

**Universidad Autónoma del Estado de México**  
**Facultad de Química**  
**Licenciatura en Ingeniería Química**



**Guía Pedagógica:**  
**Flujo de Fluidos**

Elaboró: M. en C. Q. Eduardo Martín del Campo López  
Dr. Armando Ramírez Serrano

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha de  
aprobación

H. Consejo académico  
11 de julio de 2017

H. Consejo de Gobierno  
12 de julio de 2017





## Índice

	Pág.
I. Datos de identificación	3
II. Presentación de la guía pedagógica	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular	4
IV. Objetivos de la formación profesional	5
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje	6
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización	6
VII. Acervo bibliográfico	20
VIII. Mapa curricular	21



**I. Datos de identificación**

Espacio educativo donde se imparte	<b>Facultad de Química</b>								
Licenciatura	<b>Ingeniería Química</b>								
Unidad de aprendizaje	<b>Flujo de Fluidos</b>		<b>Clave</b>						
Carga académica	3	0	3	6					
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos					
Período escolar en que se ubica	1	2	3	4	<b>5</b>	6	7	8	9
Seriación	Ninguna		Ninguna						
	UA Antecedente		UA Consecuente						

**Tipo de Unidad de Aprendizaje**

Curso	<input checked="" type="checkbox"/>	Curso taller	<input type="checkbox"/>
Seminario	<input type="checkbox"/>	Taller	<input type="checkbox"/>
Laboratorio	<input type="checkbox"/>	Práctica profesional	<input type="checkbox"/>
Otro tipo (especificar)	<input type="text"/>		

**Modalidad educativa**

Escolarizada. Sistema rígido	<input type="checkbox"/>	No escolarizada. Sistema virtual	<input type="checkbox"/>
Escolarizada. Sistema flexible	<input checked="" type="checkbox"/>	No escolarizada. Sistema a distancia	<input type="checkbox"/>
No escolarizada. Sistema abierto	<input type="checkbox"/>	Mixta (especificar)	<input type="text"/>

**Formación común**

Ingeniería Química 2015	<input type="checkbox"/>	Química 2015	<input type="checkbox"/>
Química en Alimentos 2015	<input type="checkbox"/>		
Química Farmacéutica Biológica 2015	<input type="checkbox"/>		

**Formación equivalente**

**Unidad de Aprendizaje**



## II. Presentación de la guía pedagógica

Conforme lo indica el Artículo 87 del Reglamento de Estudios Profesionales, la guía pedagógica es un documento que complementa al Programa de Estudios y que no tiene carácter normativo. Proporcionará recomendaciones para la conducción del proceso de enseñanza aprendizaje. Su carácter indicativo otorgará autonomía al personal académico para la selección y empleo de los métodos, estrategias y recursos educativos que considere más apropiados para el logro de los objetivos.

El diseño de esta guía pedagógica responde al Modelo Educativo de la Universidad Autónoma del Estado de México, en el sentido de ofrecer un modelo de enseñanza centrado en el aprendizaje y en el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que brinde a los estudiantes la posibilidad de desarrollar sus capacidades.

El enfoque y los principios pedagógicos que guían el proceso de enseñanza aprendizaje de la Unidad de Aprendizaje (UA) de Flujo de Fluidos, tienen como referente la corriente constructivista del aprendizaje y la enseñanza, según la cual el aprendizaje es un proceso constructivo interno que realiza la persona que aprende a partir de su actividad interna y externa y, por intermediación de un facilitador que propicia diversas situaciones de aprendizaje para facilitar la construcción de aprendizajes significativos contextualizando el conocimiento. Por tanto, la selección de métodos, estrategias y recursos de enseñanza aprendizaje está enfocada a cumplir los siguientes principios: uso de estrategias motivacionales para influir positivamente en la disposición de aprendizaje de los estudiantes; activación de los conocimientos previos de los estudiantes a fin de vincular lo que ya saben con lo nuevo que van a aprender; diseñar diversas situaciones y condiciones que posibiliten diferentes tipos de aprendizaje (por recepción, por descubrimiento, por repetición y significativo); proponer diversas actividades de aprendizaje que brinden al estudiante diferentes oportunidades de aprendizaje y representación del contenido; promover el uso de estrategias de aprendizaje que le posibiliten al estudiante adquirir, elaborar, organizar, recuperar y transferir la información aprendida; facilitar la búsqueda de significados y la interpretación mediada de los contenidos de aprendizaje mediante la organización de actividades colaborativas; y favorecer la contextualización de los contenidos de aprendizaje mediante la realización de actividades prácticas, investigativas y creativas.

