



**UAEM** | Universidad Autónoma  
del Estado de México



Universidad Autónoma del Estado de México • Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales

# **Universidad Autónoma del Estado de México**

## **Licenciatura de Ingeniero Químico 2003**

**Programa de Estudios:**

**Ingeniería de Reactores Heterogéneos**



### I. Datos de identificación

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

- Químico en Alimentos 2003  Químico 2003
- Farmacéutico Biólogo 2006

#### Formación equivalente

	Unidad de Aprendizaje
Químico en Alimentos 2003	<input type="text"/>
Químico 2003	<input type="text"/>
Farmacéutico Biólogo 2006	<input type="text"/>



## II. Presentación

El Plan de Estudios del Programa Educativo de Ingeniero Químico 2003, plantea un modelo educativo basado en competencias, para consolidar programas educativos pertinentes y de calidad. El Currículo se divide en tres áreas: la básica, la sustantiva y la integradora que en conjunto pretenden dar una formación acorde a los tiempos actuales de una sociedad cada vez más dinámica, participativa y demandante. De tal forma, que el egresado de este programa será capaz de participar profesionalmente y eficientemente en el diseño, desarrollo, comercialización e investigación de nuevos procesos y nuevos productos, y en la operación y optimización de plantas químicas, mostrando una actitud ética ante la sociedad.

La Unidad de Aprendizaje (UA) de Ingeniería de Reactores Heterogéneos se ubica en el núcleo de formación sustantivo y su importancia radica en ser una herramienta fundamental para el Ingeniero Químico en la actualidad ya que le permite resolver infinidad de problemas relacionados con su área de trabajo. Esto refleja que es indispensable en la formación del Ingeniero Químico.

La contribución de esta UA al perfil de egreso del Ingeniero Químico se centra en la promoción de competencias a nivel de complejidad creciente, que coadyuvarán a su capacidad de análisis, síntesis y discriminación de información para intervenir satisfactoriamente en problemáticas como la incorrecta implementación y asimilación de la tecnología que soporta el desarrollo de la industria, el deficiente análisis y optimización de los procesos y equipos existentes, la escasa investigación para el desarrollo de nuevos materiales y productos químicos y cuya solución depende en gran medida de la correcta asimilación y aplicación de los conceptos involucrados en esta UA. En adición, esta UA contribuirá a que el aprendiz de profesionista reconozca los ámbitos de desempeño (centros de investigación y desarrollo tecnológico; operación de plantas industriales: producción, procesos; diseño y asesoría: diseño básico; entre otros), donde se presentan dichas problemáticas. Para cubrir el planteamiento anterior, el discente dominará los conocimientos de la UA y reforzará habilidades como el dominio de herramientas computacionales, software especializado, trabajo en equipo, entre otros. Manteniendo una visión de respeto orientada a la calidad en el trabajo, la perseverancia y la tolerancia, la responsabilidad y el compromiso, así como la disposición a aprender a aprender.

La UA consta de cuatro unidades de competencia: Diseño de Reactores Heterogéneos; Procesos de Transporte Externo en Reacciones Heterogéneas; Procesos de Transporte Interno en Reacciones Heterogéneas evaluando los efectos de difusión interna en la eficiencia de catalizadores porosos; Tópicos Selectos de Reactores Heterogéneos, que contempla el Diseño de Reactores Multifásicos y la Modelación y Simulación de Reactores no Ideales. En el



desarrollo de las unidades de competencia se propiciará el autoaprendizaje, así como el desarrollo de las habilidades y el fortalecimiento de las actitudes y valores propios de la UA durante todo el semestre. Las estrategias didácticas que se aplicarán en el transcurso de este curso son: i) resolución de series de problemas, ii) revisiones bibliográficas, iii) resolución de problemas mediante la elaboración de programas de cómputo utilizando un software especializado.

Los criterios de evaluación tienen un carácter de proceso continuo en el cual la realimentación oportuna a los estudiantes acerca de su desempeño será factor clave en el logro de los objetivos establecidos. Las evaluaciones se aplicarán de acuerdo con lo que señale el calendario oficial respectivo.

