

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Operaciones Unitarias II
Carrera:	<b>Ingeniería Bioquímica</b>
Clave de la asignatura:	<b>BQJ-1018</b>
SATCA*	<b>4-2-6</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### Caracterización de la asignatura.

La asignatura aporta el perfil del Ingeniero Bioquímico las bases para diseñar, seleccionar, operar y adaptar equipos en procesos industriales que involucren la transferencia de masa y calor.

En la industria de procesos biológicos y de alimentos, existen muchas semejanzas en cuanto a la forma en que los materiales de entrada o de alimentación se modifican o se procesan para obtener los materiales finales de productos biológicos. Es posible considerar estos procesos, aparentemente diferentes, y clasificarlos en una serie de etapas individuales y diferentes llamadas operaciones unitarias, mismas que son comunes a todos los tipos de industrias de proceso.

Las operaciones unitarias estudian principalmente la transferencia y los cambios de energía, transferencia y cambios de materiales que se llevan a cabo por medios físicos, pero también por medios fisicoquímicos. A continuación se presenta una clasificación de las operaciones que incluyen la asignatura.

**Adsorción** Es una operación que se caracteriza por la transferencia de masa de un soluto en un fluido por su deposición en un sólido poroso; en ocasiones el soluto a separar es un componente valioso que se desea recuperar y en otras un contaminante del fluido que se desea eliminar. El intercambio iónico consiste en la transferencia de un ión no deseable contenido en un fluido a una resina iónica que proporciona un ión más apropiado.

**Evaporación.** Operación caracterizada por la transferencia de calor, que estudia la evaporación de un disolvente volátil (como el agua), de un soluto no volátil como el azúcar o cualquier otro tipo de material en solución.

**Extracción líquido-líquido.** En este caso, el soluto de una solución líquida se separa poniéndola en contacto con otro disolvente líquido que es relativamente inmisible en la solución.

**Lixiviación (extracción líquido-sólido).** Consiste en el tratamiento de un sólido finamente molido con un líquido que disuelve y extrae un soluto contenido en el sólido y la cristalización, se refiere a la extracción de un soluto, tal como la sal, de una solución por medio de la precipitación de dicho soluto.

La asignatura es parte de la formación genérica de la carrera y la competencia que se logrará en el desarrollo, es la capacidad para explicar los fenómenos involucrados en la transferencia de masa y calor para el diseño y equipo,

Esta materia dará soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales que se declaran en el perfil de egresado del futuro Ingeniero Bioquímico.

### Intención didáctica.

Como se mencionó anteriormente el temario contempla 4 unidades temáticas que incluye adsorción e intercambio iónico, evaporación, cristalización y extracción. Cada unidad está estructurada para abordar los fundamentos básicos de la operación unitaria, balances de

---

\* Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

materia y energía, diseño de equipos y aplicaciones industriales.

Se abordan las leyes de la termodinámica al comienzo del curso buscando una visión de conjunto de este campo de estudio. Al estudiar cada ley se incluyen los conceptos involucrados con ella para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado de dichos conceptos. La segunda ley es esencial para fundamentar una visión de economía energética.

Por la naturaleza de la asignatura se requiere que sea teórica-práctica, para lo cual las actividades prácticas promoverán el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

### **3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR**

#### **Competencias específicas:**

- Diseñar y seleccionar equipos que involucren la transferencia de masa y/o calor en diversos procesos.

#### **Competencias genéricas:**

##### **Competencias instrumentales**

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- Comunicación oral y escrita
- Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas
- Habilidad en el uso de tecnologías de la información y de la comunicación
- Capacidad para tomar decisiones

##### **Competencias interpersonales**

- Capacidad para trabajar en equipo
- Compromiso ético
- Capacidad para trabajar en equipo interdisciplinario o multidisciplinario
- Habilidad para trabajar en forma autónoma
- Capacidad crítica y autocrítica

##### **Competencias sistémicas**

- Capacidad para la investigación
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- Capacidad creativa
- Capacidad de aplicar los

	<p>conocimientos en la práctica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor</li> </ul>
--	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
IT de Villahermosa Del 7 al 11 de septiembre de 2009	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: IT de Celaya IT de Culiacán IT de Durango IT de Mérida IT de Morelia IT de Tepic IT de Tijuana IT de Tuxtepec IT de Veracruz IT de Villahermosa ITS de Tehuacán	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la formación y desarrollo de competencias profesionales de la carrera de Ingeniería Bioquímica
Instituto Tecnológico de Tepic del 14 de septiembre de 2009 a 5 de febrero de 2010	Representantes de la Academia de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Tepic Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacán, Tijuana, Tuxtepec, Veracruz y Villahermosa	Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Bioquímica. Reunión nacional de consolidación de la carreras de ingeniería en Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias.
IT de Celaya Del 8 al 12 de febrero de 2010	Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes de: IT de Celaya IT de Culiacán IT de Durango IT de Mérida IT de Morelia IT de Tijuana IT de Tuxtepec IT de Veracruz	Reunión Nacional de Consolidación de la carrea de Ingeniería Bioquímica

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
	IT de Villahermosa ITS de Tehuacán	

### 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Diseñar y seleccionar equipos que involucren la transferencia de masa y/o calor en diversos procesos.

### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Aplicar la primera Ley de la Termodinámica.
- Realizar balances macroscópicos de materia y energía
- Uso e interpretación de diagramas de equilibrio
- Uso de tabla de datos termodinámicos
- Aplicación de propiedades coligativas de las soluciones
- Cálculo de Coeficientes globales de transferencia de calor y de masa
- Solución numérica de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.
- Manejo de tablas de Capacidades caloríficas y Calores latentes.
- Solución numérica de matrices e integrales.

### 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Adsorción e Intercambio iónico.	1.1. Adsorción. 1.1.1. Fundamentos de adsorción (equilibrio de adsorción, Velocidades de adsorción). 1.1.2. Ecuaciones de balance-materia. 1.1.3. Diseño de un adsorbedor de lecho fijo. 1.2. Intercambio iónico. 1.2.1. Isotermas de sorción de intercambio 1.2.2. Método para el diseño de la columna de intercambio iónico.
2	Evaporación.	2.1. Aplicación y clasificación 2.2. Factores que afectan a la operación de evaporación 2.3. Diseño térmico de un evaporador de simple efecto 2.4. Diseño térmico de un sistema de evaporación de múltiples efectos
3	Cristalización.	3.1. Fundamentos de la cristalización (Tipos de cristales, Diagramas de equilibrio Nucleación y crecimiento de cristales) 3.2. Balance de materia y energía en cristalizadores por enfriamiento y por evaporación 3.3. Rendimiento de la cristalización 3.4. Criterios para la selección y diseño de cristalizadores.

4	Extracción	4.1. Extracción líquido-líquido 4.1.1. Fundamentos de la extracción líquido-líquido (Importancia, Características del disolvente, Equipos de extracción, Equilibrio. 4.1.2. Extracción en una etapa. 4.1.3. Extracción en etapas múltiples 4.2. Lixiviación 4.2.1. Fundamentos de la extracción sólido-líquido(Importancia, Características del disolvente, Equipos de extracción, Equilibrio). 4.2.2. Lixiviación en una etapa 4.2.3. Lixiviación en etapa múltiple
---	------------	---

### 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

La estrategia de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura se abordara a través de diferentes métodos:

- Estimar mediante un examen diagnóstico el nivel de aprendizaje y comprensión de los conocimientos previos, con objeto de homogeneizarlos.
- Solución de ejercicios en clase y como tarea donde el estudiante logre la integración de los contenidos ya sea de manera individual o por equipos, dando alternativas de solución y discutirlos en reuniones plenarias.
- Organizar pláticas y conferencias
- Discusión de artículos de revistas técnicas extranjeras acerca de los temas vistos en el curso
- Reforzar el aprendizaje con el uso de software existente.
- Realizar una recapitulación de los temas principales, al término de cada unidad.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente.
- Propiciar el uso de tecnologías de la información el desarrollo de la asignatura.
- Desarrollar actividades de laboratorio donde se propicie la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.

### 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

Se sugiere tomar en consideración:

- Participación activa y critica en clase.
- Solución de problemas en clase y tarea de manera individual y equipo.
- Los lineamientos para la elaboración de trabajos y tareas: portada, índice, desarrollo, análisis, conclusiones y referencia.
- Exposiciones por parte del alumno.
- Los reportes de laboratorio, visitas industriales e investigación que serán entregados en tiempo y forma, cumpliendo las reglas gramaticales del idioma.
- Participación en la discusión de los artículos técnicos revisados
- Bateria de ejercicios resueltos de las unidades que se van desarrollando
- Examen de conocimientos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y prácticas de la asignatura.
- Desarrollo y presentación de proyectos.

- Desarrollo de programas de computadora y las simulaciones realizadas

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Adsorción e intercambio iónico

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Comprender los conceptos del fenómeno de adsorción e intercambio iónico y aplicarlos en la selección de los equipos utilizados y determinar las condiciones de operación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisa las aplicaciones del fenómeno de Adsorción</li> <li>• Identificar los diferentes tipos de adsorbentes y sus características</li> <li>• Aplicar los principios de balance de materia en el diseño de equipo de adsorción</li> <li>• Resolver problemas de columnas de adsorción en lecho estático y en lecho fluidizado.</li> <li>• Seleccionar columnas de adsorción.</li> <li>• Aplicar los fundamentos del intercambio iónico en el diseño de equipo que involucra este fenómeno.</li> <li>• Utilizar técnicas computacionales y software, como apoyo en la solución de problemas para ambas operaciones</li> </ul>

### Unidad 2: Evaporación

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Calcular térmicamente un evaporador de simple y múltiple efecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar los conceptos básicos de la evaporación</li> <li>• Conocer e identificar los diferentes tipos de evaporadores y el uso de cada uno de ellos.</li> <li>• Analizar los criterios técnicos para el diseño de los evaporadores</li> <li>• Resolver planteamientos dados por el profesor en grupos de trabajo, los cuales sean de múltiple solución para el cálculo de un evaporador de simple y múltiple efecto incluyendo precalentamiento, condensación y recompresión.</li> <li>• Utilizar simuladores comerciales para el diseño de evaporadores</li> <li>• Investigar procesos donde se incluya la operación de evaporación e interpretarlo.</li> <li>• Describir las características de los instrumentos de medición empleados en los equipos involucrados en esta operación con la finalidad de seleccionar el adecuado a condiciones específicas</li> </ul>