## III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

<b>Núcleo de formación:</b>	<b>Sustantivo</b>
<b>Área Curricular:</b>	<b>Ingeniería Química</b>



Carácter de la UA:

Obligatoria

#### IV. Objetivos de la formación profesional.

##### Objetivos del programa educativo:

Formar profesionales en Ingeniería Química con el dominio en tópicos de la Ingeniería Química -físicoquímica, reacciones químicas e ingeniería de procesos-, principios de economía industrial y administración, e inglés; y el desarrollo de habilidades cognitivas (análisis, síntesis, pensamiento crítico, razonamiento matemático, creatividad), para que aplicando metodologías adecuadas, sean capaces de resolver problemas propios de la formación, así como de generar y/u optimizar procesos y proyectos químicos, extractivos y de manufactura, que conlleven a buscar el desarrollo sustentable de su entorno, con responsabilidad social, a través de:

- Intervenir profesionalmente en la administración de procesos y proyectos químicos, extractivos y de manufactura.
- Contribuir en la gestión y transferencia de tecnología de procesos físicoquímicos económicamente redituables.
- Contribuir al progreso científico y la investigación en el ámbito de la ingeniería química mediante la innovación y promoción de nuevas plataformas tecnológicas socialmente necesarias y redituables económicamente.
- Orientar en la eficiente articulación y uso de los recursos humanos, tecnológicos, materiales, energéticos y económicos de las plantas productivas.
- Participar en actividades de comercialización de productos, equipos y servicios relacionados con procesos y proyectos químicos, extractivos y de manufactura.

##### Objetivos del núcleo de formación: Sustantivo

Desarrollar en el alumno el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

##### Objetivos del área curricular o disciplinaria: Ingeniería Química

Contribuir en la formación de los profesionales de la Química a través de la aplicación responsable de conocimientos científicos y técnicos (como las matemáticas, la física, la química y otras ciencias) en la síntesis, diseño, desarrollo, implementación, operación, mantenimiento y optimización de todos aquellos procesos que generan cambios físicos, químicos o bioquímicos en materias primas, productos químicos o procesos industriales con la finalidad de obtener bienes y servicios más útiles, aprovechables o de mayor valor agregado para la solución de problemas en beneficio de la sociedad.



## V. Objetivos de la unidad de aprendizaje

Seleccionar el equipo y la instrumentación comúnmente utilizada para el flujo de fluidos, con el propósito de resolver problemas que se relacionan con el cálculo de caídas de presión, potencia requerida y la eficiencia de los equipos de bombeo de fluidos incompresibles en redes de tuberías, así como los requerimientos energéticos en tanques de agitación de fluidos, principalmente; promoviendo el desarrollo de habilidades para el uso de TIC's y software, así como la calidad en el trabajo y con responsabilidad social.

## VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.

### Unidad 1. Flujo de fluidos no compresibles

**Objetivo:** Determinar la potencia requerida y la eficiencia de equipos, mediante un análisis detallado de las caídas de presión en tuberías y accesorios, para el transporte de fluidos no compresibles en redes de tuberías con arreglo en serie y en paralelo, promoviendo el uso de TIC's y software especializado.

#### Contenidos:

#### 1.1 Tipos de fluidos no compresibles

- 1.1.1 Fluidos no compresibles newtonianos
- 1.1.2 Fluidos no compresibles no newtonianos

#### 1.2 Ecuaciones básicas del flujo de fluidos

- 1.2.1 Balance de masa en un fluido en movimiento; continuidad
- 1.2.2 Balance diferencial del momento; ecuación del movimiento
- 1.2.3 Balances macroscópicos del momento
- 1.2.4 Ecuación de la energía mecánica
  - 1.2.4.1 Ecuación de Bernoulli sin fricción
  - 1.2.4.2 Corrección de la ecuación de Bernoulli debido a la fricción del fluido
  - 1.2.4.3 Trabajo de bomba en la ecuación de Bernoulli

