

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



Guía Pedagógica:  
Transferencia de Masa I

Elaboró: Dr. César Pérez Alonso 27/Enero/2017  
Dr. Julian Cruz Olivares Fecha: \_\_\_\_\_  
Dra. Sandra Luz Martínez Vargas

Fecha de aprobación H. Consejo Académico H. Consejo de Gobierno  
11 de julio 2017 12 de julio 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	5
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	14
VIII. Mapa curricular	15



### I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte	<b>Facultad de Química</b>								
Licenciatura	<b>Ingeniería Química</b>								
Unidad de aprendizaje	<b>Transferencia de Masa I</b>		<b>Clave</b>						
Carga académica	2	2	4	6					
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos					
Período escolar en que se ubica	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Seriación	Ninguna		Transferencia de Masa II						
	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 en Alimentos 2015	<input type="checkbox"/>
Química Farmacéutica Biológica 2015	<input type="checkbox"/>

### Formación equivalente

### Unidad de Aprendizaje

<input type="text"/>
----------------------



## 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 Facultad de Química 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 de analizar los distintos mecanismos de transferencia de masa para el entendimiento posterior de modelos de la ingeniería aplicada en procesos químicos y en las operaciones unitarias promoviendo una visión de calidad en el trabajo y actuando con responsabilidad social.

El enfoque y los principios pedagógicos que guían el proceso de enseñanza aprendizaje de esta UA, 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:

- La activación de los conocimientos previos de los estudiantes a fin de vincular lo que ya sabe con lo nuevo que va a aprender.
- Proponer diversas actividades de aprendizaje que brinden al estudiante diferentes oportunidades de aprendizaje y representación del contenido.
- Facilitar la búsqueda de significados y la interpretación mediada de los contenidos de aprendizaje mediante la organización de actividades colaborativas.
- Favorecer la contextualización de los contenidos de aprendizaje mediante la realización de actividades prácticas, investigativas y creativas.

De acuerdo con el tipo de U de A, el curso de Transferencia de Masa I contempla actividades teóricas y actividades prácticas usando la computadora; por lo tanto se favorece la aplicación de métodos de enseñanza simbólicos, analíticos, lógicos, activos, técnica de exposición, debate, acompañados de estrategias de preguntas, analogías y algoritmos, haciendo uso de recursos educativos como laptop, proyector y sala de cómputo.

Las estrategias didácticas que se aplicarán en el transcurso de este curso son: i) revisión bibliográfica, ii) resolución de series de problemas, y iii) resolución de problemas mediante el uso de un software especializado.



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

Núcleo de formación: **Sustantivo**

Área Curricular: **Ingeniería Química**

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 fisicoquímicos 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

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

#### Objetivos del área curricular o disciplinaria

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

Aplicar los conceptos de difusión molecular, difusión turbulenta, transferencia de masa interfacial, operaciones de contacto gas-líquido y humidificación, para resolver problemas de transferencia de masa presentes en procesos químicos, a partir de métodos analíticos, numéricos y con el uso de software; actuando con responsabilidad social, promoviendo la calidad en el trabajo y con una visión de sustentabilidad.

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

<b>Unidad 1. Mecanismos de Transferencia de Masa en sistemas físico-químicos</b>
<b>Objetivo:</b> Resolver modelos de los mecanismos de transferencia de masa (difusión y convección), aplicables a sistemas en estado estacionario, dinámico y pseudo-estacionario, mediante balances de masa micro y macroscópicos, a partir de métodos analíticos, numéricos y con software especializado; para su aplicación en el diseño de procesos físico-químicos determinados.
<b>Contenidos:</b> <b>1.1 Transporte de materia por difusión.</b> 1.1.1 Balances diferenciales de masa en estado estacionario 1.1.2 Balances diferenciales de masa en estado dinámico 1.1.3 Balances diferenciales de masa en estado pseudo-estacionario <b>1.2 Transporte de materia por convección.</b> 1.2.1 Balances diferenciales de masa en estado estacionario 1.2.2 Balances diferenciales de masa en estado dinámico 1.2.3 Balances diferenciales de masa en estado pseudo-estacionario <b>1.3 Coeficientes de Transferencia de Masa.</b> 1.3.1 Coeficientes de transferencia de masa locales 1.3.2 Coeficientes de transferencia de masa globales
<b>Métodos, estrategias y recursos educativos</b>
De acuerdo con el tipo de U de A, en esta primera unidad temática, el curso de Transferencia de Masa I contempla actividades teóricas y actividades prácticas usando la computadora; por lo tanto se favorece la aplicación de los siguientes métodos, estrategias y recursos: <b>Métodos de enseñanza:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Método simbólico</li><li>• Método analítico</li><li>• Método lógico</li><li>• Método activo</li></ul>



- Encuadre
- Técnica expositiva
- Técnica demostrativa
- Lluvia de ideas
- Plenaria
- Debate

**Estrategias de enseñanza aprendizaje:**

- Preguntas directas
- Solución de problemas
- Resumen

**Recursos educativos:**

- Animaciones/video
- Proyector
- Laptop

**Actividades de enseñanza y de aprendizaje**

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><b>Encuadre:</b> Dar a conocer al alumno la unidad de aprendizaje, los objetivos, la importancia de la unidad temática en la carrera de IQ y la forma de evaluación.</p> <p><b>Exposición:</b> Relación entre los diferentes mecanismos de transporte de materia. Importancia de los mecanismos de transporte de materia en los equipos de separación. Presentar un video de alguna operación unitaria para ejemplificar los distintos mecanismos de transporte de materia para que los discentes entiendan la importancia de los diferentes mecanismos de transporte de materia.</p> <p><b>Preguntas directas:</b> Para explorar la comprensión de los discentes respecto a la</p>	<p><b>Encuadre del tema:</b> Explicar los conceptos referidos al tema y aportando ejemplos.</p> <p><b>Planteamiento y solución de problemas:</b> El docente propone reactivos para que los estudiantes apliquen los conceptos estudiados.</p> <p><b>Resolución de problemas:</b> <b>A1.1</b> Tema 1.1.1 Determinar los parámetros de transporte por difusión, perfiles de concentración, concentración promedio y fluxes molares a partir de balances de masa en un elemento diferencial de volumen utilizando la ley de Fick y en estado estacionario.</p>	<p>Para todas las actividades de resolución de problemas se hará:</p> <p><b>Plenaria:</b> Discutir las diferencias entre los resultados obtenidos en los problemas elaborados.</p> <p><b>Debate:</b> Desde un punto de vista sustentable, discutir la precisión de los resultados y del ahorro de recursos. Debatir la importancia de obtener resultados con modelos matemáticos en lugar de la experimentación.</p> <p><b>Examen:</b> Se aplicará un examen por cada unidad</p>



<p>temática expuesta por el docente.</p> <p><b>Cuestionario y ejercicios simples:</b> Para explorar si los alumnos adquirieron los conocimientos y conceptos requeridos en esta unidad de aprendizaje</p>	<p><b>Resumen:</b> Al término de cada sesión el docente realiza en conjunto con los estudiantes un resumen de la temática para aclarar dudas y verificar la comprensión y analizar su aplicabilidad en el campo profesional.</p> <p>Tema 1.1.2 Determinar los parámetros de transporte por difusión, perfiles de concentración, concentración promedio y fluxes molares a partir de balances de masa en un elemento diferencial de volumen utilizando la ley de Fick y en estado no-estacionario.</p> <p><b>Resumen:</b> Al término de cada sesión el docente realiza en conjunto con los estudiantes un resumen de la temática para aclarar dudas y verificar la comprensión y analizar su aplicabilidad en el campo profesional.</p> <p>Tema 1.1.3 Determinar los parámetros de transporte por difusión, perfiles de concentración, concentración promedio y fluxes molares a partir de balances de masa en un elemento diferencial de volumen utilizando la ley de Fick y en estado pseudo estacionario.</p> <p><b>Resumen:</b> Al término de cada sesión el docente realiza en conjunto con los</p>	
---	---	--





	<p>estudiantes un resumen de la temática para aclarar dudas y verificar la comprensión y analizar su aplicabilidad en el campo profesional.</p> <p><b>A1.2</b> Tema 1.2.1 Determinar los parámetros de transporte y realizar el tratamiento de datos teóricos o experimentales para obtener un modelo matemático para el mecanismo de transporte por convección en estado estacionario.</p> <p><b>Resumen:</b> Al término de cada sesión el docente realiza en conjunto con los estudiantes un resumen de la temática para aclarar dudas y verificar la comprensión y analizar su aplicabilidad en el campo profesional.</p> <p>Tema 1.2.2 Determinar los parámetros de transporte y realizar el tratamiento de datos teóricos o experimentales para obtener un modelo matemático para el mecanismo de transporte por convección en estado no-estacionario.</p> <p><b>Resumen:</b> Al término de cada sesión el docente realiza en conjunto con los estudiantes un resumen de la temática para aclarar dudas y verificar la</p>	
--	---	--



	<p>comprensión y analizar su aplicabilidad en el campo profesional.</p> <p>Tema 1.2.3 Determinar los parámetros de transporte y realizar el tratamiento de datos teóricos o experimentales para obtener un modelo matemático para el mecanismo de transporte por convección en estado pseudo estacionario.</p> <p><b>Resumen:</b> Al término de cada sesión el docente realiza en conjunto con los estudiantes un resumen de la temática para aclarar dudas y verificar la comprensión y analizar su aplicabilidad en el campo profesional.</p> <p><b>A1.3</b> Tema 1.3.1 Estimar coeficientes de transferencia de masa convectivos locales a partir de analogías y correlaciones empleando la teoría de transferencia de masa en interfaces.</p> <p><b>Resumen:</b> Al término de cada sesión el docente realiza en conjunto con los estudiantes un resumen de la temática para aclarar dudas y verificar la comprensión y analizar su aplicabilidad en el campo profesional.</p>	
--	--	--



	<p>Tema 1.3.2 Estimar coeficientes de transferencia de masa convectivos globales de expresiones empíricas y semi-empíricas empleando la teoría de transferencia de masa en interfaces.</p> <p><b>Resumen:</b> Al término de cada sesión el docente realiza en conjunto con los estudiantes un resumen de la temática para aclarar dudas y verificar la comprensión y analizar su aplicabilidad en el campo profesional.</p>	
(2 Hrs.)	(23 Hrs.)	(5 Hrs.)
<b>Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)</b>		
<b>Escenarios</b>		<b>Recursos</b>
Aula. Sala de Cómputo		Software especializado de cálculo, Laptop y Proyector

**Unidad 2. Funcionamiento de equipos de separación para contacto gas-líquido**

**Objetivo:** Diseñar los equipos de separación para contacto gas-líquido, más comunes en procesos físico-químicos, a partir de métodos analíticos, numéricos y con software especializado; y comparar su funcionamiento, ventajas y desventajas de cada uno.

**Contenidos:**

**2.1 Balance de masa en operaciones de separación.**

- 2.1.1 Balance de materia en sistemas a corriente paralela
- 2.1.2 Balances de materia en sistemas a contracorriente
- 2.1.3 Etapa ideal
- 2.1.4 Etapa real
- 2.1.5. Eficiencia de etapa

**2.2 Caracterización de equipos de separación empacados**

- 2.2.1 Tipos de empaques
- 2.2.2 Coeficientes de transferencia de masa volumétricos
- 2.2.3 Caídas de presión en equipos de separación empacados

**2.3. Caracterización de equipos de separación por platos**

- 2.3.1 Tipos de platos
- 2.3.2 Hidráulica de plato



2.3.3 Hidrodinámica de torres de platos

## 2.4 Equipos de separación para contacto gas-líquido

2.4.1 Equipos de separación para enfriamiento

2.4.2 Equipos de separación de humificación

2.4.3 Equipos de separación de deshumidificación

### Métodos, estrategias y recursos educativos

De acuerdo con el tipo de U de A, en esta segunda unidad temática, el curso de Transferencia de Masa I contempla actividades teóricas y actividades prácticas usando la computadora; por lo tanto se favorece la aplicación de los siguientes métodos, estrategias y recursos:

#### Métodos de enseñanza:

- Método simbólico
- Método analítico
- Método lógico
- Método activo
- Técnica expositiva
- Técnica demostrativa
- Lluvia de ideas

#### Estrategias de enseñanza aprendizaje:

- Preguntas
- Solución de problemas
- Resumen

#### Recursos educativos:

- Animaciones/video
- Proyector
- Laptop

### Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><b>Encuadre:</b> Presentar objetivos, contenidos de la unidad.</p> <p><b>Planteamiento y solución de problemas:</b> El docente propone reactivos para que los estudiantes apliquen los conceptos estudiados.</p> <p><b>Exposición:</b> Presentar un video de algunas</p>	<p><b>Encuadre del tema:</b> Explicar los conceptos referidos al tema y aportando ejemplos.</p> <p><b>Planteamiento y solución de problemas:</b> El docente propone reactivos para que los estudiantes apliquen los conceptos estudiados.</p>	<p>Para todas las actividades de resolución de problemas se hará:</p> <p><b>Resumen:</b> Al término de cada sesión el docente realiza en conjunto con los estudiantes un resumen de la temática para aclarar dudas y verificar la comprensión y analizar su aplicabilidad en el campo profesional.</p>



<p>operaciones unitarias para ejemplificar cómo funcionan los equipos de separación cuando estos son empacados u operan por medio de platos hidráulicos</p>	<p><b>A2.1</b> Resolver problemas de procesos físico-químicos a corriente paralela y contracorriente por métodos analíticos y gráficos. Calcular y analizar etapas ideales, etapas reales y eficiencia de etapa.</p> <p><b>A2.2</b> Caracterizar hidrodinamicamente diferentes tipos de empaques. Calcular coeficientes de transferencia de masa volumétricos y área interfacial en equipos de separación.</p> <p><b>A2.3</b> Evaluar el comportamiento hidrodinámico de Equipos de separación que operan mediante platos hidráulicos y como se lleva a cabo la transferencia de masa interfacial.</p> <p><b>A2.4</b> Diseñar y dimensionar equipos de separación para el enfriamiento, humidificación y deshumidificación de diferentes procesos físico-químicos utilizando software especializado</p>	<p><b>Solución de problemas:</b> El alumno resolverá una serie de ejercicios o problemas que serán resueltos en clase y se calificarán.</p> <p><b>Examen:</b> Se aplicará un examen por cada unidad.</p>
(5 Hrs.)	(24 Hrs.)	(5 Hrs.)
<b>Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)</b>		
<b>Escenarios</b>		<b>Recursos</b>
Aula. Sala de cómputo		Software especializado de cálculo, Laptop y Proyector

**VII. Acervo bibliográfico**

**Básico:**



Treybal, R.E. 1988. Mass Transfer Operations. 3rd. Ed., McGraw Hill, New York, USA.

Foust, A.S. 1987. Principles of Unit Operations, 2nd. Ed., John Wiley & Sons, New York, USA.

Welty, J.R., Wilson, R.E., & Wicks, C.E., 1985. Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, 2nd. Ed., John Wiley & Sons, New York, USA.

Bird, R.B., Stewart, W.E. & Lighfoot, E.N. 2001. Transport Phenomena, John Wiley & Sons, New York, USA.

Geankoplis, C.J. 2014. Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación. 4ª Ed., Patria, México

### **Complementario**

Sherwood, T.K., Pigford, R.L. & Wilke, C.R. 1975. Mass-Transfer, McGraw Hill, New York, USA.

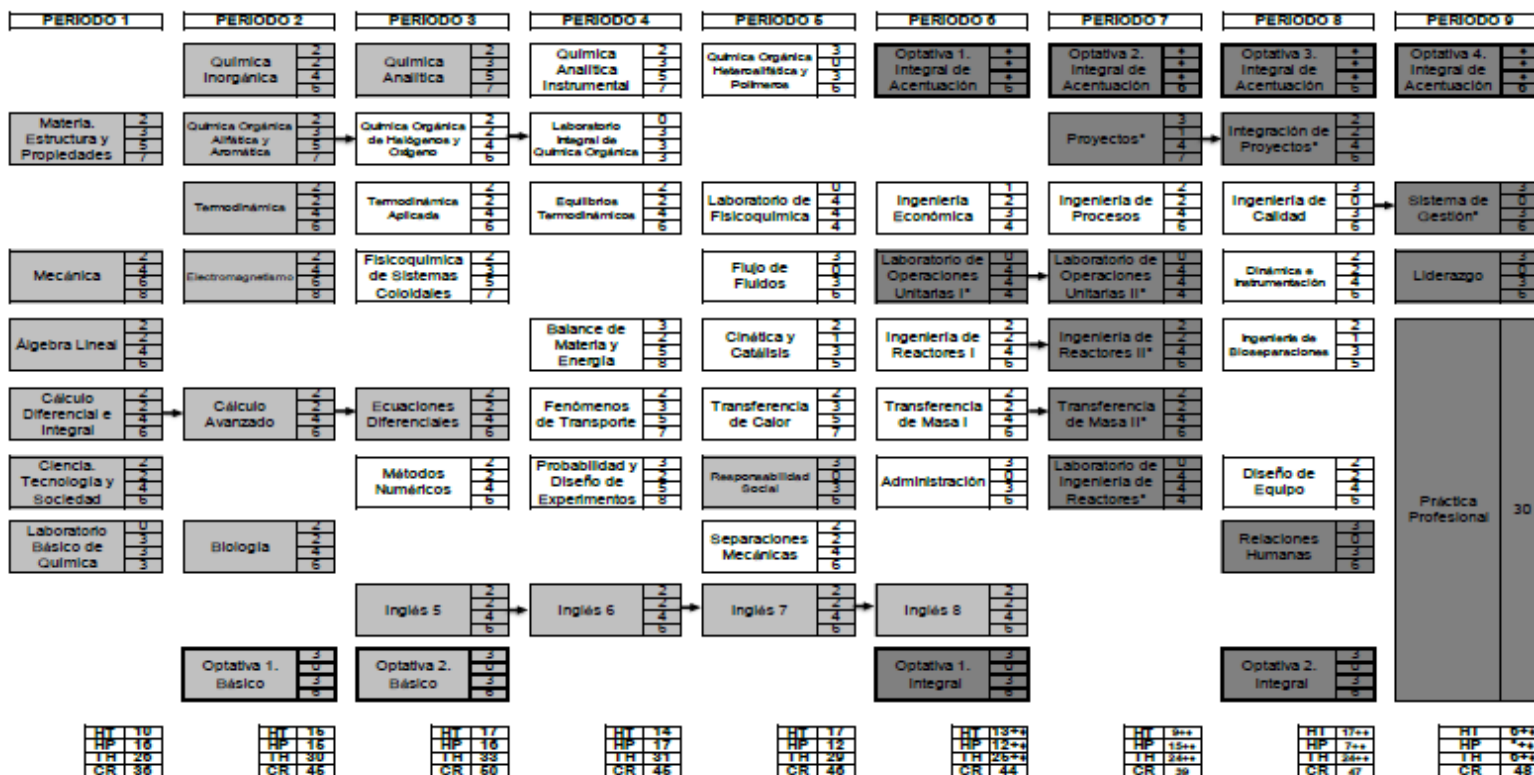
McCabe, W.L., Smith, J.C. & Harriott, P. 2007. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 7a. Ed., Mc Graw Hill Interamericana, Nueva York, EUA.

Reid, R.C. & Sherwood, T.K. 1977. The Properties of Gases and Liquids. 3a. Ed., Mc Graw Hill, New York, USA.



### VIII. Mapa curricular

### Mapa curricular de la Licenciatura en Ingeniería Química 2015



UH	10
HP	15
TR	20
CR	30

UH	15
HP	15
TR	30
CR	45

UH	17
HP	15
TR	33
CR	50

UH	14
HP	17
TR	31
CR	45

UH	17
HP	12
TR	25
CR	45

UH	13**
HP	15**
TR	25**
CR	44

UH	9**
HP	7**
TR	28**
CR	39

UH	17**
HP	7**
TR	28**
CR	47

UH	6**
HP	4**
TR	6**
CR	48

**SIMBOLOGÍA**

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TR: Total de Horas
	CR: Créditos

- 12 Líneas de seriación:
- Obligatorio Núcleo Básico
  - Obligatorio Núcleo Sustantivo
  - Obligatorio Núcleo Integral
  - Optativo Núcleo Básico
  - Optativo Núcleo Integral

**PARAMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS**

Núcleo Básico cursar y acreditar 19 UA	29 36 65 116	Núcleo Básico acreditar 2 UA	5 0 0 12
Núcleo Sustantivo cursar y acreditar 25 UA	51 27 96 139	Núcleo Integral cursar y acreditar 2 UA	5 0 0 10
Núcleo Integral cursar y acreditar 10 UA + 1 Práctica	16 19 37 55	Núcleo Integral acreditar 1 UA de acentuación	1 2 13 24
Total del Núcleo Básico 21 UA para cubrir 130 créditos		Total del Núcleo Sustantivo 25 UA para cubrir 149 créditos	
Total del Núcleo Integral 16 UA + 1 Práctica Profesional para cubrir 121 créditos			

**TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS**

UA Obligatorias	51 UA + 1 Actividad Académica
UA Optativas	8
UA a Acreditar	62 UA + 1 Actividad Académica
Créditos	400

\* Unidades de Aprendizaje Integrativas Profesionales  
+ Carga horaria de UA Optativa del Núcleo Integral de Acentuación



	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
		Comunicación Eficaz 3 0 3 6	Desarrollo Humano 3 0 3 6			Desarrollo de Negocios 3 0 3 6		Finanzas 3 0 3 6	
		Comunicación Virtual 3 0 3 6	Mundo contemporáneo 3 0 3 6			Desarrollo de Productos 3 0 3 6		Optimización de procesos 3 0 3 6	
			Vida Cultural 3 0 3 6			Diseño Asistido por Computadora 3 0 3 6		Procesos de Separación 3 0 3 6	
						Electroquímica 3 0 3 6		Procesos Sustentables 3 0 3 6	
						Producción 2 0 4 6	Economía Industrial 3 0 3 6	Mercadotecnia 3 0 3 6	Desarrollo organizacional 3 0 3 6
								Innovación y Entorno de Negocios 3 0 3 6	Microeconomía 3 0 3 6
						Materiales Poliméricos y Compuestos 2 0 4 6	Propiedades de los Metales y Corrosión 3 0 3 6	Resistencia de Materiales 3 0 3 6	Procesos de Manufactura y Materiales 3 0 3 6
								Temas selectos de ciencia y Tecnología de Materiales 3 0 3 6	Tendencias Emergentes e Innovación en el Desarrollo de Materiales 3 0 3 6
						Gestión Ambiental 3 0 3 6	Control de Contaminantes 3 0 3 6	Fuentes de Energía Renovable 3 0 3 6	Procesos de Tratamientos Ambientales 2 0 2 4 6
								Temas selectos de Procesos Ambientalmente Amigables 3 0 3 6	Tendencias Emergentes e Innovación en Procesos Ambientales 3 0 3 6
						Matemáticas Avanzadas 3 0 3 6	Investigación de Operaciones 3 0 3 6	Administración de Operaciones 3 0 3 6	Simulación de Procesos 2 0 2 4 6
								Temas Selectos de Procesos 3 0 3 6	Tendencias Emergentes e Innovación de Procesos Fisicoquímicos 3 0 3 6
						Bioquímica 2 0 4 6	Microbiología 3 0 3 6	Ingeniería de Bioreactores 3 0 3 6	Ingeniería de Bioprocesos 3 0 3 6
								Temas Selectos de Bioprocesos 3 0 3 6	Tendencias Emergentes e Innovación en biotecnología o Bioprocesos 3 0 3 6

Nota: La representación de las UA optativas por orden alfabético en el presente mapa es sólo eso una representación, sin embargo su oferta dependerá de la planeación académica y de la elección del alumno.