



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia  
 Departamento: Química  
 Area: Tecnología Química y Biotecnología

(Programa del año 2006)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 12/04/2007 10:30:12)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
OPERACIONES UNITARIAS II	ING. EN ALIMENTOS	24/01	4	2c

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
GOMEZ, MANUEL FRANCISCO	Prof. Responsable	P.ADJ SEM	20 Hs
CAMPDERROS, MERCEDES EDITH	Prof. Colaborador	P.ADJ EXC	40 Hs
BARBERO, BIBIANA PATRICIA	Responsable de Práctico	JTP EXC	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	Hs	Hs	Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoria con prácticas de aula	2 Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
07/11/2006	17/11/2006	15	120

### IV - Fundamentación

Los equipos donde la transferencia de calor es importante forman parte de numerosos procesos tecnológicos empleados en la producción y conservación de alimentos como también, en la generación y recuperación de energía. Por lo que es fundamental que el Ingeniero en Alimentos conozca los fundamentos de los distintos mecanismos de transferencia de calor involucrados, como interactúan en un determinado equipo, que sea capaz de reconocer cuales son las variables que determinan o condicionan su operación, conocer los procesos de diseño y los criterios para su selección.

### V - Objetivos

Lograr que el alumno adquiera los conocimientos básicos y los criterios ingenieriles fundamentales que le permitan realizar el análisis y diseño de los equipos de transferencia de calor de manera de estar capacitado para comprender el funcionamiento, especificar y seleccionar los equipos comúnmente empleados en los procesos de la industria alimenticia. Cabe destacar que en cursos previos (Análisis Matemáticos, Fenómenos de Transporte, Balances de Materia y Energía, Operaciones I) los alumnos han adquirido todas las herramientas matemáticas (resolución de ecuaciones diferenciales, etc.) y los conceptos fundamentales de los distintos fenómenos involucrados en la Transferencia de Calor (Mecanismos de Conducción, Convección, etc., cálculo de coeficientes de transferencia locales y globales mediante las distintas teorías, diferentes correlaciones según geometría, proceso, etc.) por lo que los nuevos conocimientos a introducir son procedimientos de diseño, con mayor o menor rigurosidad matemática, donde se ordena el cálculo para obtener el dimensionado de los equipos. Dado el carácter netamente práctico de los temas a desarrollar, los conocimientos y aptitudes a adquirir por el alumno se lograrán a partir de la resolución de problemas típicos donde se integran los conceptos adquiridos en otras materias con los procedimientos de diseño adoptados para cada equipo en particular.

## VI - Contenidos

### **Tema I: Fundamentos de la Transferencia de Calor.**

Conducción. Ecuación de Fourier. Coeficiente de conductividad térmica. Conductores y aislantes.

Convección. Ley de enfriamiento de Newton. Coeficiente de transferencia de calor. Convección libre y forzada.

Radiación. Ecuación de Stefan-Boltzman. Cuerpos negros y grises. Efectos combinados de transferencia de calor. Concepto de resistencia.

### **Tema II: Conducción de Calor en estado No Estacionario**

Conducción de calor en régimen no estacionario. Resolución para número de Biot infinito, medio semi-infinito. Conducción en estado transitorio en más de una dirección. Regla de Newman. Método de las diferencias finitas

### **Tema III: Radiación Térmica**

Naturaleza de la radiación térmica. Propiedades Radiantes de la materia. Emisión, Irradiación y Radiosidad Térmica. Cuerpos negros y grises. Coeficientes de emisividad, absorptividad, reflectividad y transmitividad térmica. Cálculo del intercambio de radiación en recintos cerrados entre superficies y volúmenes, con y sin medio participante. Cálculo de los factores de visión. Aplicaciones tecnológicas. Mecanismos combinados de transmisión de calor mediante conducción, convección y radiación. Coeficientes de transferencia de convección y radiación combinados.

### **Tema IV: Intercambiadores de calor**

Tipos. Balance general energético. Coeficientes de transferencia de película y global. Coeficientes de ensuciamiento. Cálculo de intercambiadores de doble tubo. Cálculo de Intercambiadores de coraza y tubos. Cálculo de Intercambiadores de placas. Superficies extendidas. Eficiencia de la alta. Cálculo de intercambiadores con tubos aletados. Método eficiencia - NTU de evaluación de intercambiadores.