#### 1.3 Esfuerzo cortante y fricción de superficie en tuberías

- 1.3.1 Factor de fricción de Fanning
- 1.3.2 Factor de fricción de Darcy
- 1.3.3 Pérdida de fricción en tubería recta

#### 1.4 Flujo laminar en tuberías y canales

- 1.4.1 Ecuación de Hagen-Poiseuille
- 1.4.2 Flujo laminar de líquidos no newtonianos
- 1.4.3 Flujo laminar en un espacio anular

#### 1.5 Flujo turbulento en tuberías y canales

- 1.5.1 Magnitudes de flujo para flujo turbulento en tuberías circulares lisas
  - 1.5.1.1 Velocidad media
  - 1.5.1.2 Ley de factor de fricción (ecuación Kármán)



1.5.2 Efecto de la rugosidad

1.5.3 Carta gráfica del factor de fricción

**1.6 Fricción debida a variaciones de velocidad o dirección**

1.6.1 Perdida por fricción debida a la expansión de la sección transversal

1.6.2 Perdida por fricción debida a la contracción de la sección transversal

1.6.3 Efecto de válvulas y accesorios

**1.7 Arreglo de tuberías en serie y paralelo**

**1.8 Equipo utilizado para el transporte de fluidos no compresibles**

**1.9 Medidores de flujo**

**Métodos, estrategias y recursos educativos**

**Métodos de enseñanza:**

- Método deductivo.
- Método lógico.
- Método simbólico o verbalístico.
- Método intuitivo.
- Método de sistematización.
- Método activo.
- Método globalizado.
- Método analítico.
- Método colectivo.
- Método mixto de trabajo.
- Método heurístico.

**Técnicas didácticas:**

- Encuadre.
- Examen diagnóstico.
- Integración del grupo.
- Expositiva.
- Lluvia de ideas.
- Lectura recomendada.
- Retroalimentación.

**Estrategias de enseñanza aprendizaje:**

- Preguntas.
- Resumen.
- Apuntes.

**Recursos educativos:**

- Diapositivas.
- Proyector.
- Modelos.



Actividades de enseñanza y de aprendizaje		
Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><u>Encuadre</u>: presentación del docente y de la UA, acordar como se va a llevar a cabo el trabajo en el aula, establecer los criterios de evaluación y acreditación del curso.</p> <p><u>Examen diagnóstico</u>: se aplica un cuestionario para identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre transporte de fluidos en tuberías, accesorios y equipos de bombeo.</p> <p><u>Integración del grupo</u>: el docente indica que los estudiantes se deben integrar en equipos de máximo 3 personas para realizar trabajos, tareas e investigaciones.</p>	<p><b>1.1</b> <u>A1</u>: realizar una investigación sobre las diferencias que existen entre un fluido newtoniano y un fluido no newtoniano.</p> <p><u>Lluvia de ideas</u>: el docente identifica ideas previas y escucha los puntos de vista acerca de la investigación realizada por los estudiantes, sobre la diferencia entre un fluido newtoniano y un no newtoniano.</p> <p><b>1.2 – 1.7</b> <u>Expositiva</u>: el docente presenta información sobre el balance de masa, o ecuación de continuidad, balance de momentum y balance de energía mecánica, en un elemento diferencial de fluido en movimiento, para deducir las ecuaciones que sean útiles para la solución de problemas referentes a procesos de transporte.</p> <p><u>A2</u>: resolver ejercicios de balance de energía mecánica, aplicando la ecuación de Bernoulli, para determinar el comportamiento de un fluido en conductos cerrados (tuberías).</p> <p><u>Expositiva</u>: el docente explica la importancia de las pérdidas de energía mecánica ocasionadas por</p>	<p><u>Retroalimentación</u>: el docente dará información a los alumnos, de manera inmediata y oportuna, acerca de los resultados obtenidos en la serie de ejercicios para que realicen correcciones y mejoren su desempeño.</p> <p><u>A9</u>: realizar, de manera individual, un resumen analítico sintetizando conceptos, planteamientos y propuestas, bajo la organización estructural de los apuntes.</p> <p><u>A10</u>: realizar, por equipo y en Autocad®, los diagramas isométricos y los diagramas de tuberías e instrumentación (DTI's) de la torre de absorción y la torre de destilación, que se encuentran en la Planta Piloto.</p>



