



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 2026)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
OPERACIONES UNITARIAS II	ING. EN ALIMENTOS	12/20 23	2026	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
GARCIA, MARIA GUADALUPE	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
AGUERO, FABIOLA NERINA	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
TITO RIGAU, JAVIER	Responsable de Práctico	JTP Semi	20 Hs
BARBOSA, LUCIA ISABEL	Auxiliar de Laboratorio	JTP Simp	10 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	2 Hs	3 Hs	3 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
03/08/2026	13/11/2026	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. De manera que es fundamental que el Ingeniero en Alimentos conozca los fundamentos de los distintos mecanismos de la transferencia de calor, como interactúan en un determinado equipo, sea capaz de reconocer las variables que gobiernan su operación, conozca los procedimientos de su diseño y adquiera los criterios necesarios para su selección.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Objetivos: Lograr que el alumno adquiera los conocimientos básicos del funcionamiento de los equipos de transferencia de calor y los criterios ingenieriles fundamentales para el análisis y diseño de los equipos comúnmente empleados en los procesos de la industria alimentaria.

Resultados: lograr que el alumno obtenga criterio ingenieril para diseñar y seleccionar equipos que intervengan en procesos de transferencia de calor de la industria alimentaria.

#### EJES TRANSVERSALES

1. Identificación, formulación y resolución de problemas. Estudio de los mecanismos de transferencia de calor, identificación de dichos mecanismos en equipos comúnmente utilizados en la industria alimentaria, análisis de problemáticas específicas en

- la transferencia de calor y propuesta de soluciones fundamentadas en el manejo de variables operativas y de diseño.
2. Concepción, diseño y desarrollo de proyectos. Diseño de equipos de transferencia de calor, análisis de ventajas y desventajas de un diseño frente a otro y análisis de costos de diseño frente a costos operativos.
  3. Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos. En el marco de gestión de un proyecto de producción de un alimento donde intervenga una operación de transferencia de calor, planificar, ejecutar y controlar el funcionamiento de un equipo de transferencia de calor diseñado para satisfacer las necesidades productivas y operacionales del proceso.
  4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación. Aplicación de modelos de diseño para transferencia de calor en estado estacionario, transitorio y multidimensional.
  5. Generación de desarrollos tecnológicos e innovaciones. Propuesta de mejoras tecnológicas de diseño, funcionamiento y operación de diferentes equipos de transferencia de calor. Se pretende estimular el criterio ingenieril, la consciencia energética y la innovación.
  6. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo. Participación en prácticas de aula y laboratorio con énfasis en la cooperación, la distribución de tareas y la toma de decisiones conjunta. Se busca fortalecer las competencias de trabajo colaborativo.
  7. Fundamentos para una comunicación efectiva. Presentación oral y escrita de proyectos de diseño de equipos de transferencia de calor, con especial atención a los criterios considerados para la toma de decisiones, la fundamentación teórica y el rigor ingenieril. Se busca que los estudiantes desarrollen habilidades de comunicación técnica.
  8. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable. Discusión sobre el impacto ambiental y la responsabilidad en el uso energético, considerando aspectos de sostenibilidad y seguridad laboral. El objetivo es promover una práctica profesional ética y responsable.
  9. Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social. Análisis del impacto económico y productivo en la toma de decisiones respecto del uso de equipos de transferencia de calor en la industria alimentaria. Se pretende que los estudiantes valoren las consecuencias globales y locales de sus decisiones técnicas.
  10. Fundamentos para el aprendizaje continuo. Investigación autónoma de bibliografía actualizada sobre equipos de transferencia de calor, consulta de handbooks de ingeniería, selección de criterios y discusión crítica de ventajas y desventajas de las diferentes opciones. Se busca fomentar la actualización permanente y la autoformación.
  11. Fundamentos para una actitud profesional emprendedora. Desarrollo de propuestas de emprendimiento basadas en el uso, diseño y/u optimización de procesos y equipos de transferencia de calor. Se pretende estimular la iniciativa, el ingenio y la visión ingenieril.

## VI - Contenidos

**Contenidos mínimos: Fundamentos de la transferencia de calor y mecanismos combinados: conducción, convección, radiación. Transferencia de calor en estado no estacionario. Análisis, modelado y diseño de equipos para la transferencia de calor: intercambiadores de calor, condensadores, procesos por lotes, evaporadores, refrigeración, extrusión. Algoritmos.**

**Tema I: Fundamentos de la transferencia de calor. Resolución de sistemas con transferencia de calor simultánea, mecanismos combinados de transferencia de calor.**

Tema II: Conducción de calor en estado no estacionario. Resolución para número de Biot infinito, medio semiinfinito, soluciones aproximadas y exactas mediante ecuaciones de Bessel. Conducción en estado transitorio en más de una dirección: Regla de Newman.

