



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

**SD**  
Secretaría de Docencia



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:**

**Química Orgánica Heterocíclica**



**I. Datos de identificación**

Licenciatura

Unidad de aprendizaje  Clave

Carga académica	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="6"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Período escolar en que se ubica 

<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Seriación	<input type="text" value="Ninguna"/>	<input type="text" value="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**

Químico en Alimentos 2003	<input type="checkbox"/>	Químico 2003	<input type="checkbox"/>
Farmacéutico Biólogo 2006	<input type="checkbox"/>		

**Formación equivalente**

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



## II. Presentación

El plan de estudio 2003 del programa educativo de Ingeniero químico que se imparte en la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México se diseñaron bajo un modelo educativo basado en competencias, con el fin de consolidar su pertinencia y calidad, organizándose en tres áreas de formación: básica, sustantiva e integral, que en conjunto pretenden dar una formación acorde a los tiempos actuales de una sociedad cada vez más dinámica, participativa y demandante.

La Unidad de Aprendizaje (UA) de Química orgánica heterocíclica es una materia optativa y se ubica en el núcleo integral y pretende destacar que la ingeniería química es una ciencia activa y en continuo desarrollo; su importancia es fundamental en nuestro mundo tanto en el ámbito de la naturaleza como en el de la sociedad y por consiguiente en la formación de estos profesionales de la Química.

La contribución de esta Unidad de Aprendizaje al perfil de egreso de los estudiantes de esta licenciatura se centra en el desarrollo de competencias, que incidirán en la solución de problemas relacionados al área de la ingeniería química y su transformación mediante la aplicación de las ciencias básicas.

Las competencias que la Unidad de Aprendizaje promueve en el estudiante, tienen un carácter integral, el nivel cognoscitivo pretende alcanzar los niveles de comprensión de conceptos y su aplicación en la solución de problemas relacionados con la transformación de la materia, el manejo de instrumentos y equipos que se utilizan en el campo de la química orgánica (rotavapores, bombas de vacío, muflas, estufas, balanzas, potenciómetros, entre otros), además de promover la comunicación efectiva de los estudiantes al participar en trabajos por equipo, comprometiéndose en un desempeño de calidad en el trabajo, que le permitan de manera eficaz iniciar los estudios de su profesión ante los retos actuales y futuros que esto demanda.

La Unidad de aprendizaje consta de siete unidades: Nomenclatura para sistemas heterocíclicos, Anillos heterocíclicos de cinco miembros con un heteroátomo, anillos de cinco miembros con un heteroátomo fusionados, anillos de cinco miembros con dos heteroátomos, anillos de seis miembros con un heteroátomo, anillos de seis miembros con dos heteroátomos, anillos de tres y cuatro miembros con un heteroátomo. Todas estas unidades sustentadas en un proceso educativo centrado en el estudiante, con la finalidad de propiciar el autoaprendizaje desarrollando de manera integral habilidades, actitudes y valores. Por lo que estrategias como la investigación documental, la discusión de temas, exposiciones del profesor y de los estudiantes conformaran las actividades centrales durante el desarrollo de las actividades del semestre Los criterios de evaluación tienen un carácter de proceso continuo en el que la



realimentación oportuna a los estudiantes acerca de su desempeño será factor clave en el aprendizaje de manera que el estudiante realizará trabajos previos y posteriores a las sesiones de clase como: investigación documental de temas, elaboración de mapas conceptuales, resolución de problemas, trabajo activo en clase (discusión de temas, resolución de problemas tipo y exposiciones ante el grupo); y presentación de las evaluaciones tanto las señaladas en el calendario oficial de la facultad, así como las de diagnóstico y de carácter formativo.

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

**Núcleo de formación:** Integral

**Área Curricular:** Disciplinaria

**Carácter de la UA:** Optativa

### 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:

Proporciona al estudiante una visión integradora-aplicativa de carácter interdisciplinario y transdisciplinario, que contempla y orienta su formación al permitir opciones para su ejercicio profesional o bien la iniciación en el proceso investigativo. Se consolida con su inserción en el campo profesional a través de estancias supervisadas en espacios laborales y/o de investigación, que faciliten su proceso de apropiación y aplicación del conocimiento.