	<p>la fricción superficial del fluido, tanto en régimen laminar como turbulento. Además, explica los conceptos de fricción superficial, fricción por expansión y contracción transversal, y fricción por accesorios.</p> <p><u>A3</u>: investigar en bibliografía especializada, los coeficientes de pérdida por fricción en accesorios de tubería</p> <p><u>A4</u>: realizar ejercicios de balance de energía mecánica, utilizando la ecuación de Bernoulli, considerando las pérdidas por fricción superficial y por accesorios.</p> <p><b>1.7</b></p> <p><u>Expositiva</u>: el docente presenta información para el cálculo de tuberías (caudal, diámetro y caída de presión) en dos diferentes tipos de redes de distribución: serie y paralelo. También explica los métodos para tuberías en serie de: Kármán, Hazen-Williams, Fair-Whipple-Hsiao y Swamee-Jain. Para tuberías en paralelo: el método de Darcy. Finalmente, el docente explica el método de Hardy-Cross para solucionar sistemas de distribución en malla.</p> <p><u>A5</u>: realizar ejercicios de cálculo de tuberías con diferentes configuraciones</p>	
--	---	--



	<p>(serie y paralelo).</p> <p><b>1.8</b> <u>Expositiva:</u> El docente brinda información sobre los siguientes conceptos: carga, potencia, elevación de succión y cavitación, para el cálculo de equipos que incrementan la energía cinética (aumento de velocidad, presión o elevación) de un líquido.</p> <p><u>A6:</u> Realizar ejercicios para calcular la carga desarrollada y potencia de una bomba, incluyendo el uso de sus curvas características (capacidad, eficiencia, NSPH).</p> <p><u>A7:</u> realizar una investigación sobre las dos clases más importantes de bombas: bombas de desplazamiento positivo y bombas centrífugas. Incluir en la investigación, las bombas de uso más frecuente en la industria, y en que clasificación se encuentran de acuerdo a sus características.</p> <p><b>1.9</b> <u>Lectura recomendada:</u> el docente proporciona material en electrónico, para que los estudiantes analicen bajo qué condiciones se deben utilizar los medidores venturi o de orificio, para determinar la cantidad de fluido no compresible, que entra o sale de una sección de interés de un proceso</p>	
--	--	--



	determinado.  <u>A8</u> : solucionar, por equipo, la serie de ejercicios que proporcione el docente al final de la unidad temática, procurando el empleo de software especializado.	
1 Hrs.	13 Hrs.	4 Hrs.
<b>Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)</b>		
<b>Escenarios</b>		<b>Recursos</b>
Aula, Sala de Cómputo, Biblioteca y Planta Piloto de Ingeniería Química.		Pintarrón, computadora, acervo bibliográfico, software (Microsoft Excel®, Origin®, Autocad®) y Programa Educativo.

## Unidad 2. Flujo de fluidos compresibles

**Objetivo:** Determinar la potencia requerida y la eficiencia de equipos, mediante un análisis detallado de las caídas de presión en tuberías y accesorios, para el transporte de fluidos compresibles en redes de tuberías de diferente sección transversal, promoviendo el uso de TIC's y software especializado.

### Contenidos:

#### 2.1 Definiciones y ecuaciones básicas

#### 2.2 Procesos de flujo de fluidos compresibles

##### 2.2.1 Flujo isentrópico a través de boquillas

###### 2.2.1.1 Ecuaciones para el flujo isentrópico

###### 2.2.1.2 Efecto del área de la sección transversal

##### 2.2.2 Flujo adiabático con fricción

###### 2.2.2.1 Parámetro de fricción

###### 2.2.2.2 Ecuaciones para el flujo adiabático con fricción

###### 2.2.2.3 Velocidad másica

##### 2.2.3 Flujo isotérmico con fricción

#### 2.3 Equipos utilizados para el transporte de fluidos compresibles

#### 2.4 Medidores de flujo

### Métodos, estrategias y recursos educativos

#### Métodos de enseñanza:

- Método deductivo.
- Método lógico.
- Método simbólico o verbalístico.
- Método intuitivo.



- Método de sistematización.
- Método activo.
- Método globalizado.
- Método analítico.
- Método colectivo.
- Método mixto de trabajo.
- Método heurístico.