### Unidad 3: Cristalización

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje

<p>Interpretar las diferentes condiciones de operación, seleccionará la forma de cristalizar y el tipo del cristalizador.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar los conceptos fundamentales de la cristalización</li> <li>• Investigar las características principales los equipos de cristalización empleados en la industria.</li> <li>• Resolver problemas para la selección y diseño de equipos</li> <li>• Investigar y analizar los criterios técnicos y económicos que incidan en la selección del cristalizador</li> <li>• Resumir y comentar en grupo los criterios fundamentales para el diseño y selección de cristalizadores.</li> </ul>
---	---

**Unidad 4: Extracción**

<p><b>Competencia específica a desarrollar</b></p>	<p><b>Actividades de Aprendizaje</b></p>
<p>Seleccionar y aplicar los métodos de diseño de equipo de extracción de acuerdo al sistema a separar así como a las condiciones de operación</p>	<p>Extracción líquido-líquido</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las características de los equipos de extracción a través de visitas industriales o por investigación documental</li> <li>• Utilizar los diferentes sistemas gráficos para aplicarlos en la operación de extracción</li> <li>• Calcular los parámetros de diseño del equipo requerido para la extracción en una sola etapa.</li> <li>• Calcular los parámetros de diseño del equipo requerido para una extracción en etapas múltiples</li> <li>• Seleccionar los tipos de extractores utilizados</li> </ul> <p>Lixiviación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las características de los equipos de extracción a través de visitas industriales o por investigación documental.</li> <li>• Obtener la solución de problemas de procesos de lixiviación en una etapa y etapas múltiples empleando métodos gráficos y numéricos.</li> <li>• Describir los equipos empleados en lixiviación.</li> </ul> <p>Para ambas operaciones se sugiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar simuladores comerciales para el diseño y análisis de equipos de extracción.</li> <li>• Realizar ejercicios de diseño de procesos de extracción líquido- líquido multietapas</li> </ul>

	<p>por métodos numéricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un ensayo sobre las implicaciones ambientales de la operación unitaria de extracción.</li> <li>• Investigar aplicaciones de la extracción en el área de la Ingeniería Bioquímica.</li> <li>• Visitar empresas.</li> </ul>
--	---

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Kern Donald, Q. *Procesos de Transferencia de Calor*. 31ª. Ed. CECSA. México. 1999.
2. Mc.Cabe, J. C. Smith, J. C. y Harriot, P. *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. 6ª. Ed. Mc.Graw – Hill Interamericana Editores España 2002.
3. Geankoplis, Christie J. *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*. 3ª. Ed. CECSA. México, D.F. 2005.
4. Stanley M., Walas. *Chemical Process Equipment: Selection and design*. Butterworth – Heinemann. Series in Chemical Engineering. U.S.A. 1988.
5. Holman, J. P. *Transferencia de Calor*. 8ª. Ed. Mc Graw – Hill. México. 1998.
6. Ludwig, Ernest E. *Design for Chemical and Petrochemical Plants*. GPC. 3rd Edition, 1993.
7. Coulson, J. M. y Richardson, J. F. *Ingeniería Química (Solución de problemas)*. Reverté S.A. Barcelona. 1980.
8. Foust, A.,S. & Wensel, L. A. *Principios de Operaciones Unitarias*. 6ª. Ed. CECSA. México. 1997.
9. Perry, R.H. y Green D.W.,. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7th ed., McGraw-Hill, New York. 1997.
10. Levespiel, O. *Flujo de fluidos e Intercambio de Calor*. Reverté. Barcelona. 1993.
11. Henley, E. J. & Seader, J. D. *Equilibrium - Stage Separation Operations in Chemical Engineering*. John Wiley & Sons Inc. U.S.A. 1981.
12. King, Judson. *Procesos de separación*. Editorial Reverté. Barcelona, España 1980.
13. Yang, Ralph T. *Gas Separation by Adsorption Process*. Butterworth-Heinemann. U.S.A. 1987.
14. Valenzuela, D. P. & Myres, Alan L. *Adsorption Equilibrium Data Handbook*. Prentice-Hall International Editions, Englewood Cliffs, N.J. 1989.

### Software:

1. Simulador Aspen.
2. Simulador Hysys.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Obtención de una solución concentrada de Sacarosa en un evaporador
- Concentración de leche en un evaporador.
- Determinación del efecto de la concentración sobre el punto de ebullición de una solución
- Cristalización por evaporación
- Cristalización por enfriamiento
- Balances de materia y energía en un equipo de extracción Líquido-Líquido
- Extracción de café a partir de granos de café tostado y molido.
- Balances de materia y energía experimentales en un equipo de extracción Sólido-Líquido
- Determinación experimental de eficiencias de Lixiviación