

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



Guía Pedagógica:
Laboratorio de Ingeniería de Reactores

Elaboró: M. en C. Q. Eduardo Martín del Campo López Fecha: 27/Enero/2017

Fecha de
aprobación

H. Consejo Académico
11 de julio 2017

H. Consejo de Gobierno
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	4
IV. Objetivos de la formación profesional	4
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje	5
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización	6
VII. Acervo bibliográfico	16
VIII. Mapa curricular	17



I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte

Licenciatura

Unidad de aprendizaje Clave

Carga académica

Horas teóricas Horas prácticas Total de horas Créditos

Período escolar en que se ubica

Seriación

UA Antecedente UA Consecuente

Tipo de Unidad de Aprendizaje

Curso Curso taller

Seminario Taller

Laboratorio Práctica profesional

Otro tipo (especificar)

Modalidad educativa

Escolarizada. Sistema rígido No escolarizada. Sistema virtual

Escolarizada. Sistema flexible No escolarizada. Sistema a distancia

No escolarizada. Sistema abierto Mixta (especificar)

Formación común

Ingeniería Química 2015 Química 2015

Química en Alimentos 2015

Química Farmacéutica Biológica 2015

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 esta Unidad de Aprendizaje (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 saben con lo nuevo que van a aprender; proponer diversas actividades 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; 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

Núcleo de formación:	Integral
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 integral

Proveer al alumno de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de las funciones, tareas y resultados ligados a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.

Objetivos del área curricular de 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 e interpretar datos cinéticos experimentales de reacciones homogéneas y heterogéneas, con el propósito de evaluar los parámetros cinéticos y de determinar la distribución de tiempo de residencia en reactores de flujo continuo, y operar diferentes tipos de reactores. Promoviendo el desarrollo de habilidades en el uso de TIC's y software, la calidad en el trabajo, actuando con responsabilidad social y una visión de sustentabilidad.



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

Unidad 1. Ingeniería de reacciones químicas homogéneas y distribución de tiempos de residencia

Objetivo: Adquirir y analizar datos experimentales, aplicando los conceptos de orden, constante de reacción, tiempo de residencia y energía de activación, para determinar la ley de velocidad de diferentes reacciones químicas homogéneas, a fin de diseñar y escalar reactores tipo Batch y tipo tanque de agitación continua (CSTR, por sus siglas en inglés), fomentando el uso de herramientas computacionales, el trabajo en equipo y el cuidado del ambiente.

Adquirir y analizar datos experimentales, aplicando conceptos de función de distribución de tiempos de residencia, para determinar el efecto del flujo volumétrico y la sección transversal sobre la desviación del comportamiento ideal de un reactor de flujo tipo pistón, fomentando el uso de herramientas computacionales, el trabajo en equipo y el cuidado al ambiente.

Contenidos:

Práctica 1. Diseño de un reactor homogéneo por lotes

- 1.1 Orden de reacción
- 1.2 Constante cinética
- 1.3 Energía de activación
- 1.4 Avance de reacción

Práctica 2. “Plug flow reactor benzene pyrolysis reaction”

- 2.1 Consecutive reactions
- 2.2 Equilibrium constants
- 2.3 Reactor models available in Aspen Plus
 - 2.3.1 Mass balance models
 - 2.3.2 Equilibrium models
 - 2.3.3 Rigorous kinetics models

Práctica 3. Desviación de la idealidad: distribución de tiempos de residencia

- 3.1 Inyección tipo pulso y tipo escalón
- 3.2 Función de distribución de tiempos de residencia
- 3.3 Primer momento de la distribución: tiempo de residencia medio
- 3.4 Segundo momento de la distribución: varianza

Práctica 4. Reactor discontinuo. Cálculos cinéticos para el diseño de reactores industriales

- 4.1 Ecuación de velocidad de reacción en la que intervienen dos reactivos
- 4.2 Diseño de un reactor tipo tanque de agitación continua (CSTR)
- 4.3 Arreglo en serie de dos reactores CSTR



Práctica 5. Estudio cinético de la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno

5.1 Método de las velocidades iniciales de reacción

Practica 6. Obtención de biodiesel

6.1 Operación de un reactor tipo Batch automatizado

6.2 Importancia de los procesos de separación en la purificación de biodiesel

6.3 Técnicas analíticas para la caracterización de biodiesel

Practica 7. Obtención de biodiesel en un reactor tubular

7.1 Operación de un reactor de flujo tipo pistón

Métodos, estrategias y recursos educativos

Métodos de enseñanza:

- Método deductivo.
- Método lógico.
- Método simbólico o verbalístico.
- Método intuitivo.
- Método activo.
- Método analítico.
- Método heurístico.

Técnicas didácticas:

- Encuadre.
- Dinámica de grupo.
- Interrogatorio.
- Evaluación diagnóstica.
- Exposición.
- Demostración.
- Retroalimentación.
- Debate

Estrategias de enseñanza aprendizaje:

- Solución de un problema.
- Preguntas.
- Reportes de prácticas.

Recursos educativos:

- Manual de Prácticas.
- Reglamento Interno de Laboratorios de la Facultad de Química.
- Diapositivas.

Actividades de enseñanza y de aprendizaje



Inicio	Desarrollo	Cierre
<p>Encuadre: el docente se presenta al grupo, muestra de manera introductoria los temas a tratar, establece la metodología de trabajo y los lineamientos de evaluación.</p> <p>Dinámica de grupo: el docente indica a los estudiantes integrar grupos de trabajo a su libre elección.</p> <p>Interrogatorio: el docente coordina una serie de preguntas para que los estudiantes reflexionen sobre cómo se obtienen los datos experimentales que se ocupan cuando solucionan problemas de las unidades de aprendizaje de Cinética y Catálisis e Ingeniería de Reactores.</p> <p>A1: revisar el programa, comentar dudas y expectativas para establecer acuerdos con el docente sobre forma de evaluar, tolerancia de entrada a las sesiones, etc.</p> <p>Evaluación diagnóstica: el docente aplica un cuestionario sobre identificación de riesgos en lugares de trabajo, clasificación de residuos químicos y códigos de color de tuberías para el transporte de fluidos.</p> <p>A2: resolver la evaluación diagnóstica.</p>	<p>A3: realizar por equipo el resumen de la NOM-018-STPS-2000 y la NOM-026-STPS-2006.</p> <p>Práctica 1</p> <p>Exposición: el docente indica que la reacción modelo a seguir es la hidratación del anhídrido acético, sin embargo, al ser muy rápida para monitorearse por un método volumétrico, se utiliza una valoración óxido-reducción.</p> <p>Demostración: el docente indica la secuencia de pasos para realizar la práctica, haciendo énfasis en dos situaciones importantes: 1) mostrar el uso adecuado del espectrofotómetro UV y 2), construcción apropiada de una curva de calibración para determinar la concentración de una especie química a través de su absorbancia.</p> <p>A4: realizar por equipos el trabajo experimental, colocar los residuos de la práctica en los contenedores, de acuerdo a su previa clasificación, y elaborar un concentrado de los datos obtenidos.</p> <p>A5: elaborar un reporte de la práctica en el que se verifique el procesamiento de datos para la obtención de resultados, el análisis y/o discusión de los mismos y el grado de entendimiento por parte de los estudiantes.</p> <p>Práctica 2</p>	<p>Retroalimentación: de manera objetiva y oportuna, el docente dará información a los estudiantes acerca de los resultados obtenidos en los reportes de laboratorio, con la finalidad que en reportes siguientes tomen en cuenta las correcciones y mejoren su desempeño.</p> <p>Interrogatorio: el docente realiza preguntas directas a los estudiantes sobre la importancia de una adecuada recolección de datos experimentales, para determinar la ley cinética de una reacción o el diseño de un reactor.</p> <p>Debate: el docente organiza una discusión sobre la importancia de la seguridad en lugares de trabajo, destacando los siguientes puntos: correcta identificación de riesgos en el laboratorio; buena o mala actitud de los estudiantes para atender las recomendaciones hechas por el profesor o el encargado de seguridad, previamente designado; apropiada selección del equipo de protección personal (EPP) para cada una de las prácticas y conocimiento previo del Reglamento Interno de Laboratorios de la Facultad de Química.</p> <p>A22: realizar de manera individual un examen escrito correspondiente a la primera evaluación parcial. El contenido del examen sólo incluye las prácticas</p>



	<p>Exposición: el docente presenta información sobre los modelos disponibles en AspenPlus® para la simulación de reactores químicos.</p> <p>A6: conocer y manejar los diferentes modelos de reactores disponibles en AspenPlus®, utilizando como modelo la reacción de esterificación entre el alcohol etílico y el ácido acético.</p> <p>A7: simular un reactor de flujo tipo pistón para la deshidrogenación pirolítica de benceno, tomando en consideración las dimensiones del reactor, las leyes de velocidad de reacción para un sistema complejo y las condiciones en el equilibrio.</p> <p>A8: elaborar un reporte de la práctica en el que se verifique el procesamiento de datos para la obtención de resultados, el análisis y/o discusión de los mismos y el grado de entendimiento por parte de los estudiantes.</p> <p>Práctica 3</p> <p>Exposición: el docente presenta información relacionada con el cálculo de la función que describe de forma cuantitativa el tiempo que ha pasado en el reactor diferentes elementos de un fluido (distribución de tiempos de residencia, DTR).</p> <p>Solución de un problema: el docente plantea un problema para que los</p>	<p>que se realicen hasta la fecha del mismo.</p>
--	---	--



	<p>estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos.</p> <p>A9: resolver un ejercicio en el que se indique la concentración de un trazador en función del tiempo, en un experimento tipo pulso, para posteriormente determinar el primero y el segundo momento de la función DTR.</p> <p>Demostración: el docente muestra a los estudiantes a utilizar de manera adecuada el medidor de conductividad e indica la secuencia de pasos para realizar la práctica.</p> <p>A10: realizar por equipos el trabajo experimental y elaborar un concentrado de los datos obtenidos.</p> <p>A11: elaborar un reporte de la práctica en el que se verifique el procesamiento de datos para la obtención de resultados, el análisis y/o discusión de los mismos y el grado de entendimiento por parte de los estudiantes.</p> <p>Práctica 4 – Práctica 5</p> <p>Demostración: en la practica 4 el docente muestra la construcción de una curva de calibración que relaciona la conductividad de una solución con la concentración de una sal; por otro lado, en la practica 5 enfatiza sobre la importancia de no tener fugas en un sistema en donde uno de los productos es un gas. En ambas prácticas enseña la</p>	
--	--	--



	<p>secuencia de pasos para realizarlas.</p> <p>A12: realizar por equipos el trabajo experimental de ambas prácticas y elaborar un concentrado de los datos obtenidos.</p> <p>A13: elaborar un reporte de la práctica 4 en el que se verifique el procesamiento de datos para la obtención de resultados, el análisis y/o discusión de los mismos y el grado de entendimiento por parte de los estudiantes.</p> <p>A14: elaborar un reporte de la práctica 5 en el que se verifique el procesamiento de datos para la obtención de resultados, el análisis y/o discusión de los mismos y el grado de entendimiento por parte de los estudiantes.</p> <p>Practica 6</p> <p>Demostración: el docente indica la secuencia de pasos para realizar la práctica, muestra la manera correcta de operar el reactor Batch automatizado, enfatiza en la importancia de que los reactivos y equipos a utilizar deben estar libres de agua para prevenir la reacción de saponificación y muestra la manera adecuada de operar el rotovapor para la purificación del biodiesel sintetizado.</p> <p>A15: realizar por equipos el trabajo experimental y elaborar un concentrado de los datos obtenidos.</p> <p>Exposición: una vez concluidas las etapas de síntesis y de purificación del</p>	
--	--	--