**Técnicas didácticas:**

- Inducción.
- Expositiva.
- Retroalimentación.

**Estrategias de enseñanza aprendizaje:**

- Preguntas.
- Resumen.
- Apuntes.

**Recursos educativos:**

- Diapositivas.
- Proyector.
- Modelos.

**Actividades de enseñanza y de aprendizaje**

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><u>Inducción:</u> El docente realiza una breve recapitulación de los conocimientos adquiridos hasta este punto, menciona que para flujo de fluidos no compresibles, el número de Reynolds es el parámetro fundamental, sin embargo, para el flujo de fluidos compresibles, el parámetro fundamental es el número de Mach. También indica la importancia de conocer el modelo del gas ideal, para relacionar de manera simple las propiedades de un fluido compresible (presión, temperatura y densidad).</p>	<p><b>2.1 – 2.2</b> <u>Expositiva:</u> el docente brinda información para que a través de ecuaciones básicas, se predigan cambios de temperatura, densidad, presión y velocidad, cuando fluyen gases por tuberías y experimentan cualquiera de los siguientes procesos: flujo isentrópico, flujo adiabático con fricción y flujo isotérmico con fricción.</p> <p><u>A11:</u> resolver ejercicios que involucran la conducción de un gas a través de conductos cerrados.</p>	<p><u>Retroalimentación:</u> el docente dará información a los alumnos, de manera inmediata y oportuna, acerca de los resultados obtenidos en la serie de ejercicios para que realicen correcciones y mejoren su desempeño.</p> <p><u>A15:</u> elaborar un examen escrito de conocimientos, correspondiente a la primera evaluación parcial.</p>



	<p><b>2.3</b> <u>Expositiva:</u> el docente explica el fundamento teórico para determinar la potencia y eficiencia de ventiladores y compresores.</p> <p><u>A12:</u> resolver ejercicios de cálculo de potencia y eficiencia de equipos, para impulsar fluidos compresibles considerando el tipo de proceso que se lleva a cabo (compresión adiabática o politrópica).</p> <p><b>2.4</b> <u>A13:</u> investigar características y usos de medidores venturi, de orificio y tubo pitot para fluidos compresibles.</p> <p><u>A14:</u> solucionar, por equipo, la serie de ejercicios que proporcione el docente al final de la unidad temática, procurando el empleo de software especializado.</p>	
<b>1 Hrs.</b>	<b>8 Hrs.</b>	<b>4 Hrs.</b>
<b>Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)</b>		
<b>Escenarios</b>	<b>Recursos</b>	
Aula, Sala de Cómputo, Biblioteca y Planta Piloto de Ingeniería Química.	Pintarrón, computadora, acervo bibliográfico, software (Microsoft Excel®, Origin® y Autocad®) y Programa Educativo.	

**Unidad 3. Flujo de fluidos en dos fases**

**Objetivo:** Determinar la potencia requerida y la eficiencia de equipos, mediante un análisis detallado de las caídas de presión en tuberías, factores de fricción en accesorios y cálculo de factores de corrección, según el patrón de flujo presente, para el transporte de fluidos en dos fases, a través de una actitud proactiva y responsable, que repercuta en una elevada calidad en el trabajo.



**Contenidos:**

**3.1 Movimiento de mezclas de líquidos y gases en tuberías**

- 3.1.1 Flujo con burbujas
- 3.1.2 Flujo tapón
- 3.1.3 Flujo estratificado
- 3.1.4 Flujo de ondas
- 3.1.5 Flujo de ariete
- 3.1.6 Flujo anular
- 3.1.7 Flujo disperso

**3.2 Determinación del factor de corrección**

**3.3 Transporte neumático**

**3.4 Transporte hidráulico**

**3.5 Equipo utilizado para el transporte de fluidos en dos fases**

**Métodos, estrategias y recursos educativos**

**Métodos de enseñanza:**

- Método deductivo.
- Método lógico.
- Método simbólico o verbalístico.
- Método intuitivo.
- Método de sistematización.
- Método activo.
- Método globalizado.
- Método analítico.
- Método colectivo.
- Método mixto de trabajo.
- Método heurístico.

**Técnicas didácticas:**

- Inducción.
- Mesa redonda.
- Expositiva.
- Retroalimentación.

