



## Guía docente

# 390214 - TCSB - Transferencia de Calor en Sistemas Biológicos

Última modificación: 22/05/2025

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería Agroalimentaria y de Biosistemas de Barcelona

**Unidad que imparte:** 748 - FIS - Departamento de Física.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS BIOLÓGICOS (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 6.0

**Idiomas:** Catalán

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Lopez Codina, Daniel

**Otros:** Lopez Codina, Daniel

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

### Específicas:

1. Los procesos de transferencia de calor y de transferencia de masa en sistemas biológicos.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

Las horas de clase de grupo grande consistirán en la introducción, por parte del profesor, de los conceptos necesarios para lograr los objetivos de la asignatura, se presentarán también ejemplos de aplicación de estos conceptos a la resolución de problemas tipos. Las clases de grupo pequeño consistirán en sesiones de problemas, en estas sesiones los estudiantes trabajarán en equipos y el profesor los dirigirá durante la actividad. Se potenciará la capacidad de trabajo en equipo y de resolución de problemas de los estudiantes. De forma optativa el estudiante podrá utilizar programas de cálculo al aula de ordenadores, donde siguiendo un dossier guiado podrá resolver los problemas planteados por el profesor mediante programas adecuados de cálculo. El material de apoyo a la asignatura incluye manuales de los programas, colecciones de problemas y apuntes. Este material estará disponible a ATENEA.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

La asignatura pretende que el estudiante adquiera las bases científicas y técnicas necesarias para poder calcular y diseñar los procesos que involucran transferencia de calor y provocan cambios físicos y químicos en el material biológico (conducción, convección y radiación térmica). El estudiante se familiarizará con las propiedades de los gases, líquidos, sólidos, disoluciones y suspensiones y cambios de fase en particular en aquellos aspectos que implican transferencia de calor. Además, el estudiante aprenderá los fundamentos de la transferencia de calor tanto estacionarios como no-estacionarios que le aportarán la capacidad de calcular y diseñar cualquier proceso que involucre transferencia de calor. Finalmente, el estudiante aprenderá las bases científicas de las radiaciones ionizantes y sus efectos sobre la materia biológica siendo capaz de calcular la dosis recibida.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo pequeño	20,0	13.33
Horas grupo grande	40,0	26.67

**Dedicación total:** 150 h



## CONTENIDOS

### INTRODUCCIÓN A LA TRANSFERENCIA DE CALOR

**Descripción:**

1. Presentación. Conceptos básicos.
2. Fenómenos de transporte en el material biológico.
3. Mecanismos básicos de la transferencia de calor.
4. Leyes básicas de la transferencia de calor.

**Actividades vinculadas:**

- Actividad 1: Clases de explicación teórica  
Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación  
Actividad 4: Problemas fuera del aula

**Dedicación:** 5h

Grupo grande/Teoría: 2h  
Aprendizaje autónomo: 3h

### TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN

**Descripción:**

1. Conducción. Ley de Fourier de la conducción. Ley general de la transferencia de calor por conducción.
2. Conducción de calor en estado estacionario.
  - 2.1. Geometrías simples.
  - 2.2. Aislamiento crítico.
- 2.1. Generación de calor interno.
- 2.2. Superficies extensas
3. Conducción de calor transitorio. Geometrías sencillas
  - 3.1. Calentamiento y enfriamiento de sólidos en geometrías unidimensionales simples.
  - 3.2. Enfriamiento y congelación de material biológico.
  - 3.3. Tratamientos térmicos: pasteurización y esterilización de material biológico.
4. Métodos numéricos.

**Actividades vinculadas:**

- Actividad 1: Clases de explicación teórica  
Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación  
Actividad 3: Sesión de problemas al aula  
Actividad 4: Problemas fuera del aula  
Actividad 5: Trabajo guiado optativo: Sesiones de prácticas de cálculo al aula de ordenadores

**Dedicación:** 27h

Grupo grande/Teoría: 8h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h  
Aprendizaje autónomo: 15h



## TRANSFERÉNCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN

**Descripción:**

1. Introducción a la convección.
  - 1.1. Clasificación de los tipos de flujos. Coeficiente de transferencia de calor convectivo. Número de Nusselt.
  - 1.2. Ecuaciones básicas de la convección. Aproximación de Prandtl: Capas límite dinámica y térmica, número de Prandtl.
  - 1.3. Ecuaciones de la convección. Adimensionalización.
2. Convección forzada.
  - 2.1. Convección exterior en flujo paralelo: placa plana, tubos y conductas.
  - 2.2. Convección exterior en flujo cruzado: tubos y bancos de tubos.
  - 2.3. Convección interior: tubos y conductas.
3. Convección libre: Superficies verticales y horizontales. Superficies extensas. Superficies confinadas.

**Actividades vinculadas:**

- Actividad 1: Clases de explicación teórica  
Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación  
Actividad 3: Sesión de problemas al aula  
Actividad 4: Problemas fuera del aula  
Actividad 5: Trabajo guiado optativo: Sesiones de prácticas de cálculo al aula de ordenadores

**Dedicación:** 27h

Grupo grande/Teoría: 8h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h  
Aprendizaje autónomo: 15h

## TRANSFERÉNCIA DE CALOR CON CAMBIOS DE FASE: EBULLICIÓN Y CONDENSACIÓN

**Descripción:**

1. Transferencia de calor con cambio de fase.
2. Ebullición de líquidos tanto en recipiente como en convección forzada. Sobrecalentamiento Máximo flujo de calor. Mínimo flujo de calor y ebullición pelicular. Producción de vapor.
3. Condensación de vapores. Condensación en gota y en película. Subenfriamiento crítico. Condensación de vapores sobrecalentados.

