULA (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 5 horas.**

Cálculos en estado estacionario de balances de masa y energía combinados en sistemas no reaccionantes y reaccionantes. Análisis previo de grados de libertad

TEMA: ANÁLISIS DIMENSIONAL

AULA (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 3 horas.**

Problemas de aplicación

TEMA: CRITERIOS DE SEMEJANZA

AULA (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 3 horas.**

Problemas de aplicación

TEMA: Aplicaciones del álgebra no lineal: ecuaciones de estado y otras

LABORATORIO DE INFORMÁTICA: (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 4 horas.**

Resolución de ecuación algebraica no lineal aplicada a van de Waals y a Redlich-Kwong. Métodos numéricos alternativos: de bisección, de Newton-Raphson y de sustitución, entre otros. Uso de soft.



TEMA: Alternativas de ajuste de datos experimentales de presión de vapor

LABORATORIO DE INFORMÁTICA: (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 4 horas.**

Se realiza la regresión polinomial de varios grados y regresiones lineales con transformación de variables, en base a ecuación de Clapeyron y a ecuación de Riedel. Uso de soft.

TEMA: Balances de masa múltiples estacionario y los sistemas algebraicos lineales

LABORATORIO DE INFORMÁTICA: (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 2 horas.**

Resolución por soft de un sistema algebraico lineal de 4 ecuaciones y 4 incógnitas, con análisis previo de grados de libertad.

TEMA: Balances de masas no estacionarios y los sistemas de ecuaciones diferenciales.

LABORATORIO DE INFORMÁTICA: (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 4 horas.**

Planteo y resolución de balances para la dilución accidental en un tanque y en un tren de tres tanque. Sistema de dos componentes. Resolución por soft. Fundamento del método numérico utilizado

TEMA: Balances de energía no estacionarios y los sistemas de ecuaciones diferenciales.

LABORATORIO DE INFORMÁTICA: (actividad de apoyo teórico) **Carga Horaria: 4 horas.**

Planteo y resolución de balances para intercambio de calor en una serie de tanques bien agitados. Resolución por soft. Fundamento del método numérico utilizado.

TEMA: FENÓMENOS DE TRANSPORTE

PLANTA PILOTO: (actividades experimentales) **Carga Horaria: 4 horas.**

TEMA: BALANCES DE MASA Y ENERGÍA

AULA: (problemas abiertos) **Carga Horaria: 4 horas.**

...oooOOOooo...