**Estrategias de enseñanza aprendizaje:**

- Preguntas.
- Resumen.
- Apuntes.

**Recursos educativos:**

- Diapositivas.
- Proyector.



- Modelos.

**Actividades de enseñanza y de aprendizaje**

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><u>Inducción:</u> El docente lleva a los estudiantes a la caldera de la Planta Piloto, para que observen que en las líneas de vapor también está presente agua condensada.</p>	<p><b>3.1 – 3.2</b></p> <p><u>A16:</u> Investigar, en bibliografía especializada, los patrones de flujo que experimentan mezclas gas-líquido cuando se encuentran en movimiento.</p> <p><u>Mesa redonda:</u> el docente organiza una discusión para que los estudiantes indiquen bajo qué condiciones de velocidad, se desarrollan los diferentes patrones de flujo de una mezcla gas-líquido.</p> <p><b>3.2 – 3.4</b></p> <p><u>Expositiva:</u> el docente brinda información para calcular el parámetro de Baker, que sirve para determinar el patrón de flujo que se desarrolla en una mezcla gas-líquido. Además, explica el método de Lockart y Martinelli para evaluar pérdidas de presión, considerando el factor de corrección de acuerdo al patrón de flujo.</p> <p><u>Mesa redonda:</u> el docente organiza una discusión entre los estudiantes, para indicar las consideraciones en el flujo de mezclas gas-sólido y líquido-sólido.</p> <p><u>A17:</u> resolver ejercicios de cálculo de caída de</p>	<p><u>Retroalimentación:</u> el docente dará información a los alumnos, de manera inmediata y oportuna, acerca de los resultados obtenidos en la serie de ejercicios para que realicen correcciones y mejoren su desempeño.</p> <p><u>A20:</u> calcular, por equipo, los requerimientos de potencia del sistema de bombeo de la torre de absorción y la torre de destilación que se encuentran en la Planta Piloto.</p> <p><u>A21:</u> realizar, de manera individual, un resumen analítico sintetizando conceptos, planteamientos y propuestas, bajo la organización estructural de los apuntes.</p>



	<p>presión, potencia y eficiencia de equipo, para el transporte de fluidos en dos fases, considerando patrones de flujo, o si se trata de mezclas fluidas que involucran sólidos.</p> <p><b>3.5</b></p> <p><u>A18</u>: realizar un resumen, por equipo, de los dispositivos disponibles para el transporte de fluidos en dos fases (gas-líquido, gas-sólido y líquido-sólido), utilizar catálogos de productos que se comercialicen en la actualidad.</p> <p><u>A19</u>: solucionar, por equipo, la serie de ejercicios que proporcione el docente al final de la unidad temática, procurando el empleo de software especializado.</p>	
<b>1 Hrs.</b>	<b>6 Hrs.</b>	<b>2 Hrs.</b>
<b>Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)</b>		
<b>Escenarios</b>		<b>Recursos</b>
Aula, Sala de Cómputo, Biblioteca y Planta Piloto de Ingeniería Química.		Pintarrón, computadora, acervo bibliográfico, software (Microsoft Excel® y Origin®) y Programa Educativo.

<b>Unidad 4. Agitación de fluidos</b>
<b>Objetivo:</b> Calcular los requerimientos energéticos, mediante modelos matemáticos y algoritmos de cálculo apropiados, para la agitación de fluidos en tanques, manteniendo una actitud proactiva y responsable, que repercuta en una elevada calidad en el trabajo.
<b>Contenidos:</b>
<b>4.1 Tanques agitados</b>
4.1.1 Impulsores
4.1.2 Patrones de flujo