**Actividades vinculadas:**

- Actividad 1: Clases de explicación teórica  
Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación  
Actividad 3: Sesión de problemas al aula  
Actividad 4: Problemas fuera del aula

**Dedicación:** 23h

Grupo grande/Teoría: 6h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h  
Aprendizaje autónomo: 15h



## BESCANVIADORES DE CALOR

**Descripción:**

1. Definición. Clasificación. Coeficiente global de transferencia de calor.
2. Distribución de temperaturas en los intercambiadores de calor. Diferencia de Temperaturas mediana logarítmica (LMTD).
3. Eficiencia de un intercambiador. Método  $\alpha e^{-\delta NTU}$ . Optimización.
4. Criterios de selección de intercambiadores.
5. Evaporadores. Tipo. Evaporadores de efecto simple. Evaporadores de efecto múltiple. Evaporación en material biológico.

**Actividades vinculadas:**

- Actividad 1: Clases de explicación teórica  
Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación  
Actividad 3: Sesión de problemas al aula  
Actividad 4: Problemas fuera del aula

**Dedicación:** 25h

Grupo grande/Teoría: 6h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h  
Aprendizaje autónomo: 15h

## TRANSFERENCIA DE CALOR POR RADIACIÓN

**Descripción:**

1. Introducción a la radiación térmica.
2. Radiación del cuerpo negro. Leyes de Planck y Stefan Boltzmann.
3. Propiedades de la radiación. Clasificación de \*as superficies.
  - 3.1. Absorbancia, reflectancia, transmitancia. Propiedades.
  - 3.2. Emisividad.
  - 3.3. Ley de Kirchhoff.
4. Intensidad de la radiación. Ángulo sólido. Factores de forma de la radiación.
5. Canje de calor entre superficies por radiación.
  - 5.1. Entre superficies negras.
  - 5.2. Entre superficies grises.
  - 5.3. Con gases que emiten y absorben radiación.
  - 5.4. Escudos para la radiación.
6. Transporte de calor combinado miedo conducción, convección y radiación.
7. Calentamiento mediante microondas.

**Actividades vinculadas:**

- Actividad 1: Clases de explicación teórica  
Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación  
Actividad 3: Sesión de problemas al aula  
Actividad 4: Problemas fuera del aula  
Actividad 5: Trabajo guiado optativo: Sesiones de prácticas de cálculo al aula de ordenadores

**Dedicación:** 25h

Grupo grande/Teoría: 6h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h  
Aprendizaje autónomo: 15h



## RADIACIONES IONIZANTES

### Descripción:

1. Definición. Tipo.
2. Ley de la desintegración radiactiva.
3. Dosis. Dosis efectiva biológica.
4. Efectos de las radiaciones ionizantes sobre la materia.
5. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.
6. Aplicaciones: esterilización y pasteurización de material biológico. Producción de variedades genéticas.

### Actividades vinculadas:

- Actividad 1: Clases de explicación teórica  
Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación  
Actividad 3: Sesión de problemas al aula  
Actividad 4: Problemas fuera del aula

### Dedicación: 18h

Grupo grande/Teoría: 4h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h  
Aprendizaje autónomo: 12h

## ACTIVIDADES

### ACTIVIDAD 1: CLASES DE EXPLICACIÓN TEÓRICA

**Dedicación:** 38h  
Grupo grande/Teoría: 38h

### ACTIVIDAD 2: PRUEBAS INDIVIDUALES DE EVALUACIÓN

**Dedicación:** 2h  
Grupo grande/Teoría: 2h

### ACTIVIDAD 3: SESIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA

**Dedicación:** 40h  
Aprendizaje autónomo: 20h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 20h

### ACTIVIDAD 4: PROBLEMAS FUERA DEL AULA

**Dedicación:** 30h  
Aprendizaje autónomo: 30h

### ACTIVIDAD 5: TRABAJO GUIADO OPTATIVO: SESIONES DE PRÁCTICAS DE CÁLCULO EN AULA DE ORDINADORES

**Dedicación:** 10h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 10h



## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

N1: Una prueba escrita de ejercicios cortos.

N2: Una prueba escrita de problemas.

N3: Participación y ejercicios entregados de las sesiones dirigidas de problemas.

Nfinal= 0,45N1 + 0,45N2 + 0,1N3

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Çengel, Yunus A. Transferencia de calor y masa : un enfoque práctico [en línea]. 3a ed. México [etc.]: McGraw-Hill, 2007 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a : [https://www-ingebok-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=10213](https://www-ingebok-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=10213). ISBN 9789701061732.
- Kreith, Frank; Bohn, Mark S. Principios de transferencia de calor. 6a ed. Madrid: International Thomson, 2002. ISBN 8497320611.

### Complementaria:

- McCabe, Warren L.; Smith, Julian C.; Harriott, Peter. Unit operations of chemical engineering. 7a ed. Boston: McGraw-Hill, 2005. ISBN 0071247106.
- Pascual España, Bernardo. Riegos de gravedad y a presión [en línea]. Valencia: UPV, 2007 [Consulta: 17/11/2022]. Disponible a : <https://lectura-unebook-es.recursos.biblioteca.upc.edu/viewer/9788490489505>. ISBN 9788483630839.
- Griskey, Richard G. Transport phenomena and unit operations : a combined approach. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, 2006. ISBN 9780471998143.
- Geankoplis, Christie J. Transport processes and unit operations. 3rd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall International, 1993. ISBN 013045253X.
- Doran, Pauline M. Principios de ingeniería de los bioprocesos. Zaragoza: Acritia, 1998. ISBN 8420008532.