



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



Guía de Evaluación del Aprendizaje  
Ingeniería de Reactores II

Elaboró: Dr. Armando Ramírez Serrano  
Dra. Reyna Natividad Rangel 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 de evaluación del aprendizaje	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular	5
IV. Objetivos de la formación profesional	6
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje	6
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y actividades de evaluación	6
VII. Mapa curricular	11



### I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte **Facultad de Química**

Licenciatura **Ingeniería Química**

Unidad de aprendizaje **Ingeniería de Reactores II** 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

#### Formación equivalente

**Unidad de Aprendizaje**



## II. Presentación de la guía de evaluación del aprendizaje

Conforme lo indica el Artículo 89 del Reglamento de Estudios Profesionales, “La guía de evaluación del aprendizaje será el documento normativo que contenga los criterios, instrumentos y procedimientos a emplear en los procesos de evaluación de los estudios realizados por los alumnos. Se caracterizará por lo siguiente:

- a) Servirá de apoyo para la evaluación en el marco de la acreditación de los estudios, como referente para los alumnos y personal académico responsable de la evaluación.
- b) Son documentos normativos respecto a los principios y objetivos de los estudios profesionales, así como en relación con el plan y programas de estudio.

El diseño de esta guía de evaluación 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 Formular modelos cinéticos de reacciones químicas homogéneas, proponiendo mecanismos de reacción, aplicando métodos matemáticos (integral y diferencial) y estadísticos (coeficiente de correlación, varianza y residuales); además, evaluar el efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción, para el entendimiento posterior de modelos de la ingeniería en procesos químicos; desarrollando habilidades para el uso de software, promoviendo la calidad en el trabajo y actuando con responsabilidad social y una visión de sustentabilidad.

El enfoque y los principios pedagógicos que guían 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.



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

<b>Núcleo de formación</b>	<b>Integral</b>
<b>Área Curricular</b>	<b>Ingeniería Química</b>
<b>Carácter de la UA</b>	<b>Obligatorio</b>

### 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:

Proveerá 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.

Comprenderá aprendizajes sobre métodos y técnicas especializadas, y capacidades para desarrollar la autonomía profesional y el desempeño aceptable en el campo laboral.



Podrá contemplar áreas de formación con énfasis en ámbitos de intervención profesional o de iniciación en el proceso de investigación, con una práctica profesional supervisada en espacios laborales.

### 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.

Determinar la cinética catalítica, evaluar los procesos de transporte de masa externa e interna sobre reacciones heterogéneas, parámetros de transporte y caídas de presión, para dimensionar reactores tubulares de lecho empacado y multifásicos, con el propósito de proponer el reactor adecuado a cada sistema de reacción heterogéneo en procesos químicos; desarrollando habilidades para el uso de software, promoviendo la calidad en el trabajo y actuando con responsabilidad social y una visión de sustentabilidad.

### VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y actividades de evaluación

<b>Unidad 1.</b> Diseño de Reactores Heterogéneos Isotérmicos		
<b>Objetivo:</b> Analizar los mecanismos de reacción catalítica en la superficie del catalizador para determinar la cinética de reacción y desactivación catalítica.		
<b>Contenidos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Balance de moles</li> <li>1.2. Relación peso de catalizador con conversión, avance de reacción y volumen de reactor</li> <li>1.3. Análisis de reacciones catalíticas y diseño de un reactor <ul style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. Catalizadores</li> <li>1.3.2. Pasos de una reacción catalítica.</li> <li>1.3.3. Síntesis de una ley de velocidad, mecanismo y paso limitante de velocidad.</li> <li>1.3.4. Desactivación catalítica</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Evaluación del aprendizaje</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Evidencia</b>	<b>Instrumento</b>
A1. Solución de problemas. El estudiante	Serie de problemas resueltos (problemario resuelto)	



<p>resuelve ejercicios en su cuaderno y pintarrón</p> <p>A2. Solución de problemas: El alumno resolverá una serie de ejercicios o problemas que serán resueltos en clase y se calificarán</p>		<p>Rúbrica</p>
---	--	----------------

**Unidad 2. Procesos de transporte externo sobre reacciones heterogéneas**

**Objetivo:**

Evaluar los parámetros y resistencias a la de transferencia de masa y calor en un reactor tubular, en los procesos de transporte externo sobre reacciones heterogéneas, para emplearlas como criterio en el diseño de reactores heterogéneos.