<p>4.1.3 Velocidad de circulación 4.1.4 Patrones y gradientes de velocidad 4.1.5 Consumo de potencia <b>4.2 Mezcla y mezclado</b> <b>4.3 Suspensión de partículas sólidas</b> <b>4.4 Operaciones de dispersión</b> <b>4.5 Selección del agitador y escalamiento</b></p>		
<b>Métodos, estrategias y recursos educativos</b>		
<p><b>Métodos de enseñanza:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Método deductivo.</li> <li>• Método lógico.</li> <li>• Método simbólico o verbalístico.</li> <li>• Método intuitivo.</li> <li>• Método de sistematización.</li> <li>• Método activo.</li> <li>• Método globalizado.</li> <li>• Método analítico.</li> <li>• Método colectivo.</li> <li>• Método mixto de trabajo.</li> <li>• Método heurístico.</li> </ul> <p><b>Técnicas didácticas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interrogatorio.</li> <li>• Debate.</li> <li>• Expositiva.</li> <li>• Lectura recomendada.</li> <li>• Retroalimentación.</li> </ul> <p><b>Estrategias de enseñanza aprendizaje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preguntas.</li> <li>• Resumen.</li> <li>• Apuntes.</li> </ul> <p><b>Recursos educativos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diapositivas.</li> <li>• Proyector.</li> <li>• Modelos.</li> </ul>		
<b>Actividades de enseñanza y de aprendizaje</b>		
<b>Inicio</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>Cierre</b>
<u>Interrogatorio</u> : el docente	<b>4.1 – 4.2</b>	<u>Retroalimentación</u> : el docente dará información a



<p>explora mediante preguntas directas, si los estudiantes conocen la importancia de los tanques agitados en la industria.</p> <p><u>Debate:</u> el docente organiza una discusión para que los estudiantes expongan sus opiniones sobre la diferencia entre agitación y mezclado.</p>	<p><u>A22:</u> Investigar en bibliografía especializada, tipos de agitadores por impulsión para diferentes viscosidades.</p> <p><u>Expositiva:</u> el docente expone el efecto del tipo y localización del agitador, las proporciones del tanque, el número y proporciones de los deflectores y otros factores, sobre la velocidad de circulación del líquido, patrones de velocidad y consumo de potencia.</p> <p><u>A23:</u> investigar ecuaciones, diagramas y relaciones más importantes, para determinar el flujo total, tiempo de mezclado y factor de tiempo, en turbinas estándar de seis palas considerando la presencia, o ausencia, de placas deflectoras en tanques agitados.</p> <p><b>4.3 – 4.4</b></p> <p><u>Lectura recomendada:</u> el docente da una lectura para que analicen las diferentes correlaciones disponibles para determinar la velocidad crítica de agitación, y el consumo de potencia para alcanzar una suspensión completa de partículas sólidas en un líquido.</p> <p><u>Expositiva:</u> el docente presenta información referente a los factores que</p>	<p>los alumnos, de manera inmediata y oportuna, acerca de los resultados obtenidos en la serie de ejercicios para que realicen correcciones y mejoren su desempeño.</p> <p><u>A27:</u> elaborar un resumen detallado de las fuentes de energías renovables (eólica, solar, geotérmica, etc.) que están disponibles en la actualidad, para la agitación y mezclado en tanques industriales; de ser necesario, incluir cálculos para brindar un mayor sustento a trabajo de investigación.</p> <p><u>A28:</u> elaborar un examen escrito de conocimientos, correspondiente a la segunda evaluación parcial</p>
--	---	--



	<p>influyen en las operaciones de dispersión líquido-líquido y gas-líquido. Además, proporciona las correlaciones para determinar la fracción de volumen en la fase dispersa, el área de superficie de contacto por unidad de dispersión y el diámetro medio Sauter.</p> <p><u>A24</u>: resolver ejercicios de cálculo de potencia, tamaño medio de gotas y tiempo de mezclado, tanto en suspensiones como en dispersiones.</p> <p><b>4.5</b></p> <p><u>A25</u>: realizar un mapa conceptual que incluya los criterios de selección para un mezclador y factores de escalamiento.</p> <p><u>A26</u>: solucionar, por equipo, la serie de ejercicios que proporcione el docente al final de la unidad temática, procurando el empleo de software especializado.</p>	
<b>1 Hrs.</b>	<b>4 Hrs.</b>	<b>3 Hrs.</b>
<b>Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)</b>		
<b>Escenarios</b>	<b>Recursos</b>	
Aula, Sala de Cómputo, Biblioteca y Planta Piloto de Ingeniería Química.	Pintarrón, computadora, acervo bibliográfico, software especializado y Programa Educativo.	