#### Objetivos del área curricular o disciplinaria:



## V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Proporcionar a los estudiantes los conocimientos básicos de la Química Orgánica Heterocíclica, así como el fortalecer y desarrollar habilidades, actitudes y valores que les permitan trabajar de manera individual o en equipo en la nomenclatura para los sistemas heterocíclicos y su interpretación de las propiedades físicas, químicas y métodos de síntesis de los principales grupos heterocíclicos de cinco y seis miembros cuatro y tres miembros con uno o más heteroátomos tanto monocíclicos como fusionados, empleando el método científico como un procedimiento sistemático, el cual implica el diseño y comprobación de hipótesis, leyes y teorías a través del planteamiento, análisis y solución de problemas que permiten a los alumnos comprender alternativas y propuestas relacionadas con la transformación de materias primas en compuestos heterocíclicos, además de emplear software específico para el desarrollo de las actividades de esta unidad de aprendizaje tomando en cuenta el beneficio social y el cuidado del medio ambiente.

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

### Unidad 1. Nomenclatura para sistemas heterocíclicos

- 1.1 Sistema de nomenclatura tipo Hantzsch-Widman para sistemas monocíclicos
- 1.2 Nomenclatura trivial para sistemas monocíclicos y fusionados
- 1.3 Sistema de nomenclatura tipo Hantzsch-Widman para sistemas fusionados
- 1.4 Nomenclatura para sistemas espiroheterocíclicos

### Unidad 2. Anillos heterocíclicos de cinco miembros con un heteroátomo

- 2.1 Análisis estructural de anillos de cinco miembros con un heteroátomo
- 2.2 Propiedades físicas de los anillos heterocíclicos de cinco miembros con un heteroátomo
- 2.3 Importancia de los anillos heterocíclicos con un heteroátomo desde el punto de vista natural, industrial y farmacéutico
- 2.4 Métodos de preparación
  - Síntesis clásicas
  - Síntesis de Paal-Knorr
  - Síntesis de Feist-Benary



Síntesis de Hantzsch

Síntesis de Hinsberg

A partir de ésteres acetilénicos

2.5 Propiedades químicas:

Sustitución electrofílica aromática

Efecto del grupo sustituyente

2.6 Sustitución nucleofílica aromática

2.7 Sustitución a través de radicales libres.

2.8 Adición de carbenos

2.9 Reacciones de metalación

2.10 Reacciones de reducción

2.11 Reacciones de cicloadición

### **Unidad 3.** Anillos de cinco miembros con un heteroátomo fusionados

3.1 Característica general del anillo de indol

3.2 Importancia del núcleo de indol desde el punto de vista natural, industrial y farmacéutico

3.3 Métodos de síntesis:

Síntesis de Fisher

Síntesis de Madelung

Síntesis de Reissert

Síntesis de Nenitzescu

Síntesis de Bischler

3.4 Propiedades Químicas:

Sustitución electrofílica aromática

Efecto del grupo sustituyente

Sustitución nucleofílica aromática

Sustitución a través de radicales libres.

Adición de carbenos

Reacciones de metalación

Reacciones de apertura



#### **Unidad 4.** Anillos Heterocíclicos de cinco miembros con dos heteroátomos

- 4.1 Generalidades de los azoles
- 4.2 Importancia de los azoles desde el punto de vista natural, industrial y farmacéutico.
- 4.3 Métodos de preparación de 1,2-azoles.
- 4.4 Métodos de síntesis de 1,3-azoles
- 4.5 Propiedades químicas:
  - Sustitución electrofílica aromática
  - Efecto del grupo sustituyente
  - Sustitución nucleofílica aromática
  - Sustitución a través de radicales libres.
  - Reacciones de metalación
  - Reacciones de cicloadición
  - Reacciones de apertura cíclica
  - Formación de sales cuaternarias de azoleo
  - Reactividad de la cadena lateral

#### **Unidad 5.** Anillos Heterocíclicos de seis miembros con un heteroátomo

- 5.1 Generalidades del anillo de piridina
- 5.2 Importancia del anillo de la piridina desde el punto de vista natural, industrial y farmacéutico
- 5.3 Métodos de preparación de piridinas
- 5.4 Propiedades químicas:
  - Sustitución electrofílica aromática
  - Efecto del grupo sustituyente
  - Sustitución nucleofílica aromática
  - Formación de N-óxidos de piridina
  - Sustitución a través de radicales libres
  - Reactividad de la cadena lateral
  - Reacciones de metalación
  - Reacciones de transposición



## **Unidad 6.** Anillos heterocíclicos de seis miembros Fusionados con un heteroátomo

### 6.1 Generalidades de quinolinas e Isoquinolinas

6.2 Importancia del anillo de quinolina e isoquinolina desde el punto de vista natural, industrial y farmacéutico.

6.3 Métodos de preparación de quinolinas e isoquinolinas

6.5 Propiedades químicas:

Sustitución electrofílica aromática

Efecto del grupo sustituyente

Sustitución nucleofílica aromática

Sustitución a través de radicales libres.