### **Tema V: Transferencia de calor en procesos por lotes**

Balances de Energía en Equipos Batch con transferencia de calor mediante serpentín, chaqueta o intercambiador externo, con y sin alimentación. Criterios de Selección de Recipientes Agitados y del fluido calefactor o de enfriamiento.

### **Tema VI: Condensadores**

Teoría de Nusselt de la condensación de vapores puros. Cálculo de condensadores de vapores puros. Condensador Subenfriador. Desobrecalentador Condensador.

### **Tema VII: Evaporadores**

Mecanismo de la Ebullición. Tipos de Evaporadores. Balances de masa y energía para un solo efecto y en régimen estable. Idem para un sistema de múltiple efecto. Elevación del punto de ebullición. Distintas formas de alimentación.

### **Tema VIII: Refrigeración**

Sistemas de refrigeración por compresión y por absorción. Distintos casos. Ciclos de una y varias etapas.

### **Tema IX: Extrusión**

Clasificación. Características de la Operación. Ventajas comparativas. Balance térmico local y global del extrusor. Influencia de las variables de operación.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

El curso se desarrollará mediante el dictado de clases de teoría y de trabajos prácticos de resolución de problemas y de laboratorio. La metodología a emplear se basa en clases teóricas donde se dictan los fundamentos en los que está basado el diseño del equipo. Posteriormente, el alumno en los prácticos de aula resuelve una guía de problemas donde aprende los procedimientos de diseño de acuerdo a las distintas alternativas que se pueden presentar en las variables de un dado proceso. Para cada tema a desarrollar tendrá una bibliografía de referencia que consistirá en libros de texto y de artículos específicos publicados en revistas de la especialidad.

## VIII - Regimen de Aprobación

Régimen de Regularización: Según Ordenanza Régimen Académico N°13/03 CS

Régimenes de Alumnos Promocionales, Regulares, Libres y Vocacionales : Según Ord. Régimen Académico N° 13/03 CS

## IX - Bibliografía Básica

- [1] - "Introduction to Heat Transfer " de Frank Incropera, David DeWitt, John Wiley Sons (2002)
- [2] - "Process Heat Transfer", Hewitt G.F., Shires G.L., Bott T.R., (1998)
- [3] - "Heat Exchanger Design Handbook" G.F. Hewitt. Part 1. Begell House, Inc (2002).
- [4] - " Momentum, Heat and Mass Transfer", Bennett C.O. , Meyers J.E. McGraw-Hill, Inc. 3Ed (1982)
- [5] - " Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos" Eduardo Cao, Nueva Librería (2006)
- [6] - " Ingeniería Industrial Alimentaria" Pierre Mafart , Acribia, S.A. (1994)
- [7] - "Fundamentals of Food Process Engineering" Romeo T. Toledo, Aspen Publishers (1999)
- [8] - Unit Operation in Food Engineering" Ibarz A., Barbosa Canovas G., CRC Press (2003)
- [9] - "Procesos de Transferencia de Calor", Kern D.Q., Compañía Editorial Continental S.A., (1999).
- [10] - "Industrial Refrigeration Handbook". Wilbert F. Stoeker. McGraw Hill (2000)
- [11] - " Extrusión de Alimentos. Tecnología y Aplicaciones" Guy Robin. Editorial Acribia (2002)

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] - "Principios de Transfrenca de Calor " Frank Kreith, Mark Bohn. Intenational Thomson Editores S.A (2001)
- [2] - "Principios de las Operaciones Unitarias", Foust A. S., Compañía Editorial Continental, (1985).
- [3] - "Fenómenos de Transporte", Bird R.B., Stewart W.E. y Lightfoot E.N., Reverté, (1973)

## XI - Resumen de Objetivos

Lograr que el alumno adquiera los conocimientos básicos y los criterios ingenieriles fundamentales que le permitan realizar el análisis y diseño de los equipos de trasferencia de calor de manera de estar capacitado para comprender el funcionamiento, especificar y seleccionar los equipos comúnmente empleados en la industria alimenticia

## XII - Resumen del Programa

Tema I. Fundamentos de la Transferencia de Calor por Conducción, Convección y Radiación.  
Tema II: Coduccion No estacionaria  
Tema III: Radiación Térmica  
Tema IV: Intercambiadores de Calor  
Tema V: Transferencia de Calor en Procesos por Lotes  
Tema VI: Condensadores  
Tema VII: Evaporadores  
Tema VIII: Refrigeración  
Tema IX: Extrusión

## XIII - Imprevistos

No se preveen

## ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA

**Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: