

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

FICHA CURRICULAR

1. Datos Generales

Departamento	Ingeniería Agroindustrial
Nombre del programa	Ingeniero Agroindustrial
Asignatura	Fenómenos de Transferencia
Carácter	Obligatoria
Tipo	Teórico - práctico
Pre-requisitos	Matemáticas, Termodinámica, Fisico-química, Balances de Materia y Energía.
Nombre del profesor	Dr. Teodoro Espinosa Solares
Grado / semestre	6° / 1°
Horas teoría - práctica/semana	5
Horas totales del curso	80

2. Introducción

Ubicación de la asignatura en el plan de estudios

Año: 6°
Semestre: V

Relación horizontal

Esta materia se relaciona horizontalmente con los cursos de Producción de hortalizas y Sistemas de producción animal. Los temas en que coincide este curso con aquéllos incluyen la parte introductoria del curso donde se abordan los Fenómenos de Transferencia como invariantes de las Operaciones Unitarias, así como el capítulo de la Transferencia de calor.

Relación vertical.

Esta materia da continuidad a los cursos de Termodinámica, Fisicoquímica y Balances de Materia y Energía. Además es la base de diversos cursos, entre los que se encuentran:

- Operaciones unitarias
- Conservación y Transformación de Alimentos
- Ingeniería de Procesos
- Tecnología postcosecha

- Producción de Frío
- ETIPA
- Ingeniería de Planta.

Tipo de conocimiento que enfatiza la asignatura.

Esta asignatura de carácter teórico-práctico y de formación básica resaltando el análisis de los fenómenos de transferencia (calor, masa y momento).

3. Metodología del trabajo

Modalidad de la asignatura: Curso.

Lugar de trabajo: Aula, Laboratorio y Sala de cómputo.

Recursos materiales y didácticos:

Los medios a utilizar son:

- Material impreso (libros, revistas, ejercicios impresos)
- Material audiovisual (diapositivas, acetatos, videos)
- Visitas a instalaciones industriales.
- Laboratorio de Procesos Unitarios.
- Sala de cómputo.
- Software para PC.

Métodos y formas de enseñanza

En la presente asignatura se pretende utilizar una base orientadora de la acción (BOA) la cual incluye cuatro etapas: motivación, profundización, retroalimentación y evaluación. Estas BOA se aplicarán al interior de cada tema. Cada una de las etapas antes mencionadas incluyen:

- La etapa de **motivación** incluye en la mayoría de los casos ejemplificaciones de la aplicación de los Fenómenos de Transferencia en el ámbito Agroindustrial. Asimismo, desde el inicio del semestre se solicita una revisión documental en donde se considere la aplicación de alguno de los Fenómenos de Transferencia (calor, masa o momento).
- En el caso de la **profundización** se manejan diferentes aspectos como son:
 - ✓ Conferencia magistral, sobre todo aquellos que involucre el desarrollo de algunos conceptos.
 - ✓ Resolución de problemas en grupo.
 - ✓ Resolución de problemas por equipo.
 - ✓ Resolución de problemas de manera individual.
 - ✓ Tareas extraclase.
 - ✓ Prácticas de laboratorio.
 - ✓ Presentación de seminario.

- ✓ Examen denominado previo. Este examen se realizará de manera individual o por equipo de 3 personas, y es el primero de los dos exámenes que se realizan por tema.
- La **retroalimentación** se da a través de:
 - ✓ Resolución de problemas
 - ✓ Resolución de tareas.
 - ✓ Asesorías.
 - ✓ Resolución de exámenes.
 - ✓ Investigación documental. En esta etapa el estudiante aborda el estudio de un trabajo de investigación en donde se ejemplifique la aplicación de los conceptos abordados en clase.

Evaluación

La **evaluación** considera fundamentalmente los siguientes aspectos:

- **Exámenes** de 6 a 8. Se realizan dos exámenes del mismo tema, al primero de ellos se les ha denominado examen previo y al segundo como parcial. El examen previo se realizará por equipo(2 a 3 personas), con la finalidad de favorecer la discusión y el intercambio de conocimientos entre los estudiantes y de esta forma mejorar el aprovechamiento. El examen parcial será de manera individual.
- **Tareas y prácticas de laboratorio.** Se realizarán en equipo de 2 a 3 personas.
- **Revisión documental** Se pretende que el estudiante realice este trabajo utilizando referencias que permitan actualizar el campo del conocimiento estudiado.
- **Seminario.** El estudiante presentará los resultados de su revisión documental ante el grupo.
- **Otros criterios** para recibir incrementos en la calificación. Se otorgan a lo largo del semestre puntos extra para el examen preparcial por solución durante la clase de algunos problemas y por asistencia a los seminarios de investigación del DIA.

PROGRAMA DE ESTUDIO

4. Presentación

Esta asignatura permite integrar los conocimientos adquiridos en los cursos de Termodinámica, Fisicoquímica y Balances de Materia y Energía a través del estudio de los Fenómenos que se presentan de manera frecuente en los procesos industriales, los cuales se pueden considerar como las invariantes de las Operaciones Unitarias. Así, el curso de Fenómenos de Transferencia brinda las bases que permiten al estudiante analizar los procesos productivos de la Agroindustria, desde el punto de vista de la transferencia de calor, masa y momento. De esta forma, se contribuirá a que el estudiante, desarrolle el pensamiento analítico que le permita afrontar los problemas del ámbito agroindustrial.

5. Objetivos

- ✓ Analizar los fenómenos de transferencia (momento, calor y masa) que se presentan en los procesos agroindustrial.
- ✓ Desarrollar el pensamiento analítico de los Fenómenos de transferencia que ocurren en los procesos productivos agroindustriales.
- ✓ Propiciar la capacidad de comunicación del estudiante a dos niveles: investigación documental y presentación de seminario.

6. Contenido temático

1. LOS FENÓMENOS DE TRANSFERENCIA Y MÉTODOS PARA SU ESTUDIO.

Los Fenómenos de Transferencia como invariantes de las Operaciones Unitarias.

Ecuación general de los Fenómenos de Transferencia.

Leyes que describen los Fenómenos de Transferencia.

El análisis dimensional.

2. TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.

Clasificación de los fluidos y tipos de flujo.

Ecuaciones de Bernoulli y de continuidad.

Flujo en tubos circulares.

Viscosimetría.

3. TRANSFERENCIA DE CALOR.

Conducción, convección y radiación.

Transferencia de calor en estado estacionario y no estacionario.

Coefficientes de película y globales de transferencia de calor.

4. TRANSFERENCIA DE MASA.

La difusión en diferentes sistemas.

Difusión en estado estacionario y no estacionario.

Coefficientes de transferencia de masa.

UNIDAD 1 LOS FENÓMENOS DE TRANSFERENCIA Y MÉTODOS PARA SU ESTUDIO

Objetivos:

- ✓ Identificar las leyes que rigen los Fenómenos de transferencia que se presentan en los procesos agroindustriales.
- ✓ Analizar los alcances de los diferentes niveles de estudio de los Fenómenos de Transferencia.

Contenido

Sistema de habilidades	Sistema de conocimientos	Métodos
<ul style="list-style-type: none">• Relacionar los Fenómenos de Transferencia con las Operaciones Unitarias de la Agroindustria.• Comprender la relación que existe entre los diferentes Fenómenos de Transferencia.• Identificar y reconocer las leyes que describen los Fenómenos de Transferencia.• Aplicar el análisis dimensional para la obtención de grupos adimensionales.	<ul style="list-style-type: none">• Los Fenómenos de Transferencia como invariantes de las Operaciones Unitarias.• Ecuación general de los Fenómenos de Transferencia.• Leyes que describen los Fenómenos de Transferencia.• El análisis dimensional.	<p>1, 2, 6</p> <p>1, 3</p> <p>1, 3, 4</p> <p>1, 3, 5</p>

Práctica

Las prácticas a realizar son:

- Identificación de los fenómenos de transferencia que se presentan en diversos procesos agroindustriales.
- Clasificación de las Operaciones Unitarias en la Agroindustria por el tipo de Fenómeno de Transferencia predominante.
- Obtención de grupos adimensionales.

Método

De acuerdo a la tercera fila del sistema de conocimientos y habilidades:

- (1) Conferencia magistral
- (2) Resolución de problemas en grupo.
- (3) Resolución de problemas por equipo.
- (4) Resolución de problemas de manera individual.
- (5) Tareas extraclase.
- (6) Prácticas de laboratorio.

Tiempo

Teoría	14 horas.
Práctica	6 horas.

UNIDAD 2 TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Objetivos

- ✓ Entender, analizar y aplicar la transferencia de momento en la solución de problemas derivados del quehacer agroindustrial.
- ✓ Propiciar la capacidad de comunicación del estudiante a dos niveles: investigación documental y presentación de seminario.

Contenido

Sistema de habilidades	Sistema de conocimientos	Métodos
<ul style="list-style-type: none">• Identificar, evaluar y clasificar los fluidos y los tipos de flujo.	<ul style="list-style-type: none">• Clasificación de los fluidos y tipos de flujo.	1, 2, 6
<ul style="list-style-type: none">• Aplicar los balances de materia y energía a sistemas en movimiento.	<ul style="list-style-type: none">• Ecuaciones de Bernoulli y de continuidad.	1, 3, 4, 5
<ul style="list-style-type: none">• Evaluar los cambios que ocurren en un sistema cuando se modifica la cantidad de movimiento del mismo.	<ul style="list-style-type: none">• Flujo en tubos circulares.	1, 3, 4, 5
<ul style="list-style-type: none">• Calcular las propiedades de flujo.	<ul style="list-style-type: none">• Viscosimetría.	6, 7

Práctica

Las prácticas a realizar son:

- Visualización de los flujos laminar y turbulento.
- Aplicación de la ecuación general de balance de energía en la medición del flujo de fluidos.
- Determinación de las propiedades de flujo.

Métodos:

De acuerdo a la tercera fila del sistema de conocimientos y habilidades:

- (1) Conferencia magistral
- (2) Resolución de problemas en grupo.
- (3) Resolución de problemas por equipo.
- (4) Resolución de problemas de manera individual.
- (5) Tareas extraclase.
- (6) Prácticas de laboratorio.
- (7) Presentación de seminario.

Tiempo

Teoría	14 horas.
Práctica	6 horas.

UNIDAD 3 TRANSFERENCIA DE CALOR

Objetivos:

- ✓ Entender, analizar y aplicar la transferencia de calor en la solución de problemas derivados del quehacer agroindustrial.
- ✓ Propiciar la capacidad de comunicación del estudiante a dos niveles: investigación documental y presentación de seminario.

Contenido

Sistema de habilidades	Sistema de conocimientos	Métodos
<ul style="list-style-type: none">• Identificar, evaluar y clasificar los mecanismos de transferencia de calor.	<ul style="list-style-type: none">• Conducción, convección y radiación.	1, 2, 6
<ul style="list-style-type: none">• Aplicar los balances de materia y energía a la transferencia de calor.	<ul style="list-style-type: none">• Transferencia de calor en estado estacionario y no estacionario.	1, 3, 5, 6,7
<ul style="list-style-type: none">• Identificar y seleccionar ecuaciones para el cálculo coeficientes de transferencia de calor	<ul style="list-style-type: none">• Coeficientes de película y globales de transferencia de calor.	1, 3, 4, 6,7

Práctica

Las prácticas a realizar son:

- Evaluación de los mecanismos de transferencia de calor.
- Cálculo e interpretación de la transferencia de calor.
- Cálculo de coeficientes de transferencia de calor.

Métodos:

De acuerdo a la tercera fila del sistema de conocimientos y habilidades:

- (1) Conferencia magistral
- (2) Resolución de problemas en grupo.
- (3) Resolución de problemas por equipo.
- (4) Resolución de problemas de manera individual.
- (5) Tareas extraclase.
- (6) Prácticas de laboratorio.
- (7) Presentación de seminario.

Tiempo

Teoría	14 horas.
Práctica	6 horas.

UNIDAD 4. TRANSFERENCIA DE MASA

Objetivos

- ✓ Entender, analizar y aplicar la transferencia de masa en la solución de problemas derivados del quehacer agroindustrial.
- ✓ Propiciar la capacidad de comunicación del estudiante a dos niveles: investigación documental y presentación de seminario.

Contenido

Sistema de habilidades	Sistema de conocimientos	Métodos
<ul style="list-style-type: none">• Identificar, evaluar y clasificar los mecanismos de transferencia de masa.	<ul style="list-style-type: none">• La difusión en diferentes sistemas.	1, 2, 6,7
<ul style="list-style-type: none">• Aplicar los balances de materia y energía a la transferencia de masa.	<ul style="list-style-type: none">• Difusión en estado estacionario y no estacionario.	1, 3, 6,7
<ul style="list-style-type: none">• Identificar y seleccionar ecuaciones para el cálculo coeficientes de transferencia de masa.	<ul style="list-style-type: none">• Coeficientes de transferencia de masa.	1, 3, 4, 6,7

Práctica

Las prácticas a realizar son:

- Evaluación de los mecanismos de transferencia de masa.
- Cálculo e interpretación de la transferencia de masa.
- Cálculo de coeficientes de transferencia de masa.

Métodos:

De acuerdo a la tercera fila del sistema de conocimientos y habilidades:

- (1) Conferencia magistral
- (2) Resolución de problemas en grupo.
- (3) Resolución de problemas por equipo.
- (4) Resolución de problemas de manera individual.
- (5) Tareas extraclase.
- (6) Prácticas de laboratorio.
- (7) Presentación de seminario.

Tiempo

Teoría	14 horas.
Práctica	6 horas.

7. Evaluación

La **evaluación** se divide en dos partes teoría (exámenes) y práctica (los demás criterios). Así para la evaluación de la asignatura se considera:

- **Exámenes** de 6 a 8. Se realizan dos exámenes del mismo tema, al primero de ellos se les ha denominado examen previo y al segundo como parcial. El examen previo se realizará por equipo(2 a 3 personas), con la finalidad de favorecer la discusión y el intercambio de conocimientos entre los estudiantes y de esta forma mejorar el aprovechamiento. El examen parcial será de manera individual.
- **Tareas y prácticas de laboratorio.** Se realizarán en equipo de 2 a 3 personas.
- **Revisión documental** Se pretende que el estudiante realice este trabajo utilizando referencias que permitan actualizar el campo del conocimiento estudiado.
- **Seminario.** El estudiante presentará los resultados de su revisión documental ante el grupo.
- **Otros criterios** para recibir incrementos en la calificación. Se otorgan a lo largo del semestre puntos extra para el examen preparcial por solución durante la clase de algunos problemas y por asistencia a los seminarios de investigación del DIA.

La ponderación será la siguiente:

Exámenes 50%

Tareas y prácticas de laboratorio 30%

Revisión documental y seminario 20%

Nota aclaratoria: Para poder promediar la evaluación de teoría y la de práctica **es requisito indispensable aprobar ambas evaluaciones.** En caso de obtener calificación no aprobatoria en teoría o en práctica, no podrá tomarse el promedio como calificación final, reportándose la calificación más baja.

8. Bibliografía

Básica:

1. Fox, R.W. y McDonald, A.T. Introducción a la mecánica de fluidos. 916 p. (1997)
2. Incropera, F.P. y DeWitt, D.P. Fundamentos de Transferencia de calor. Pentrice Hall. 912 p. (1999)
3. Levenspiel, O. Flujo de fluidos e intercambio de calor. Ed. Reverté. 373 p. (1993)
4. Treybal, R.E. Operaciones de transferencia de masa. McGraw Hill 858p(1988)
5. Welty, J.R.; Wicks, Ch.E., y Wilson, R.E.. Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa. Limusa. 687 p. (1989)

Complementaria:

1. Bird, R.B.; Stewart, W.E., y Lighthfoot, E.N.. Fenómenos de transporte. Ed. Reverté. (1992)
2. Costa , J.; Cervera, S.; Cunill, F.; Esplugas, S; Mans, C, y Mata, J.. Curso de Ingeniería Química. Ed. Reverté 440p. (1994)
3. Heldman, D.R. y Singh, P.. Food process engineering. AVI (1981)
4. Holman, J.P.. Transferencia de calor. CECOSA (1986)
5. Rao, M.A. y Rizvi, S.S.H.. Engineering Properties of foods. Marcel Dekker. 398 p.(1993)
6. Spiegel, M.R. y Abellanas R., L. Fórmulas y tablas de matemática aplicada. McGraw-Hill. 326 p. (1988)