



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



Guía Pedagógica:
Fenómenos de Transporte

Elaboró: Dr. Armando Ramírez Serrano
Dr. Víctor Varela Guerrero Fecha: 8/07/2016

Fecha de
aprobación

H. Consejo académico
11 de julio 2017

H. Consejo de Gobierno
12 de julio 2017





Índice

Pág.

I. Datos de identificación

II. Presentación de la guía pedagógica

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

IV. Objetivos de la formación profesional

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje

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

VII. Acervo bibliográfico

VIII. Mapa curricular



I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte	Facultad de Química								
Licenciatura	Ingeniería Química								
Unidad de aprendizaje	Fenómenos de Transporte		Clave						
Carga académica	2	3	5	7					
	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		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 en Alimentos 2015	<input type="checkbox"/>
Química Farmacéutica Biológica 2015	<input type="checkbox"/>

Formación equivalente

Unidad de Aprendizaje



II. Presentación de la guía pedagógica

1. 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.
2. 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 principios básicos del transporte de cantidad de movimiento, masa y calor, así como evaluar los parámetros de transporte, para el entendimiento posterior de modelos de ciencias de la ingeniería y aplicada en procesos químicos y en las operaciones unitarias como: destilación, absorción, reactores, transferencia de calor, secado, entre otras; 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:

- El uso de estrategias motivacionales para influir positivamente en la disposición de aprendizaje de los estudiantes.
- La activación de los conocimientos previos de los estudiantes a fin de vincular lo que ya sabe con lo nuevo que va 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.
- Favorecer la contextualización de los contenidos de aprendizaje mediante la realización de actividades prácticas, investigativas y creativas.

3. Los métodos, estrategias y recursos para la enseñanza empleados contribuirán a facilitar el aprendizaje en diferentes escenarios y variar estímulos que motiven el interés por aprender.



--

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 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

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



Comprenderá unidades de aprendizaje sobre los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para dominar los procesos, métodos y técnicas de trabajo; los principios disciplinares y metodológicos subyacentes; y la elaboración o preparación del trabajo que permita la presentación de la evaluación profesional.

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

Analizar los principios básicos del transporte de cantidad de movimiento, masa y calor, así como evaluar los parámetros de transporte, para el entendimiento posterior de modelos de ciencias de la ingeniería y aplicada en procesos químicos y en las operaciones unitarias como: destilación, absorción, reactores, transferencia de calor, secado, entre otras; promoviendo una visión de calidad en el trabajo y actuando con responsabilidad social.

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

Unidad 1. Comparar los mecanismos de transporte
Objetivo: Identificar los diferentes mecanismos de transporte: cantidad de movimiento, calor y de masa utilizando las leyes que las rige para entender el movimiento molecular en un proceso físico determinado.
Contenidos: 1.1 Transporte de cantidad de movimiento 1.1.1 Comprender el concepto del parámetro de transporte de viscosidad 1.1.2 Ley de Newton de la viscosidad y tipos de fluido (Newtoniano y no-newtoniano) 1.1.3 Evaluar los valores del parámetro de transporte de viscosidad de fluidos líquidos y gaseosos para componentes puros y mezclas a diferentes condiciones de temperatura, presión y composición. 1.2 Transferencia de Calor 1.2.1 Comprender el concepto del parámetro de transporte conductividad térmica 1.2.2 Ley de Fourier en la conducción de calor.



1.2.3 Evaluar los valores del parámetro de transporte de transferencia de calor de sólidos, líquidos y gases para componentes puros y mezclas a diferentes condiciones de temperatura, presión y composición.

1.3 Transferencia de masa

1.3.1 Comprender el concepto de difusividad molar

1.3.2 Ley de Fick de transferencia de masa

1.3.3 Evaluar los valores del parámetro de transporte de difusividad molar de fluidos líquidos y gaseosos para componentes puros y mezclas a diferentes condiciones de temperatura, presión y composición.

Métodos, estrategias y recursos educativos

Métodos de enseñanza:

- Método simbólico o verbalístico; Método Analítico; Método lógico; Método intuitivo; Método activo; Técnica expositiva; Técnica demostrativa; Lluvia de ideas.