## VII. Acervo bibliográfico

### Básico:

1. McCabe, W. L.; Smith, J. C.; Harriott, P. (2007). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. 7ma edición. McGraw-Hill Education.
2. Crane, C. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings, and Pipe*. Crane.
3. Mott, R. L. (2006). *Mecánica de Fluidos*. 6ta edición. Pearson Education.
4. Valiente, A. (2002). *Problemas de Flujo de Fluidos*. 2da edición. México D. F. Limusa Noriega Editores.
5. Levenspiel, O. (1993). *Flujo de Fluidos e Intercambio de Calor*. Barcelona. Editorial Reverte.
6. Shames, I. H. (1995). *Mecánica de Fluidos*. 3ra edición. Santafé de Bogotá. McGraw-Hill Interamericana.

### Complementario:

1. Green, D. W.; Perry, R. H. (2007). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 8th Edition. McGraw-Hill Education.
2. Machuca Sánchez, D. I.; Hervás Torres, M. (2014). *Operaciones Unitarias y Proceso Químico*. IC Editorial.
3. Geankoplis, C. J. (2007). *Transport Processes and Separation Process Principles (Includes Unit Operations)*. 4th Edition. Prentice-Hall of India.
4. Seader, J. D.; Henley E. J.; Roper D. K. (2010). *Separation Process Principles*. 3rd Edition. Wiley.



## VIII. Mapa curricular

Mapa Curricular de la Licenciatura en Ingeniería Química 2015

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
	Química Inorgánica 2 2 4 6	Química Analítica 2 3 5 7	Química Analítica Instrumental 2 3 5 7	Química Orgánica Heteroalifática y Polímeros 3 0 3 6	Optativa 1, Integral de Acentuación 3 0 3 6	Optativa 2, Integral de Acentuación 3 0 3 6	Optativa 3, Integral de Acentuación 3 0 3 6	Optativa 4, Integral de Acentuación 3 0 3 6
Materia, Estructura y Propiedades 2 3 5 7	Química Orgánica Alifática y Aromática 2 3 5 7	Química Orgánica de Halógenos y Oxígeno 2 2 4 6	Laboratorio Integral de Química Orgánica 0 3 3 3			Proyectos° 3 1 4 7	Integración de Proyectos° 2 2 4 6	
	Termodinámica 2 2 4 6	Termodinámica Aplicada 2 2 4 6	Equilibrios Termodinámicos 2 2 4 6	Laboratorio de Físicoquímica 0 4 4 4	Ingeniería Económica 1 2 3 4	Ingeniería de Procesos 2 2 4 6	Ingeniería de Calidad 3 0 3 6	Sistema de Gestión° 3 0 3 6
Mecánica 2 4 6 8	Electromagnetismo 2 4 6 8	Físicoquímica de Sistemas Coloidales 2 3 5 7		Flujo de Fluidos 3 0 3 6	Laboratorio de Operaciones Unitarias I° 0 4 4 4	Laboratorio de Operaciones Unitarias II° 0 4 4 4	Dinámica e Instrumentación 2 2 4 6	Liderazgo 3 0 3 6
Álgebra Lineal 2 2 4 6			Balace de Materia y Energía 3 2 5 8	Cinética y Catálisis 2 1 3 5	Ingeniería de Reactores I° 2 2 4 6	Ingeniería de Reactores II° 2 2 4 6	Ingeniería de Bioseparaciones 2 1 3 5	Práctica Profesional 30
Cálculo Diferencial e Integral 2 2 4 6	Cálculo Avanzado 2 2 4 6	Ecuaciones Diferenciales 2 2 4 6	Fenómenos de Transporte 2 3 5 7	Transferencia de Calor 2 3 5 7	Transferencia de Masa I° 2 2 4 6	Transferencia de Masa II° 2 2 4 6		
Ciencia, Tecnología y Sociedad 2 2 4 6		Métodos Numéricos 2 2 4 6	Probabilidad y Diseño de Experimentos 3 2 5 8	Responsabilidad Social 3 0 3 6	Administración 3 0 3 6	Laboratorio de Ingeniería de Reactores° 0 4 4 4	Diseño de Equipo 2 2 4 6	
Laboratorio Básico de Química 0 3 3 3	Biología 2 2 4 6			Separaciones Mecánicas 2 2 4 6			Relaciones Humanas 3 0 3 6	
		Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6			
	Optativa 1, Básico 3 0 3 6	Optativa 2, Básico 3 0 3 6			Optativa 1, Integral 3 0 3 6		Optativa 2, Integral 3 0 3 6	