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 transmisividad térmica. Cálculo del intercambio de radiación en recintos cerrados entre superficies y volúmenes, con y sin medio participante. Cálculo de factores de visión.

Tema IV: Intercambiadores de calor. Tipos de intercambiadores de Calor. Integración del intercambiador en el proceso. Balance general energético. Ecuación de transferencia de Calor en intercambiadores. Concepto y cálculo de la Diferencia Media Logarítmica de Temperatura. Coeficientes de transferencia de calor peliculares y global. Coeficientes de ensuciamiento. Caída de Presión en intercambiadores. Cálculo de intercambiadores de doble tubo. Cálculo de intercambiadores de coraza y tubos. Cálculo de intercambiadores de placas. Eficiencia del intercambiador. Método de evaluación de intercambiadores basados en la eficiencia.

Tema V: Transferencia de calor en procesos por lotes. Balances de energía en equipos por lotes con transferencia de calor mediante serpentín, chaqueta o intercambiador externo, con y sin alimentación. Criterios de selección de recipientes agitados

y del fluido térmico.

Tema VI: Evaporadores. Mecanismo de la ebullición. Tipos de evaporadores. Balances de masa y energía para un solo efecto y para múltiples efectos en régimen estable. Elevación del punto de ebullición. Distintas formas de alimentación.

Tema VII: Condensadores. Teoría de Nusselt de la condensación de vapores puros. Cálculo de condensadores de vapores puros. Condensador con subenfriamiento. Desobrecalentador condensador.

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 desarrolla 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 de los procedimientos del diseño del equipo. Posteriormente, el alumno en prácticos de aula resuelve una guía de problemas que incluyen las distintas alternativas que se presentan para el diseño de un determinado equipo dentro de un dado proceso. Para cada tema a desarrollar tendrá una bibliografía de referencia que consistirá en libros de texto y artículos específicos publicados en revistas de la especialidad.

Los prácticos de laboratorio se realizan en los laboratorios del Área de Tecnología Química y Biotecnología. Están previstos realizar los siguientes prácticos de laboratorio:

1. Transferencia de Calor no estacionaria. Determinación de la difusividad térmica de salsa de tomate contenida en una lata comercial.
2. Transferencia de Calor en procesos por Lotes. Determinación del coeficiente de transferencia de calor global (U) para un Tanque Agitado Discontinuo TAD.
3. Evaporación: verificación del funcionamiento de un evaporador de película descendente.

Previo a la realización de los mismos el Jefe de Trabajos Prácticos disertará sobre NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD y TRABAJO EN EL LABORATORIO.

## VIII - Regimen de Aprobación

1. Los alumnos deberán cumplir con el 100% de los Trabajos Prácticos de Laboratorio y con el 80 % de las clases Teórico-Prácticas.
2. Durante el periodo lectivo el alumno deberá aprobar dos (2) exámenes parciales con calificación mínima de siete (7) puntos sobre problemas de aplicación de los temas desarrollados, incluyendo preguntas relacionadas con los trabajos Prácticos de Laboratorio. Las fechas de los mismos serán comunicadas con siete (7) días de anticipación.
3. Régimen de regularización y aprobación: Según Ordenanza Régimen Académico OCS 13/03 y OCS 32/14.

## IX - Bibliografía Básica

- [1] "Introduction to Heat Transfer " de Frank Incropera, David DeWitt, John Wiley Sons (2002).
- [2] "Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos" Eduardo Cao, Nueva Librería (2006).
- [3] "Process Heat Transfer", Hewitt G.F., Shires G.L., Bott T.R., (1998).
- [4] "Heat Exchanger Design Handbook" G.F. Hewitt. Part 1. Begell House, Inc (2002).
- [5] "Momentum, Heat and Mass Transfer", Bennett C.O, Meyers J.E. McGraw-Hill, Inc. 3Ed (1982)
- [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] "Extrusión de Alimentos. Tecnología y Aplicaciones" Guy Robin. Editorial Acribia (2002).

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] "Principios de Transfrecnia 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 equipos y/o procesos de transferencia de calor de manera de estar capacitado para comprender el funcionamiento, seleccionar y mejorar los equipos y/o procesos comúnmente empleados en la industria alimentaria.

## **XII - Resumen del Programa**

Tema I. Fundamentos de la Transferencia de Calor por Conducción, Convección y Radiación.

Tema II: Conducción No estacionaria

Tema III: Radiación Térmica

Tema IV: Intercambiadores de Calor

Tema V: Transferencia de Calor en Procesos por Lotes

Tema VI: Evaporadores

Tema VII: Condensadores

Tema VIII: Refrigeración

Tema IX: Extrusión

## **XIII - Imprevistos**

## **XIV - Otros**