	<p>biodiesel, el docente indica a los estudiantes que existen varias técnicas para caracterizar el producto, entre las cuales están viscosidad, índice de acidez y cromatografía de gases.</p> <p>A16: llevar a cabo una investigación de las técnicas para caracterizar el biodiesel e implementarlas en el laboratorio. La información debe proceder de fuentes fiables y de calidad, por ejemplo: artículos científicos o normas.</p> <p>A17: analizar en el laboratorio el biodiesel.</p> <p>A18: elaborar un reporte de la práctica que incluya una discusión de la importancia de los procesos de separación para la purificación de productos, una breve explicación teórica de las técnicas analíticas para la caracterización de biodiesel y el porcentaje de pureza alcanzado.</p> <p>Practica 7</p> <p>Demostración: el docente indica la secuencia de pasos para realizar la práctica, destacando dos situaciones en particular: 1) el manejo de la bomba peristáltica y 2) la manera adecuada de realizar conexiones para la operación de un reactor tipo pistón.</p> <p>A19: realizar por equipos el trabajo experimental y elaborar un concentrado de los datos obtenidos.</p>	
--	---	--



	<p>A20: analizar en el laboratorio el biodiesel.</p> <p>A21: elaborar un reporte de la práctica que incluya una discusión argumentada de las ventajas y desventajas de realizar una misma reacción en diferentes tipos de reactor (Batch y tubular); y el porcentaje de pureza alcanzado.</p>	
1 Hrs.	40 Hrs.	3 Hrs.
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Laboratorio, sala de cómputo, biblioteca y aula.		Acervo bibliográfico, pizarrón blanco, computadora, internet, software especializado (Microsoft Excel®, Origin®, AspenPlus®), material y equipo de laboratorio.

Unidad 2. Ingeniería de reacciones químicas heterogéneas

Objetivo: Adquirir y analizar datos experimentales, aplicando modelos tipo Langmuir-Hinshelwood, para determinar parámetros cinéticos de una reacción química heterogénea, fomentando el uso de herramientas computacionales, el trabajo en equipo y el cuidado al ambiente.

Contenidos:

Practica 8. Degradación fotocatalítica de paracetamol

- 8.1 Procesos de oxidación avanzada para la remoción de contaminantes
- 8.2 Mecanismo de Langmuir-Hinshelwood de un solo sitio
- 8.3 Técnicas analíticas para determinar avance de reacción

Práctica 9. Obtención de biodiesel a partir de aceite de cártamo catalizado con óxido de calcio

- 9.1 Importancia de la relación alcohol/aceite para la obtención de biodiesel
- 9.2 Diferencias entre catálisis homogénea y catálisis heterogénea

Métodos, estrategias y recursos educativos

Métodos de enseñanza:

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



- Método analítico.
- Método heurístico.

Técnicas didácticas:

- Sensibilización.
- Demostración.
- Debate.
- Retroalimentación.
- Interrogatorio.

Estrategias de enseñanza aprendizaje:

- Preguntas.
- Prácticas

Recursos educativos:

- Manual de Prácticas.
- Reglamento Interno de Laboratorios de la Facultad de Química.
- Diapositivas.

Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p>Sensibilización: el docente indica la importancia de los procesos de reacción heterogéneos, en especial de aquellos que tienen que ver con el reuso de catalizadores y procesos de oxidación avanzada para el tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>Práctica 8. Demostración: el docente indica la secuencia de pasos para realizar la práctica, proporcionando especial atención al montaje y operación de un reactor multifásico. Solicita a los estudiantes observar los cambios de concentración del compuesto modelo cuando no se utiliza el catalizador. A23: realizar por equipos el trabajo experimental, colocar los residuos de la práctica en los contenedores, de acuerdo a su previa clasificación, y elaborar un concentrado de los datos obtenidos. Debate: el docente organiza una discusión sobre los siguientes temas: ¿por qué utilizar el modelo de Langmuir-Hinshelwood</p>	<p>Retroalimentación: de manera objetiva y oportuna, el docente dará información a los estudiantes acerca de los resultados obtenidos en los reportes de laboratorio, con la finalidad que en reportes siguientes tomen en cuenta las correcciones y mejoren su desempeño. Interrogatorio: el docente realiza preguntas directas a los estudiantes sobre la importancia de las técnicas analíticas para dar seguimiento a una reacción. A28: realizar de manera individual un examen escrito correspondiente a la segunda evaluación parcial. El contenido del examen incluirá las prácticas de la unidad 1 que no se hayan evaluado en la primera evaluación parcial.</p>



