

**PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA**  
**SIMULACIÓN DE PROCESOS**  
**Modalidad Libre**

**Departamento de Ciencia y Tecnología**

**Carrera Ingeniería en Alimentos**

**Núcleo Superior Complementario**

**Prerrequisito obligatorio:** Fenómenos de Transporte.

**Carga horaria total:** 72 horas

**Docente:** Carlos Mulreedy

**Año lectivo:** 2023 y 2024

**Objetivos**

Los objetivos para quienes cursen la asignatura son:

- Adquirir conocimientos elementales de programación y métodos numéricos, de modo de poder elaborar programas para resolver problemas específicos.
- Resolver problemas de ingeniería en alimentos por simulación de procesos.

**Saberes profesionales**

En la asignatura se propician los siguientes saberes profesionales:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en alimentos.
- Diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería en alimentos
- Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería en alimentos
- Utilizar técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería en alimentos.
- Contribuir en la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

**Contenidos mínimos:** Revisión de métodos numéricos simples utilizados en simulación y modelado. Simulación y modelado. Modelos de fenómenos de transporte. Simulación de procesos en Ingeniería de alimentos con y sin solución analítica. Control de procesos y adquisición de datos.



## **Programa analítico**

**Unidad 1:** Repaso conceptos introductorios: sistemas abiertos, cerrados, volúmenes de control, formulación de balances, definición del problema, función objetivo. Modelos matemáticos.

**Unidad 2:** Estructuras básicas de programación e instrucciones elementales. Matrices y vectores. Representaciones gráficas.

**Unidad 3:** Naturaleza de la Simulación. Enfoques de la simulación: enfoque Modular Secuencial aplicado a procesos y a ecuaciones. Diagrama de Lee- Rudd.

**Unidad 4:** Herramientas básicas de Métodos Numéricos: Método de convergencia por iteración. Método de Raphson-Newton. Métodos explícitos de convergencia.

**Unidad 5:** Empleo de matrices espaciales y resolución por diferencias finitas de ecuaciones diferenciales.

## **Trabajos prácticos**

La nómina de los TP y sus objetivos son:

**TP N° 1: Letalidad:** Aplicar los métodos de Simpson y trapecial para calcular la letalidad en un proceso térmico. Construir una curva de decrecimiento bacteriano a partir de datos experimentales.

**TP N° 2: Estrategia general de simulación:** Resolver problemas aplicando el método iterativo de Lee y Rudd, para procesos cerrados en el cual el número de ecuaciones resulte ser inferior al número de incógnitas.

**TP N° 3: Dinámica:** Simular un problema elemental de Física I para entender el efecto del rozamiento estático sobre un sistema.

**TP N° 4: Equilibrio térmico:** Utilizar un programa que permita resolver un problema de equilibrio térmico mediante matrices espaciales y utilizar expresiones que generan valores en forma aleatoria. Simular una condición de tipo micro. Registrar y discutir los resultados obtenidos.

**TP N° 5: Calorimetría:** Construir el diagrama de flujo de un proceso y programar una planilla que permita resolver un problema de calor con diversas posibilidades en lo que



respecta al estado final del sistema (dependiendo de diversos factores como las masas de las distintas fases o sus temperaturas iniciales). Emplear vectores para el almacenamiento de la información que permita construir la gráfica de temperaturas en función de cantidades de calor intercambiadas.

**TP N° 6: Evaporador de efecto simple:** Simular el funcionamiento de un evaporador de efecto simple, basado en bibliografía de Fenómenos de Transporte.

**TP N° 7: Evaporadores de efecto múltiple:** Simular un proceso con un evaporador de dos efectos y otro de tres efectos, basado en bibliografía de Fenómenos de Transporte.

**TP N° 8: Sedimentación gravitatoria:** Utilizar un simulador sencillo para recordar conceptos de Física, particularmente la Ley de Stokes para esferas en el seno de un fluido. Diseñar dos programas basados en la bibliografía correspondiente a la materia Operaciones Unitarias. El primero de ellos para una situación en la que solo existe rozamiento entre una partícula sólida y el fluido (sedimentación libre); y en el segundo teniendo en cuenta las interacciones entre diversas partículas (sedimentación impedida).

**TP N° 9: Esterilización en autoclave:** Simular lo que sucede dentro del autoclave con una lata de Supersopa, utilizando el método de diferencias finitas para trabajar con la ecuación diferencial en derivadas parciales que describe la transmisión de calor en un cuerpo cilíndrico. Dibujar la curva de velocidad letal en función del tiempo, y utilizar el método de Simpson para obtener la letalidad del proceso.

## **Bibliografía**

### *Biografía obligatoria*

- Aguado, J.; Calles, J.; Cañizares, P.; López, B.; Santos, A.; Serrano, D.(2000) Ingeniería de la Industria Alimentaria. Volumen II: Operaciones de procesado de alimentos. Editorial Síntesis: Madrid
- Casado, M.C (2005) Manual Básico de Matlab. Servicios Informáticos de la Universidad Católica de Madrid: Madrid
- Charley, H.(1998) Tecnología de Alimentos Procesos Químicos y Físicos en la Preparación de Alimentos. Limusa: México
- Ciro Velázquez, H.; González, C., García, E. (2009). Modelación Numérica de Procesos de Esterilización Térmica de Alimentos usando Volúmenes de control. Aproximación Cilíndrica. Dyna, Año 76, Número 159, Medellín, Sept. 2009



- García de Jalón, J; Rodríguez, J. (2005) Aprenda Matlab 7.0 como si estuviera en primero. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales: Madrid
- Geankoplis, C (1993) Transport Processes and Unit Operations. Prentice Hall: New York
- Singh, P; Heldman, D. (1998) Introducción a la Ingeniería de Alimentos. Editorial Acribia: Zaragoza
- Valiente Barderas, A. (1998) Problemas de balance de materia y energía en la industria alimentaria. Limusa Noriega Editores: Madrid

#### Bibliografía de consulta

- Alvarado, J.; Martínez, G.; Navarrete, J.; Botello, E.; Calderón, M.; Jiménez, H. (2009) Fenomenología de la Esterilización de Alimentos Líquidos Enlatados. Dto. de Ingeniería Química-Bioquímica, Instituto Tecnológico de Celaya
- Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia- Número 50
- Coultane, T. (1998) Manual de Química y Bioquímica de los Alimentos. Ed. Acribia: Zaragoza
- Giles, R.; Evett, J.; Cheng, L.(1999) Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. Mc Graw Hill: Madrid
- Luyben, W (1990) Process Modelling, Simulation and Control for Chemical Engineers. Mc Graw Hill: New York
- Luyben, W (2002) Plantwide Dynamic Simulators in Chemical Processing and Control. CRC Press: New York
- Morán, M.; Shapiro, H. (1998) Fundamentos de Termodinámica Técnica. Reverté: Barcelona
- Mouré, J.; Abril, J.; Virseda, P. (1997) Control por Ordenador del Proceso de Esterilización de conservas Vegetales. Transmisión de Calor por Conducción.
- Universidad Pública de Navarra- Departamento de Tecnología de Alimentos- Pamplona- Información Tecnológica- Vol 8 – Número 5- 1997
- Streeter, V; Wylie, B (1999). Mecánica de los Fluidos. Mc Graw Hill: México



### **Formas de evaluación y acreditación**

La modalidad de evaluación y aprobación se regirá según el Régimen de Estudios vigente.

En la mesa de examen libre se evaluarán los temas de la asignatura con un examen con una parte escrita y una oral, que incluirán contenidos teóricos y resolución de problemas.