



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

### Formulario de Aprobación Curso de Actualización

**Asignatura:** *Tecnologías Y Procesos De Separación Con Membranas*

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:** *Dr. Aldo Saavedra Fenoglio, Profesor del Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Chile.*

(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>:** *MSC., Ing. Quim., Beatriz Castro Di Falco, Profesora Adjunta, Facultad de Ingeniería*

(título, nombre, grado, Instituto)

**Otros docentes de la Facultad:**

(título, nombre, grado, Instituto)

**Docentes fuera de Facultad:**

(título, nombre, cargo, Institución, país)

**Instituto ó Unidad:** *Ingeniería Química*

**Departamento ó Área:** *Departamento de Operaciones Unitarias en Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos*

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

---

**Fecha de inicio y finalización:** *10/05 al 16/05 de 2013*

**Horario y Salón:** *14 a 18 horas, Salon Gris*

**Horas Presenciales:** *21*

(se deberán discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Arancel:** *\$U 3000*

**Público objetivo y Cupos:** *Estudiantes o egresados de las carreras de ingeniería química, mecánica, alimentaria, farmacia, biotecnología o interesados con conocimientos equivalentes adquiridos en el ejercicio profesional. NO TIENE CUPO*

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción en el Depto. de Posgrado, hasta completar el cupo asignado)

---

#### Objetivos:

1. Analizar los fundamentos y mecanismos que explican los procesos de separación a través de membranas semipermeables.

2. Analizar los procesos y tecnologías de membranas de mayor relevancia comercial y aquellos de reciente desarrollo (emergentes), enfatizando en las tecnologías de ultrafiltración, Nanofiltración y osmosis inversa.
3. Exponer algunos resultados obtenidos en procesos con contactores de membrana y en destilación con membranas.

**Conocimientos previos exigidos:**

Estudios en ingeniería química, mecánica, alimentaria, farmacia, biotecnología o conocimientos equivalentes adquiridos en el ejercicio profesional.

**Conocimientos previos recomendados:** Estudios avanzados en ingeniería química, mecánica, alimentaria, farmacia, biotecnología o conocimientos equivalentes adquiridos en el ejercicio profesional.

**Metodología de enseñanza:** Cada clase será de 4 horas en las cuales los conceptos teóricos se complementarán, cuando corresponda, con ejemplos prácticos.

(comprende una descripción de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura y su distribución en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

- Horas clase (teórico): 10
- Horas clase (práctico): 2
- Horas clase (laboratorio): 3
- Horas consulta: 6
- Horas evaluación: 0
  - Subtotal horas presenciales 21
- Horas estudio: 40
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 4
- Horas proyecto final/monografía: 0
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 65

**Forma de evaluación:**

Cumplir el 80% de las horas presenciales. Resolución de los ejercicios propuestos durante el curso.

**Temario:**

**1. Introducción a los procesos con membranas:**

- Qué son los procesos de membranas. Membranas sintéticas. Membranas biológicas.

- Caracterización general de los procesos de membranas:
  - o Ultrafiltración (UF), microfiltración (MF)
  - o Osmosis inversa (RO), nanofiltración (NF)
  - o Electrodiálisis (ED)
  - o Destilación con membranas (MD), separación de gases (MGS), pervaporación (PV), Contactores de membranas. Algunas aplicaciones.
  - o Configuraciones de operación: procesos semibatch y continuo.

## 2. Principios y mecanismos de transporte en separación con membranas:

- Caracterización del potencial de separación: diferencia de presión total y parcial, concentración, temperatura, potencial eléctrico, difusión, actividad, etc.
- Espectro de la filtración para procesos con gradiente de presión total.
- Filtración tangencial vs. Filtración de profundidad (convencional).
- Descripción de las configuraciones geométricas de membranas: plana, espiral, tubular, fibra hueca.
- Transporte de materia en fase líquida: correlaciones tipo Sherwood, cálculo de coeficientes de transporte de materia.

## 3. Modelos teóricos en separación con membranas:

- Procesos en medios porosos (UF, MF): Transporte en la membrana: flujo viscoso. Transporte en fase líquida: polarización por concentración. Efectos de la temperatura, presión y velocidad de flujo sobre la selectividad y la productividad. Selectividad en UF: curva de corte molecular (cut-off).
- Osmosis Inversa. Transporte en la membrana: modelo de difusión-solución. Transporte en fase líquida: polarización por concentración. Efectos de la temperatura, presión, velocidad de flujo y pH sobre la productividad y selectividad. Selectividad en RO: parámetro de rechazo a solutos.

## 4. Aplicaciones industriales de la tecnología de membranas:

- Fraccionamiento de soluciones acuosas macromoleculares mediante UF. Concentración y recuperación de proteínas mediante UF. Análisis de aplicaciones para la industria de jugos de fruta.
- Desalación de aguas mediante RO. Descripción del proceso, pretratamientos, postratamiento, plantas y configuraciones, criterios para el análisis técnico-económico de plantas desalinizadoras de agua de mar. Aspectos ambientales.

---

### Bibliografía:

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

- Ultrafiltration and Microfiltration Handbook, Munir Cheryan, TECHNOMIC Publishing, 1998

---

Debido a que los procesos con membranas abarcan una serie de tecnologías emergentes al día de hoy, no hay disponibles libros de textos completos y adecuados. Por esta razón la bibliografía a usar se basará fundamentalmente en :

- apuntes preparados específicamente para el curso

- artículos de interés publicados en revistas científicas, entre ellos figuran:
- Scaling Up Distillation from Laboratory to Pilot Plant for concentration of Fruit Juices. A. V. Bui and H.M. Nguyen. International Journal of Food Engineering. Volume1, Issue 2, Article 5; 2005.
  - A laboratory study on glucose concentration by osmotic distillation in hollow fibre module. Viet A. Bui, Minh H. Nguyen and Joachim Muller. Journal of food Engineering, 63: 237-245; 2004.
  - Recent advances on membrane processes for the concentration of fruit juices: a review. B. Jiao, A. Cassano and E. Drioli. Journal of food Engineering, 63: 303-324; 2004.
  - Integrated multi-objective membrane systems application of reverse osmosis at the Amsterdam Water Supply, Maarten M. Nederlof et al, Desalination 119 (1998) 263-273
  - Chlorine dioxide in seawater for fouling control and post-disinfection in potable waterworks, G. Petrucci\*, M. Rosellini, Desalination 182 (2005) 283-291
  - Dynamics of organic carbon and of bacterial populations in a conventional pretreatment train of a reverse osmosis unit experiencing severe biofouling, R.P. Schneider et al, Journal of Membrane Science 266 (2005) 18-29
  - Review: State of art of the application of membrane technology to vegetable oils: A review, Food Research International 42 (2009) 536-550, Cesar de Moraes Coutinho a,\*, Ming Chih Chiu a, Rodrigo Correa Basso a, Ana Paula Badan Ribeiro a, Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves a, Luiz Antonio Viotto