	<p>de un solo sitio?, ¿porque monitorear la reacción durante únicamente 20 min?, ¿porque repetir la reacción con diferentes concentraciones del compuesto orgánico a analizar? y ¿cuál es el objetivo de una oxidación fotocatalítica en el tratamiento de agua residual?</p> <p>A24: elaborar un reporte de la práctica en el que se verifique el procesamiento de datos para la obtención de resultados, el análisis y/o discusión de los mismos y el grado de entendimiento por parte de los estudiantes.</p> <p>Práctica 9</p> <p>Demostración: el docente indica la secuencia de pasos para realizar la práctica, y advierte de la importancia de los cálculos estequiométricos, ya que en esta ocasión la relación mol metanol/aceite será de 9 a 1.</p> <p>A25: realizar por equipos el trabajo experimental, colocar los residuos de la práctica en los contenedores, de acuerdo a su previa clasificación, y elaborar un concentrado de los datos obtenidos.</p> <p>A26: analizar en el laboratorio el biodiesel de acuerdo a las técnicas discutidas en la práctica 6.</p> <p>A27: elaborar un reporte de la práctica que incluya: el cálculo detallado de las cantidades utilizadas de reactivos y catalizador,</p>	
--	--	--



	discusión entre ventajas y desventajas de la catálisis heterogénea sobre la catálisis homogénea en la producción de biodiesel y el porcentaje de pureza alcanzado.	
1 Hrs.	16 Hrs.	3 Hrs.
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Laboratorio, sala de cómputo, biblioteca y aula.		Acervo bibliográfico, pizarrón blanco, computadora, internet, software especializado (Microsoft Excel® y Origin®), material y equipo de laboratorio.

VII. Acervo bibliográfico

Básico:

1. Fogler, H. S. (2016). *Elements of Chemical Reaction Engineering*. 5th edition. Prentice Hall.
2. Levenspiel, O. (1998). *Chemical Reaction Engineering*. 3rd edition. Wiley.
3. Smith, J. M. (1986). *Ingeniería de la Cinética Química*. Compañía Editorial Continental.
4. Hill, C. G.; Thatcher, W. R. (2014). *Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design*. 2nd edition. Wiley.
5. Missen, R. W.; Mims, C. A.; Saville, Saville, B. A. (1999). *Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics*. John Wiley & Sons, Inc.

Complementario:

1. Denbigh, K. G. (2002). *Introducción a la Teoría de los Reactores Químicos*. Editorial Limusa.
2. Norskov, J. K.; Studt, F.; Abild-Pedersen, F.; Bligaard, T. (2014). *Fundamental Concepts in Heterogeneous Catalysis*. Wiley.
3. Froment, G. F.; Bischoff, K. B.; de Wilde, J. (2010). *Chemical Reactor Analysis and Design*. 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 ♦ ♦ ♦ 6	Optativa 2, Integral de Acentuación ♦ ♦ ♦ 6	Optativa 3, Integral de Acentuación ♦ ♦ ♦ 6	Optativa 4, Integral de Acentuación ♦ ♦ ♦ 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 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	



MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA QUÍMICA 2015

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
Económico Administrativa		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	
Tecnología de Materiales			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	
Tecnología Ambiental						Producción 2 2 4 6	Economía Industrial 3 0 3 6	Mercadotecnia 3 0 3 6	Desarrollo Organizacional 3 0 3 6
						Materiales Poliméricos y Compuestos 2 2 4 6	Propiedades de los Metales y Corrosión 3 0 3 6	Innovación y Entorno de Negocios 3 0 3 6	Macroeconomía 3 0 3 6
Procesos							Resistencia de Materiales 3 0 3 6	Tendencias Emergentes e Innovación en el Desarrollo 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	Temas Selectos de Materiales 3 0 3 6	Tendencias Emergentes e Innovación en el Desarrollo de Materiales 3 0 3 6
Bioprocesos						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 2 4 6
								Temas Selectos de Procesos Ambientemente 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 2 4 6
								Temas Selectos de Procesos 3 0 3 6	Tendencias Emergentes e Innovación en Procesos Físicoquímicos 3 0 3 6
						Bioquímica 2 2 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 una representación, sin embargo su oferta dependerá de la planeación académica y de la elección del alumno.