Estrategias de enseñanza aprendizaje:

- Preguntas; Mapas conceptuales; Analogía; problemario; solución de problemas y ejercicios.

Recursos educativos:

- Diapositivas; Proyector; Animaciones/video.

Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p>Presentación del programa Encuadre: Presentar objetivos, contenidos, metodología de trabajo, criterios de evaluación y contexto de la unidad de aprendizaje en el plan de estudios.</p> <p>Exposición: Presentar una visión de la contribución de la unidad de aprendizaje al perfil de egreso en el campo laboral.</p> <p>Evaluación diagnóstica Preguntas directas: Explorar las expectativas de los estudiantes respecto al curso.</p>	<p>Lluvia de ideas: Recuperar la información de la lectura.</p> <p>Exposición: Explicar los conceptos de transferencia de momentum, calor y masa y aportando ejemplos de la ingeniería química.</p> <p>Planteamiento y solución de problemas: El docente propone los mecanismos de transporte para que los estudiantes apliquen los conceptos estudiados.</p> <p>A2. Solución de problemas El estudiante resuelve ejercicios en su cuaderno y pintarrón para la evaluación de los parámetros de transporte: viscosidad,</p>	<p>Resumen: 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>A4. Mapa conceptual. El estudiante presentará un mapa comparativo de las tres formas de transporte.</p>



<p>Cuestionario y ejercicios simples: Explorar si los alumnos cuentan con los conocimientos previos para comprender los conceptos en esta unidad de</p> <p>A1. Lectura dirigida: El estudiante realizará la lectura previa sugerida por el docente.</p>	<p>conductividad térmica y difusividad molar.</p> <p>El docente monitorea la actividad, aclarando dudas y reforzando los conceptos.</p> <p>A3. Solución de problemas: El alumno resolverá una serie de ejercicios o problemas extra clase que serán resueltos en clase y se calificarán.</p>	
(2 Hrs.)	(2 Hrs.)	(2 Hrs.)
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios	Recursos	
Aula, extra clase	Pintarrón, problemario, libros, video proyector, diapositivas.	

<p>Unidad 2. Transferencia de Cantidad de Movimiento.</p>
<p>Objetivo: Analizar el mecanismo de transferencia de cantidad de movimiento en ductos de diferente geometría utilizando la ley newton para fluidos newtonianos y no-newtonianos (Bingham) en régimen laminar.</p>
<p>Contenidos:</p> <p>2.1 Balances envolventes de cantidad de movimiento: Condiciones límites.</p> <p>2.1.1 Distribución de cantidad de movimiento en flujo laminar para diferentes geometrías y coordenadas (rectangulares, cilíndricas y esféricas).</p> <p>2.1.2 Distribución de velocidad, velocidad promedio, gasto másico y volumétrica en flujo laminar para fluidos newtoniano y no-newtonianos (Bingham) para diferentes geometrías y coordenadas (rectangulares, cilíndricas y esféricas).</p> <p>2.2 Ecuaciones de variación para sistemas isotérmicos</p> <p>2.2.1 Ecuación de Continuidad</p> <p>2.2.2 Ecuación de Movimiento</p> <p>2.2.3 Ecuaciones de variación en diferentes coordenadas (Navier-Stokes)</p> <p>2.2.4 Utilización de las ecuaciones de variación para problemas de flujo estacionario</p>
<p>Métodos, estrategias y recursos educativos</p>
<p>Métodos de enseñanza:</p>



Método simbólico o verbalístico, Método Analítico, Método lógico, Método intuitivo, Método activo, Técnica expositiva, Lluvia de ideas

Estrategias de enseñanza aprendizaje:

Preguntas, problemario, solución de ejercicios y problemas

Recursos educativos:

Diapositivas, Proyector, Mimio (Software educativo)

Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p>Encuadre: Presentar objetivos y contenidos de la unidad.</p> <p>Exposición: Presentar la temática planteada: Balance de cantidad de movimiento y condiciones de frontera más comunes.</p> <p>Preguntas directas: Para explorar la comprensión de los discentes respecto a la temática expuesta por el docente.</p> <p>A5. Búsqueda de información: Utilizando Mimio el estudiante explorará en la literatura y videos y/o animaciones sobre el comportamiento de fluidos viscosos.</p>	<p>Lluvia de ideas: Recuperar la información de la búsqueda electrónica.</p> <p>Exposición: Explicar los conceptos referidos al tema de: Balances envolventes de cantidad de movimiento en coordenadas rectangulares y cilíndricas y aportando ejemplos en su labor profesional. Además, explicar el uso del software de Mimio y software especializado.</p> <p>Cuestionario y ejercicios simples: Para explorar si los alumnos adquirieron los conocimientos y conceptos requeridos en esta unidad de aprendizaje se realiza un cuestionario sobre: Ecuación de Continuidad, Momentum y condiciones de frontera.</p> <p>Planteamiento y solución de problemas: El docente propone reactivos para que los estudiantes apliquen los conceptos estudiados.</p>	<p>Resumen: 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>A9. Mapa conceptual. El estudiante presentará un mapa comparativo de las principales condiciones de frontera.</p>



	<p>A6.Solución de problemas: El alumno resolverá una serie de ejercicios o problemas en régimen estacionario, coordenadas rectangulares y cilíndricas y flujo laminar a través de ductos planos y tuberías y viscosímetros. Esos ejercicios serán resueltos en clase y se calificarán. El docente monitorea la actividad, aclarando dudas y reforzando los conceptos.</p> <p>A7. Solución de problemas: El alumno resolverá una serie de ejercicios o problemas extra clase que serán resueltos en clase y se calificarán, sobre cantidad de movimiento en coordenadas rectangulares y cilíndricas utilizando las ecuaciones de Navier-Stoke y software especializado.</p> <p>A8. Lectura dirigida: El estudiante realiza una búsqueda en la WEB sugerida por el docente.</p>	
(2.0 Hrs.)	(22 Hrs.)	(2.0 Hrs.)
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Aula, extra clase		Pintarrón, problemario, libros, video proyector, diapositivas. computadora

Unidad 3. Transferencia de Calor.

Objetivo: Analizar los diferentes mecanismos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación, a través de ductos sólidos de diferente geometría, utilizando la ley de Fourier, ley de enfriamiento de Newton y de la cuarta



potencia, con la finalidad de identificar el perfil de temperatura y el flux de calor tomando en cuenta la interacción de calor entre un cuerpo sólido con fluidos líquidos y gaseosos.

Contenidos:

3.1 Balances envolventes de transferencia de calor: Condiciones límites.

3.1.1 Distribución de calor por conducción en cuerpos sólidos para diferentes geometrías y coordenadas (rectangulares, cilíndricas y esféricas): temperatura, flux de calor y flujo de calor.

3.1.2 Conducción de calor a través de paredes compuestas con convección libre en coordenadas rectangulares y cilíndricas.

3.1.3 Conducción de calor a través de aletas

3.2 Ecuaciones de variación para sistemas no isotérmicos

3.2.1 Ecuación de Energía

3.2.2 Ecuaciones de variación en diferentes coordenadas (Navier-Stokes) Ecuación de Movimiento

3.2.3 Utilización de las ecuaciones de variación de calor para casos sencillos.

3.3 Relaciones empíricas en transferencia de calor por convección forzada

3.3.1 Relaciones empíricas para corrientes en tuberías y conductos

3.3.2 Flujo alrededor de cilindros y esferas

3.4 Sistemas de Convección Natural

3.4.1 Transferencia de calor por convección natural en placa plana vertical

3.4.2 Convección natural de superficies inclinadas

3.4.3 Convección natural en esfera

3.4.4 Convección natural en espacios cerrados

3.4.5 Convección natural y forzada combinadas

Métodos, estrategias y recursos educativos

Métodos de enseñanza:

Método simbólico o verbalístico, Método Analítico, Método lógico, Método intuitivo, Método activo, Técnica expositiva, Lluvia de ideas

Estrategias de enseñanza aprendizaje:

Preguntas, problemario, solución de ejercicios y problemas.

