



**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 Químico Farmacéutico Biólogo 2006**

**Programa de Estudios:**

**Toxicología Ambiental**



**I. Datos de identificación**

Licenciatura **Químico Farmacéutico Biólogo 2006**

Unidad de aprendizaje **Toxicología Ambiental** 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 2003  Química 2003   
Química en Alimentos 2003

**Formación equivalente**

**Unidad de Aprendizaje**

Ingeniería Química 2003   
Química 2003   
Química en Alimentos 2003



## II. Presentación

La Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo de la Facultad de Química de la UAEM tiene como objetivo general formar profesionales para servir a la sociedad con ética y responsabilidad en las áreas farmacéutica, clínica y ambiental, al:

- Poseer los conocimientos básicos en las áreas de matemáticas, biología, física y química para que pueda utilizarlos en las áreas farmacéutica, clínica y ambiental.
- Integrar los conocimientos de tipo conceptual en las ciencias biomédicas para analizar y formular programas de diagnóstico, prevención, tratamiento y vigilancia de enfermedades de diversas etiologías principalmente infectocontagiosas y crónico degenerativas.
- Poseer los conocimientos de tipo conceptual en las ciencias farmacéuticas, para diseñar, sintetizar, formular y evaluar, nuevas presentaciones farmacéuticas que satisfagan las necesidades de nuestro medio.
- Integrar los conocimientos de tipo conceptual en las áreas de especialidad farmacéutica para resolver problemas en las áreas farmoquímicas y farmacéutica, del sector productivo.
- Integrar los conocimientos de tipo conceptual en las áreas de especialidad clínica para integrarse a grupos de trabajo interdisciplinario con el propósito de resolver problemas en el sector salud.
- Integrar los conocimientos de tipo conceptual en las áreas de especialidad ambiental para resolver problemas ambientales que afectan a la sociedad.

Día a día se incrementa el número de sustancias que son incorporadas al medio ambiente a través de las diferentes actividades humanas, algunas de ellas se incorporan en forma intencional como los plaguicidas que son aplicados a los cultivos, mientras que otras inadvertidamente se incorporan como resultado de diferentes procesos industriales en forma de residuos, contaminantes atmosféricos o descargas de aguas residuales.

La Toxicología Ambiental se refiere al estudio de los efectos adversos producidos por diferentes agentes químicos liberados al medio ambiente sobre las diferentes formas de vida y los ecosistemas. En un principio es necesario comprender como influyen las características fisicoquímicas de las sustancias en su movilidad y transporte a través del agua, el aire y el suelo, así como en los organismos existentes en un ecosistema. Otro aspecto importante es el análisis de las transformaciones que se producen en los agentes químicos liberados al ambiente ocasionadas por factores como la temperatura, la humedad, las radiaciones luminosas y otros o por los mismos organismos



presentes en el medio, estas transformaciones pueden dar lugar a la formación de compuestos más o menos tóxicos que el compuesto original. Podemos señalar que la Toxicología Ambiental estudia la naturaleza, propiedades, efectos y procedimientos de detección de las sustancias en el ambiente y en cualquier organismo presente en el ambiente y aporta herramientas para evaluar o predecir el impacto que tiene una sustancia presente en el ambiente, sobre el ser humano y sobre otras especies. Adicionalmente la Toxicología Ambiental desarrolla procesos biológicos o fisicoquímicos que puedan controlar la liberación de estos agentes o bien minimizar su impacto adverso sobre el ambiente.

La evaluación del curso se desarrollará sobre la base de los trabajos escritos, entrega de reportes de las sesiones, proyecto experimental y exámenes. Al finalizar el curso el alumno tendrá una visión clara de la utilidad de la Toxicología Ambiental aportándole al Químico Farmacéutico Biólogo herramientas importantes para la evaluación de riesgos a la salud y al ambiente derivados de la exposición a sustancias tóxicas

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

<b>Núcleo de formación:</b>	<b>Integral</b>
<b>Área Curricular:</b>	<b>Ciencias de Especialidades Ambientales</b>
<b>Carácter de la UA:</b>	<b>Optativa</b>

### IV. Objetivos de la formación profesional.

#### Objetivos del programa educativo:

Poseer los conocimientos básicos en las áreas de matemáticas, biología, física y química para que pueda utilizarlos en las áreas farmacéutica, clínica y ambiental.