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

Núcleo de formación:	Sustantivo
Área Curricular:	Ingeniería Aplicada
Carácter de la UA:	Obligatoria

### IV. Objetivos de la formación profesional.

#### Objetivos del programa educativo:

Preparar, capacitar y formar a los alumnos con las bases humanísticas, científicas y tecnológicas mediante el reforzamiento de actitudes y valores; la adquisición de conocimientos como son los principios y fundamentos de las ciencias básicas, las matemáticas y la Ingeniería Química; y el desarrollo de habilidades de pensamiento superior (análisis, síntesis, razonamiento, creatividad) para que sean capaces de resolver problemas propios de la disciplina aplicando metodologías adecuadas, así como generar y/o optimizar procesos químicos, que conlleven a mejorar su entorno social, ambiental, laboral y económico para incrementar la calidad de vida en nuestro país.

#### Objetivos del núcleo de formación:

Preparar, capacitar y formar a los alumnos con las bases humanísticas, científicas y tecnológicas mediante el reforzamiento de actitudes y valores; la adquisición de conocimientos como son los principios y fundamentos de las ciencias básicas, las matemáticas y la Ingeniería Química; y el desarrollo de habilidades de pensamiento superior (análisis, síntesis, razonamiento, creatividad) para que sean capaces de resolver problemas propios de la disciplina aplicando metodologías adecuadas, así como generar y/o optimizar procesos químicos, que conlleven a



mejorar su entorno social, ambiental, laboral y económico para incrementar la calidad de vida en nuestro país.

### **Objetivos del área curricular o disciplinaria:**

#### **V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.**

Los discentes del programa educativo de Ingeniero Químico mediante trabajo individual y en equipo serán capaces de intervenir en la resolución de problemas básicos de diseño de reactores heterogéneos, como cálculos de volúmenes y conversiones deseadas; además de obtener modelos de comportamiento, implicando condiciones de operación que permitan resolver problemas de cinética química e ingeniería de reactores heterogéneos. Al finalizar la unidad de aprendizaje el discente será capaz de analizar y discriminar la información con que se cuente para poder resolver problemas de cinética química e ingeniería de reactores heterogéneos. Además de conocer las condiciones óptimas de operación para los reactores heterogéneos.

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

##### **Unidad 1. Diseño de Reactores Heterogéneos Isotérmicos**

**Objetivo:** Diseño de Reactores Heterogéneos con base en los análisis de reacciones catalíticas, identificación del paso limitante de la velocidad y mecanismo de reacción. Aplicando las habilidades<sup>1</sup> y desarrollando actitudes y valores<sup>2</sup>

1.1 Balance de moles

1.2 Relación Peso catalizador, conversión, avance de reacción y volumen del reactor.

1.3 Análisis de reacciones catalíticas y diseño de un reactor

Catalizadores

Pasos de una reacción catalítica

Síntesis de una ley de velocidad, mecanismo y paso limitante de velocidad

1.4 Desactivación catalítica

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



**Objetivo:** Evaluación de los procesos de transporte externo sobre reacciones heterogéneas, cálculo de resistencia externa a la transferencia de masa y a la transferencia de calor. Aplicando las habilidades<sup>1</sup> y desarrollando actitudes y valores<sup>2</sup>

2.1 Estimación de coeficientes de transferencia de masa y calor para un reactor tubular

2.2 Resistencia a la transferencia de masa y de calor en una partícula catalítica.

2.3 Diseño de reactores tubulares heterogéneos

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

**Objetivo:** Evaluación de los procesos de transporte internos sobre reacciones heterogéneas, cálculo de resistencia externa los efectos de difusión interna en la eficiencia de catalizadores porosos, cálculo de factor de efectividad global e interno, comparación y discriminación entre velocidad de reacción aparente y verdadera. Aplicando las habilidades<sup>1</sup> y desarrollando actitudes y valores<sup>2</sup>

Evaluación de los efectos de difusión interna en la eficiencia de catalizadores porosos

1.1 Difusión y reacción en gránulos de catalizador esféricos y cilíndricos

1.2 Factor de efectividad interno y global

1.3 Transferencia de masa y reacción en un lecho empacado

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

**Objetivo:** Tópicos selectos de reactores heterogéneos donde contempla la el diseño de reactores multifásicos modelación y la simulación de reactores no ideales, analíticamente y mediante software especializado. Aplicando las habilidades<sup>1</sup> y desarrollando actitudes y valores<sup>2</sup>

4.1 Diseño de reactores multifásicos,

Suspensión: Estimación de regímenes limitados por difusión y por reacción

Monolítico, Membranas, Lecho fluidizado

4.2 Modelación y simulación de reactores no ideales.

Modelos de un parámetro

Uso de trazadores



## VII. Sistema de evaluación

En el desarrollo de la UA se evaluará el análisis para modelar y la resolución de problemas, las habilidades adquiridas, las actitudes y valores desarrollados, mediante:

Actividades individuales como: Resolución de ejercicios y exámenes departamentales

Actividades en equipo como: Presentación de artículo científico, resolución de ejercicios y problemas tipo en clase y series resueltas de problemas tipo (problemarios)

La UA se acreditará a través de dos evaluaciones parciales y/o, una ordinaria; el discente podrá exentar la unidad de aprendizaje si obtiene una calificación mayor o igual a 8.0 puntos en los dos exámenes parciales. Si el promedio de los dos exámenes parciales esta entre 6.0 y 7.9 puntos el discente deberá presentar el examen ordinario y la calificación final será el promedio del ordinario y las calificaciones parciales. Además de las evaluaciones, el discente deberá cumplir con el 80% de asistencia al curso para dar derecho a presentar cada evaluación parcial y/u ordinaria. La acreditación del curso se logrará siempre y cuando el alumno alcance una calificación promedio mayor a 6.0 puntos equivalentes a obtener un 60% del total de la calificación. Si el promedio es menor a 6.0 puntos en el promedio de las evaluaciones parciales o en la calificación del curso, el discente podrá presentar el examen extraordinario o a título de suficiencia.

La primera evaluación se conformará por las siguientes actividades:

Actividades en o fuera del aula	2.5 puntos
Serie de problemas y ejercicios individuales	1.0 puntos
Serie de problemas presentados analíticos y especializado en equipo	mediante software 1.5 puntos
Examen departamental (ver cuadro 1)	7.5 puntos
1er examen departamental, escrito (unidad de competencia I y II)	

La segunda evaluación se conformará por las siguientes actividades:

Actividades en o fuera del aula	4.0 puntos
Análisis de artículo científico y presentación del proyecto	2.5 puntos
Serie de problemas presentados analíticos y especializado en equipo	mediante software 1.5 puntos
Examen departamental (ver cuadro 1)	6.0 puntos



## 2do examen departamental (unidad de competencia III y IV)

Cuadro 1. Criterios de evaluación de gráfico de recuperación

Aspecto	Criterios	Indicadores	Parámetros	
Conceptos	Coherencia	Relación de términos	4.0	5.0
	Suficiencia	Contiene los términos principales		5.0
Diseño	Estructura	Se identifican jerarquías entre términos	3.0	5.0
	Secuencia	Los términos tiene una secuencia deductiva		5.0
Presentación	Redacción	Sigue reglas gramaticales	3.0	5.0
	Ortografía	Sin faltas de ortografía		5.0

Cuadro 2. Criterios de evaluación de series de problemas: Ejercicios semanales, problemarios, ejercicios y problemas resueltos en clase y examen departamental

Aspectos	Criterios	Indicadores	Parámetros	
Planteamiento	Coherencia	Lógico	8.0	10.0
Resultado	Valor Unidades	Correcto	1.0	9.0
		Uso correcto		1.0
Presentación	Limpieza y orden	Es limpio y ordenado	1.0	10.0

Cuadro 3. Criterios de evaluación del trabajo de investigación\*

Aspectos	Criterios	Indicadores	Parámetros	
Planteamiento	Coherencia	Lógico	2.0	10.0
Modelo de cálculo	Adecuado	Uso correcto	5.0	10.0
Resultado	Valor Unidades	Correcto	1.0	9.0
		Uso correcto		1.0
Presentación*	Limpieza y orden	Es limpio y ordenado	1.0-1.5	3.3-3.0
	Ortografía	Sin faltas de ortografía		3.3-3.0
	Redacción	Sigue las reglas gramaticales		3.3-4.0
Bibliografía*	Actualizada	Reciente y reportada correctamente	5-10	10.0

\* Para revisiones bibliográficas solo se consideran los puntos marcados con \*

\*\* La ausencia de estos aspectos en caso extremo pueden ser causa de anulación total de la práctica en cuestión



## VIII. Acervo bibliográfico

### Básica

Fogler, Scott, “Elements of Chemical Reaction Engineering”, 3a. ed., Prentice Hall, 1999.

Levenspiel, S, “Ingeniería de las Reacciones Químicas”, 2a. ed., Reverte, 1987.

Charles, G. Hill, Jr., An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, 1971

### Complementaria

Smith, J, “Ingeniería de la Cinética Química”, 2a. ed., CECSA, 1997.

Denbigh, G.K., “Introducción a la teoría de los reactores químicos”, 2a. ed., Limusa, 1990.

Froment, G.F. , “Chemical reactor analysis and design”, 2a. ed., John Wiley and Sons, 1979.