Recursos educativos:

Diapositivas, Proyector

Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p>Encuadre: Presentar objetivos transferencia de calor.</p>	<p>A11. Exposición. Los estudiantes realizarán un presentación en Mimio (Power Point) sobre la</p>	<p>Resumen: Al término de cada sesión el docente realiza en conjunto con los estudiantes un resumen de la temática para aclarar dudas</p>



<p>Exposición: Para presentar la temática planteada conducción, convección y radiación.</p> <p>Preguntas directas: Para explorar la comprensión de los discentes respecto a la temática expuesta por el docente.</p> <p>A10. Búsqueda de información: Utilizando Mimio el estudiante explorará en literatura y videos y/o animaciones sobre las tres formas de transferencia de calor.</p>	<p>recuperación de la información de la lectura/video/animación</p> <p>Exposición: Explicar los conceptos referidos a la transferencia de calor con el siguiente orden: Conducción, Convección y Radiación y aportando ejemplos aplicados a la industria.</p> <p>Lluvia de ideas: Solicitar a los estudiantes lluvia de ideas para el planteamiento de problemas referente a la transferencia de calor para los tres tipos de transferencia de calor</p> <p>Planteamiento y solución de problemas: El docente propone reactivos de transferencia de calor por: a) conducción en cuerpos sólidos puros y compuestos; b) combinación de conducción y convección; Estos problemas se resolverán por medio de un balance envolvente de energía y utilizando ecuaciones de Navier-Sotke y software especializado. Además, se resolverán problemas para la evaluación de parámetros de calor por convección a través de cuerpos sometidos a corrientes de calor natural y forzado.</p>	<p>y verificar la comprensión y analizar su aplicabilidad en el campo profesional.</p> <p>A13. Mapa conceptual. El estudiante presentará un mapa comparativo entre las formas de transferencia de calor incluyendo sus ecuaciones y principales condiciones de frontera.</p>
---	---	---



	<p>A12. Solución de problemas: El alumno resolverá una serie de ejercicios o problemas extra clase, de acuerdo al contenido de la unidad, que serán revisados y calificados en clase.</p> <p>El docente monitorea la actividad, aclarando dudas y reforzando los conceptos.</p>	
(2.0Hrs.)	(24.0Hrs.)	(2.0Hrs.)
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Aula, extra clase		Pintarrón, problemario, libros, video proyector, diapositivas, computadora

Unidad 4. Transferencia de Masa.
Objetivo: Analizar el mecanismo de transferencia de masa utilizando la ley de Fick, con la finalidad de identificar el perfil de flujo molar en un medio gaseoso y cuerpos porosos de diferente geometría.
<p>Contenidos:</p> <p>4.1 Balances envolventes de transferencia de masa: Condiciones límites.</p> <p>4.1.1 Difusión de masa a través de una película gaseosa para diferentes geometrías y coordenadas (rectangulares, cilíndricas y esféricas): concentración, flux molar y flujo molar.</p> <p>4.1.2 Difusión de masa a través de cuerpos porosos para diferentes geometrías y coordenadas (rectangulares, cilíndricas y esféricas): concentración, flux molar y flujo molar.</p> <p>4.2 Ecuaciones de variación de masa para sistemas isotérmicos</p> <p>4.2.1 Ecuación de Continuidad en diversos sistemas</p> <p>4.2.2 Ecuaciones de variación de masa en diferentes coordenadas (Navier-Stokes)</p>
Métodos, estrategias y recursos educativos
<p>Métodos de enseñanza:</p> <p>Método simbólico o verbalístico, Método Analítico, Método lógico, Método intuitivo, Método activo, Técnica expositiva, Lluvia de ideas</p>



Estrategias de enseñanza aprendizaje:

Preguntas, problemario, solución de ejercicios y problemas.

Recursos educativos:

Diapositivas, Proyector

Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p>Encuadre: Presentar objetivos, contenidos de la unidad de transferencia de masa aplicado en la industria.</p> <p>Exposición: Presentar la temática de transferencia de masa con balances envolventes y condiciones de frontera.</p> <p>Preguntas directas: Para explorar la comprensión de los discentes respecto a la temática expuesta por el docente.</p> <p>A14. Búsqueda de información: Utilizando Mimio el estudiante explorará en literatura y videos y/o animaciones sobre las tres formas de transferencia de masa.</p>	<p>A15. Exposición. Los estudiantes realizarán una presentación en Mimio (Power Point) sobre la recuperación de la información sobre la información de la lectura/video/animación.</p> <p>Exposición: Explicar el balance envolvente de masa para los siguientes sistemas: a) difusión de un componente b) difusión equimolar; c) difusión no equimolar; d) a través de cuerpos porosos.</p> <p>Lluvia de ideas: Solicitar a los estudiantes lluvia de ideas para el planteamiento de problemas referente a la transferencia de calor para los tres tipos de transferencia de calor</p> <p>A16. Planteamiento y solución de problemas: El docente propone reactivos de transferencia de masa para diferentes sistemas de coordenadas (rectangulares, cilíndricas y esféricas) por medio de un balance envolvente de masa y utilizando ecuaciones de</p>	<p>Resumen: 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>A13. Mapa comparativo. El estudiante presentará un mapa comparativo entre las formas de transferencia de masa incluyendo sus ecuaciones y principales condiciones de frontera.</p>



	<p>Navier-Sotke y software especializado.</p> <p>A13.Solución de problemas: El alumno resolverá una serie de ejercicios o problemas extra clase, de acuerdo al contenido de la unidad, que serán revisados y calificados en clase.</p> <p>El docente monitorea la actividad, aclarando dudas y reforzando los conceptos.</p>	
(2.0Hrs.)	(16.0Hrs.)	(2.0Hrs.)
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Aula, extra clase		Pintarrón, problemario, libros, video proyector, diapositivas, computadora

VII. Acervo bibliográfico

Básico:

Bird, R.B., Stewart, W.E. y Lightfoot, E.N., (2001). *Fenómenos de Transporte.*, Nueva York. 2^{da}. Ed. John Wiley & Sons.

Welty, J., (2001). *Fundamentos de Transporte de momento, calor y masa.* Nueva York, 2^{da}. Ed. John Wiley & Sons.

Tosun, I., (2007). *Modelling in Transport Phenomena.* Second Edition, Edit. Elsevier.

Holman, J.P., (1998). *Transferencia de Calor.* España, 8^{va}. Ed. Mc, Graw Hill.

Complementario:

Geankoplis, C.J., (1998). *Procesos de Transporte y operaciones Unitarias.*, México. Ed. CECSA.



Thompson W. J. (1999) *Introduction to Transport Phenomena*. 1st. edition. Prentice Hall.