Integrar los conocimientos de tipo conceptual en las ciencias biomédicas para analizar y formular programas de diagnóstico, prevención, tratamiento y vigilancia de enfermedades de diversas etiologías principalmente infectocontagiosas y crónico degenerativas.

Poseer los conocimientos de tipo conceptual en las ciencias farmacéuticas, para diseñar, sintetizar formular y evaluar nuevas presentaciones farmacéuticas que satisfagan las necesidades de nuestro medio.

Integrar los conocimientos de tipo conceptual en las áreas de especialidad farmacéutica para resolver problemas en las áreas farmoquímicas y farmacéutica, del sector productivo.



Integrar los conocimientos de tipo conceptual en las áreas de especialidad clínica para integrarse a grupos de trabajo interdisciplinario con el propósito de resolver problemas en el sector salud.

Integrar los conocimientos de tipo conceptual en las áreas de especialidad ambiental para resolver problemas ambientales que afectan a la sociedad.

### **Objetivos del núcleo de formación:**

Proporcionar la información, integración y aplicación de los conocimientos requeridos para el ejercicio profesional en el ámbito laboral conforme a una realidad contemporánea. El estudiante podrá seleccionar y definir la orientación de su perfil profesional, en este sentido lo posibilitan para incursionar en la práctica laboral con mayores niveles de profesionalización.

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

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

Brindar al estudiante un conocimiento sobre la toxicología de los agentes liberados al ambiente, sus procesos de transporte y distribución y transformación en el medio (QUIMIODINAMICA), que determinan la exposición de organismos a estos agentes y las consecuencias que se derivan de esta exposición (TOXICIDAD), esto es, los efectos adversos sobre los organismos y el ecosistema. Así como iniciar al estudiante en las metodologías orientadas a evaluar el riesgo a la salud y al ambiente.

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

### **Unidad 1. Desarrollo de la Toxicología Ambiental.**

**Objetivo:** Conocer el desarrollo histórico de la Toxicología Ambiental y el campo de acción de esta área de la Toxicología en relación con la evaluación de riesgos a la salud y al ambiente que se derivan de la exposición a agentes tóxicos.

- 1.1 Desarrollo Histórico de la Toxicología Ambiental (Minamata, Bophal, Cromatos, DDT) Definiciones: Ecosistema, Conceptos básicos de Toxicología aplicados a agentes tóxicos liberados al ambiente (Fases toxicocinética y toxicodinámica, carcinogénesis y mutagénesis) Campo



de acción de la Toxicología Ambiental (Toxicología Ambiental y Ecotoxicología) Riesgo a la salud y Riesgo al ambiente (Definiciones)

## **Unidad 2.** Quimiodinámica de los contaminantes en el medio

**Objetivo:** Analizar los factores del agente tóxico y del medio ambiente que determinan la movilidad de la sustancia en los diferentes medios.

- 2.1 Características generales de los medios (Aire, Agua, Suelo, Biota)
- 2.2 Factores que determinan la distribución y transporte de una sustancia en el medio (Quimiodinámica)
- 2.3 Fugacidad
- 2.4 Tiempo de vida media
- 2.5 Solubilidad
- 2.6 Coeficiente de partición agua/suelo, Agua /aire, Aire /suelo
- Modelos
- Lixiviación
- 2.7 Mecanismos de adsorción
- 2.8 Propiedades fisicoquímicas que influyen en el comportamiento de un contaminante en el medio
- 2.9 Transformaciones abióticas de agentes tóxicos
- 2.10 Reacciones fotoquímicas, Hidrólisis, Reacciones de Oxido reducción
- 2.11 Constante de degradabilidad.