Reacciones de metalación

Reacciones de apertura cíclica

Reactividad de la cadena lateral

## **Unidad 7.** Anillos heterocíclicos de tres y cuatro miembros con un heteroátomo

7.1 Generalidades de los anillos de tres y cuatro miembros con un heteroátomo

7.2 Importancia de los anillos de tres y cuatro miembros con un heteroátomo desde el punto de vista natural, industrial y farmacéutico

7.3 Métodos de preparación los anillos de tres y cuatro miembros con un heteroátomo

7.4 Propiedades químicas:

Reacciones de apertura

## **VII. Sistema de evaluación**

En el desarrollo de la UA se evaluará la identificación y la aplicación de los conocimientos, las habilidades adquiridas, las actitudes y valores desarrollados, mediante:

Actividades individuales como: Resúmenes, mapas conceptuales, gráficos de recuperación y series de problemas (previo a la evaluación parcial y evaluaciones departamentales)





Actividades en equipo como: series de problemas (previo a la evaluación parcial o final)

La unidad de aprendizaje se acreditará a través de dos evaluaciones parciales, una final sumaria (equivalente al examen ordinario), con un promedio mínimo de calificación de 6.0 puntos en una escala de 10.0 para ser promovido. No hay pase automático, es obligatoria la presentación del examen departamental final.

Los puntajes de las calificaciones e integración de cada evaluación son los siguientes:

Primera evaluación	30 Pts
Segunda evaluación	30 Pts
Evaluación final	40 Pts

Las evaluaciones primera, segunda y final se conformaran por las siguientes actividades:

#### 1ª Evaluación

Actividades de aprendizaje 2.5 Puntos

Resúmenes de investigación documental	1 Pto
Mapa conceptual o gráfico de recuperación	0.5 Pto
Series de problemas	1 Pto

Examen departamental 7.5 Ptos

#### 2ª Evaluación

Actividades de aprendizaje 2.5 Ptos

Resúmenes de investigación documental	1 Pto
Mapa conceptual o gráfico de recuperación	0.5 Pto
Series de problemas	1 Pto

Examen departamental 7.5 Ptos

#### 3ª Evaluación

Actividades de aprendizaje 2.5 Puntos

Resúmenes de investigación documental	1 Pto
Mapa conceptual o gráfico de recuperación	0.5 Pto
Series de problemas	1 Pto

Examen departamental 7.5 Ptos



### VIII. Acervo bibliográfico

Paquette, L. A. Fundamentos de Química Heterocíclica, Ed. Limusa, 1ª Edición en Español, México, 1987. QD 400 P34

Gilchrist, T.L. Heterocyclic Chemistry, Ed. Logma Scientific & Technical, Sec. Edi, New. York 1992

Acheson, R. M. Química heterocíclica, Publicaciones Cultural S.A. México, 1981. QD 400 A17

G.F. Smith, G. F., Joule, A.J. Heterocyclic Chemistry, Ed., Van Nostrand Reinhold London, 1978. QD 400 J59

Young, D.J. Heterocyclic Chemistry, Ed. Longman Scientific, London, 1975 QD 400 Y68

A. R. Katritzky, Handbook of Heterocyclic Chemistry, Ed. Pergamon Press, New York, 1985

Herrera, L., Miranda, R., Punieres, G., Velasco, B. Nomenclatura Sistematizada en Química Heterocíclica. Ed. UNAM 1ª Ed. 1995, México D.F.

Contemporary Heterocyclic Chemistry, G.R. Newkome and W.W. Paudler, John Wiley & Sons, N.Y. 1982.

Lednicher, D., Mitscher, L. A., Georg, G. The Organic Chemistry of Drug Synthesis John Wiley & Sons, N.Y.

Carey, F.A. Advanced Organic Chemistry, Plenum Press, 2ª Edición. New York. 1984 QD2512C36

March J. Advanced Organic Chemistry, 4ª Edición. Wiley Interscience, New York. 1992 QD2512M37

Rodriguez H. L.; Miranda R.R.; Nomenclatura Sistematizada en química heterocíclica, UNAM 1995

Taylor C. E. Heterocyclic Compounds Wiley Interscience 1990