**Contenidos:**

- 2.1. Resistencia Externa a la Transferencia de Masa
  - 2.1.1. Transferencia de masa para una partícula
  - 2.1.2. Transferencia de masa para un reactor de lecho empacado
  - 2.1.3. Estimación de coeficientes de transferencia de masa para un reactor tubular.
- 2.2. Balance de Energía para reactores empacados tubulares.
  - 2.2.1. Proceso Isotérmico
  - 2.2.2. Proceso Adiabático
  - 2.2.3. Proceso No Isotérmico / No adiabático

**Evaluación del aprendizaje**

Actividad	Evidencia	Instrumento
<p>A3. Solución de problemas orientados a la sustentabilidad y cuidado del medio ambiente: El alumno resolverá una serie de ejercicios o problemas que serán resueltos en clase y se calificarán.</p>	<p>Serie de problemas resueltos (problemario resuelto)</p>	<p>Rúbrica</p>



**Unidad 3. Procesos de transporte Interno sobre reacciones heterogéneas**

**Objetivo:** Evaluar los parámetros y resistencias a la de transferencia de masa y calor interna tanto en un catalizador como un reactor tubular, en los procesos de transporte interno y externo sobre reacciones heterogéneas, para emplearlas como criterio en el diseño de reactores heterogéneos.

**Contenidos:**

- 3.1. Difusión y reacción en gránulos de catalizador esféricos y cilíndricos
  - 3.1.1. Tortuosidad y Factor de Constricción
  - 3.1.2. Derivación de modelos matemáticos de Difusión y reacción
  - 3.1.3. Factor de efectividad interno y global
- 3.2. Transferencia de masa y reacción en un lecho empacado para procesos Isotérmicos
  - 3.2.1. Proceso Isotérmico
  - 3.2.2. Proceso Adiabático
- 3.3. Reactores Multifásicos
  - 3.3.1. Reactores de Suspensión
  - 3.3.2. Evaluación de Resistencia de absorción de gases, transporte de masa, reacción y difusión en el gránulo catalítico.
  - 3.3.3. Determinación de la etapa limitante.

**Evaluación del aprendizaje**

Actividad	Evidencia	Instrumento
A4. Solución de problemas: El alumno resolverá una serie de ejercicios o problemas que serán resueltos en clase y se calificarán	Serie de problemas resueltos (problemario resuelto)	Rúbrica
A5. Práctica en sala de cómputo empleando software comercial para la solución de problemas.	Reporte de práctica con resultados y procesamiento de datos	Rúbrica Lista de cotejo

**Unidad 4. Tópicos selectos de reactores heterogéneos**

**Objetivo:** Evaluar los parámetros y resistencias a la de transferencia de masa en reactores de suspensión (multifásicos), monolíticos, membranas y lecho fluidizado, en los procesos de transporte interno y externo sobre reacciones isotérmicas, para el diseño de tipos de reactores heterogéneos no convencionales.





**Contenidos:**

- 4.1. Introducción al diseño de reactores multifásicos.
- 4.2. Diseño de Reactores por Suspensión.
  - 4.2.1. Estimación de regímenes limitados por difusión y por reacción.
- 4.3. Diseño de Reactores no convencionales isotérmicos.
  - 4.3.1. Estimación de los parámetros de transporte de transferencia de masa en reactores:
    - 4.3.1.1. Monolítico.
    - 4.3.1.2. Membranas.
    - 4.3.1.3. Lecho fluidizado.

**Evaluación del aprendizaje**

Actividad	Evidencia	Instrumento
A6. Solución de problemas: El alumno resolverá una serie de ejercicios o problemas que serán resueltos en clase y se calificarán	Serie de problemas resueltos (problemario resuelto)	Rúbrica
A7. Práctica de Práctica en sala de cómputo. Solución de problemas.	Reporte de práctica con resultados y procesamiento de datos	Lista de cotejo Rúbrica

**Primera evaluación parcial**

Evidencia	Instrumento	Porcentaje
Examen de conocimientos	Examen calificado	75
Serie de problemas resueltos (problemario resuelto)	Rúbrica	25
		<b>100</b>

**Segunda evaluación parcial**

Evidencia	Instrumento	Porcentaje
Examen de conocimientos	Examen calificado	75
Serie de problemas resueltos (problemario resuelto)	Rúbrica	12.0



Reporte de práctica con resultados y procesamiento de datos	Rúbrica Lista de cotejo	<b>13.0</b>
		<b>100</b>

**Evaluación ordinaria final**

<b>Evidencia</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Porcentaje</b>
Examen de conocimientos	Examen calificado	<b>100</b>

**Evaluación extraordinaria**

<b>Evidencia</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Porcentaje</b>
Examen de conocimientos	Examen calificado	<b>100</b>