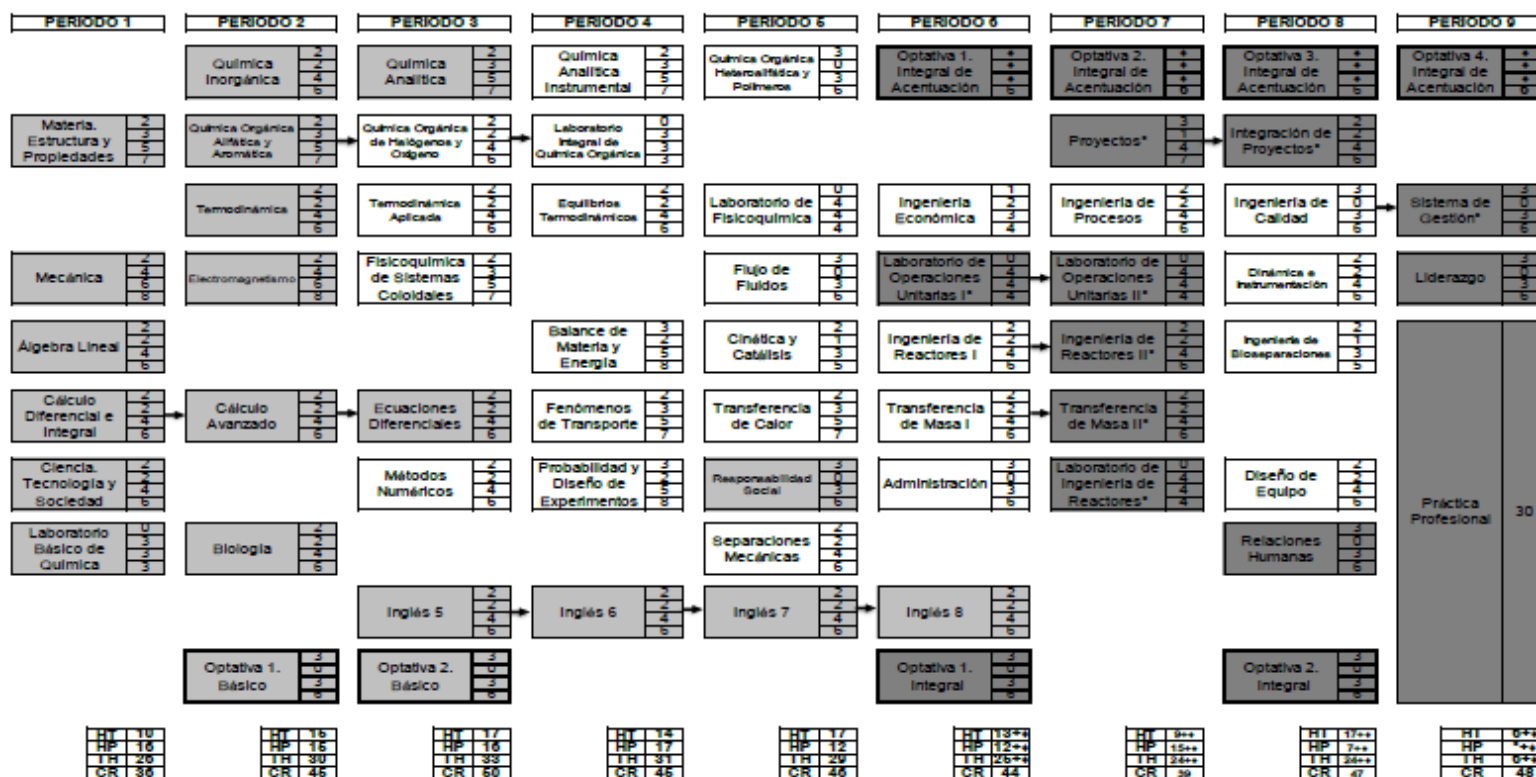
Fahei, Ray W., (1983). *Chemical Engineering Series*. Mc Graw Hill.

Deen, W.M. (2011). *Analysis of Transporte Phenomena (Topics in Chemical Engineering)*. Second Edition, Oxford University Press.



VIII. Mapa curricular

Mapa curricular de la Licenciatura en Ingeniería Química 2015



HT	10
HP	15
TH	20
CR	30

HT	15
HP	15
TH	30
CR	45

HT	17
HP	15
TH	32
CR	50

HT	14
HP	17
TH	31
CR	45

HT	17
HP	12
TH	25
CR	45

HT	13**
HP	15**
TH	25**
CR	44

HT	3**
HP	7**
TH	28**
CR	39

HT	17**
HP	7**
TH	28**
CR	47

HT	5**
HP	4**
TH	57**
CR	48

SIMBOLOGÍA

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

12 Líneas de seriación:

- Obligatorio Núcleo Básico
- Obligatorio Núcleo Sustantivo
- Obligatorio Núcleo Integral
- Optativo Núcleo Básico
- Optativo Núcleo Integral

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

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 10 UA + 1 Práctica	10 19 37 95
Núcleo Integral cursar y acreditar 1 UA de acentuación	10 2 13 25	Núcleo Integral acreditar 2 UA	5 0 0 10
		Núcleo Integral acreditar 1 UA de acentuación	10 2 13 25

Total del Núcleo Básico 21 UA para cubrir 130 créditos	13**
Total del Núcleo Sustantivo 25 UA para cubrir 149 créditos	13**
Total del Núcleo Integral 10 UA + 1 Práctica Profesional para cubrir 121 créditos	13**

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



	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.