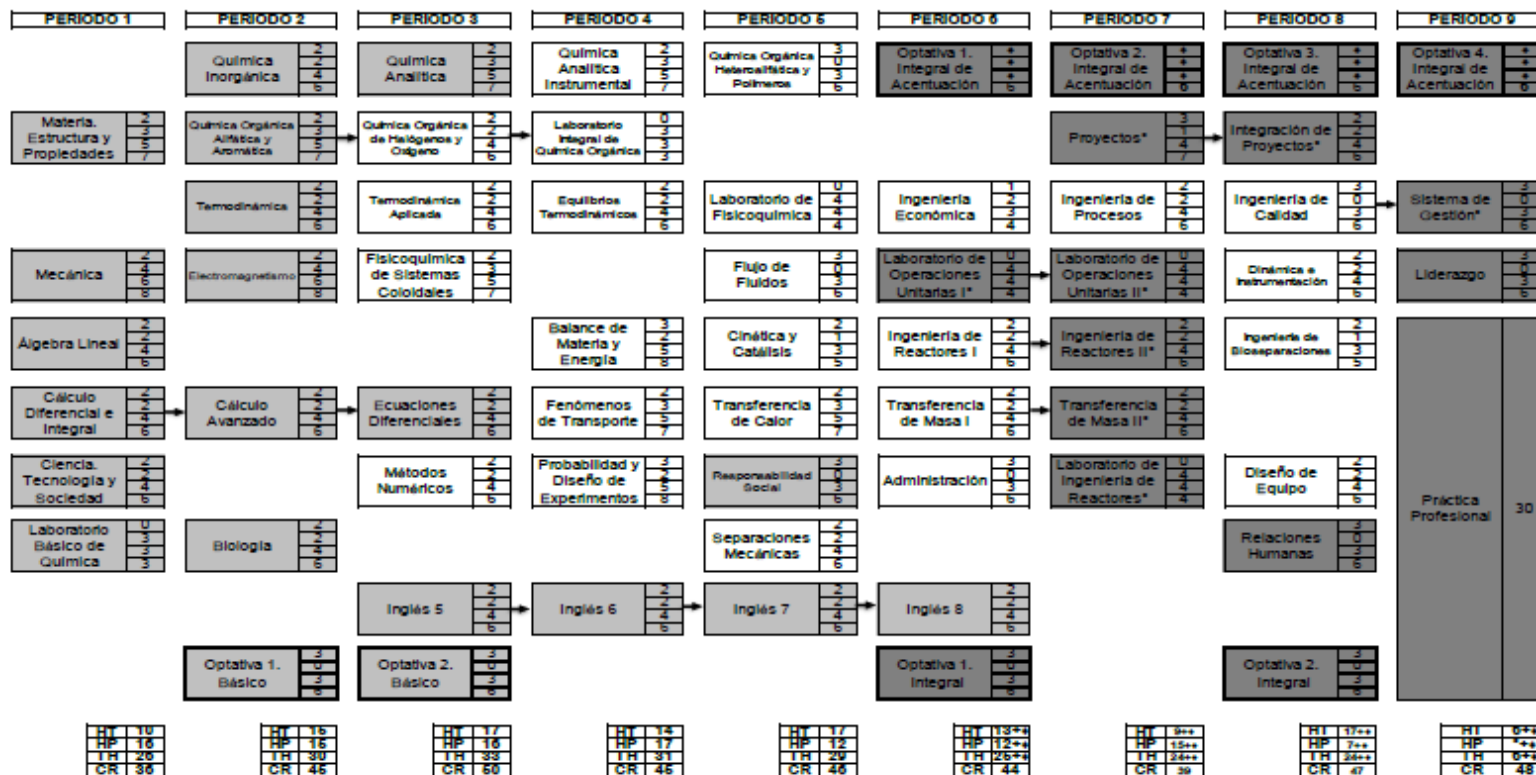
**Evaluación a título de suficiencia**

<b>Evidencia</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Porcentaje</b>
Examen de conocimientos	Examen calificado	<b>100</b>



## VII. Ubicación en el mapa curricular

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



**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

**PARAMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS**

Núcleo Básico cursar y acreditar 15 UA	6	6	12
Núcleo Sustantivo cursar y acreditar 25 UA	51	37	98
Núcleo Integral cursar y acreditar 10 UA + 1 Práctica	16	19	37
Núcleo Integral acreditar 2 UA	6	0	6
Núcleo Integral acreditar 3 UA de acentuación	1	2	13

Totales:

- 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 2 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 2 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 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 2 4 6
								Temas Selectos de Procesos 3 0 3 6	Tendencias Emergentes e Innovación de Procesos Fisicoquímicos 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 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.