## **Unidad 3.** Transformación de agentes tóxicos en el medio

**Objetivo:** Analizar los principios que determinan la bioacumulación, biomagnificación y biotransformación de agentes tóxicos liberados al medio y las consecuencias sobre el ecosistema que de ello se derivan.

- 3.1 Incorporación de los agentes tóxicos a las cadenas tróficas
- 3.2 Procesos que determinan la presencia de un agente tóxico en el ambiente: biotransformación y biodegradabilidad, persistencia
- 3.3 Bioacumulación, bioconcentración, biomagnificación
- 3.4 Principios de los sistemas de bioremediación



#### **Unidad 4.** Evaluación de la exposición a agentes tóxicos liberados al ambiente.

**Objetivo:** Conocer algunos de los procedimientos para la identificación y estimación de la dosis de exposición de agentes tóxicos liberados al medio ambiente, así como los principios de los bioensayos empleados para evaluar los efectos adversos producidos sobre organismos del medio y el empleo de biomarcadores.

- 4.1 Estimación de la dosis de exposición
- 4.2 Relación dosis – respuesta
- 4.3 Respuestas de los organismos derivadas de la exposición a agentes tóxicos
- 4.4 Efectos de agentes tóxicos sobre poblaciones, comunidades y ecosistemas
- 4.5 Interacción de agentes tóxicos (sinergismo, antagonismo, potenciación)
- 4.6 Indicadores de exposición y efecto (biomarcadores)
- 4.7 Sistemas de evaluación de la relación dosis-respuesta (bioensayos)
- 4.8 Biomonitorio y empleo de biomarcadores para la identificación del peligro en el ambiente

#### **Unidad 5.** Evaluación del riesgo a la salud y al ambiente

**Objetivo:** Identificar y conocer en que consisten cada una de las etapas principales del proceso de evaluación de riesgos al ambiente y a la salud, así como la participación profesional del QFB en cada una de ellas (desde la identificación del peligro hasta la toma de decisiones).

- 5.1 Etapas de la evaluación de riesgos
  - Identificación del peligro
  - Evaluación de la exposición
  - Evaluación del potencial tóxico
  - Caracterización del riesgo
  - Manejo del riesgo
- 5.2 Comparación de procedimientos para la evaluación de riesgos a la salud y al ambiente

#### **Unidad 6.** Estudios de Caso

**Objetivo:** Estudios de casos relacionados con la presencia de agentes contaminantes en los diferentes medios

- 6.1 Estudios de caso:



- 6.2 Hidroarsenicismo en la Comarca Lagunera
- 6.3 Exposición a plaguicidas en comunidades de floricultores en el Estado de México
- 6.4 Cromatos de México
- 6.5 Efectos sobre la salud de contaminantes atmosféricos
- 6.6 Disposición inadecuada de residuos sólidos
- 6.7 Dioxinas en el ambiente
  - Minamata
  - Exposición a isocianatos

## VII. Sistema de Evaluación

Tomando como base el Reglamento Interno de la Facultad de Química 2009, el cual señala la realización de 2 exámenes parciales y un examen final (Ordinario) los exámenes parciales incluirán la valoración de los productos de desempeño a lo largo del periodo, así como los exámenes escritos realizados en fechas preestablecidas..

En la siguiente tabla se muestra el desglose de la evaluación del Laboratorio Integral de Farmacología.

Tabla 1. Evaluación de la Unidad de Aprendizaje

1 er. Parcial	Teoría	Practica	
	Examen escrito 50 %	Trabajo de laboratorio 5 %	50 %
	Tareas y actividades 30 %	Presentaciones y discusión 5 %	
	Subtotal: 70%	Reportes 20 %	
		Subtotal 30%	
2° Parcial	Examen escrito	Trabajo de laboratorio	50 %



	50 %	5 %	
	Tareas y actividades 10 %	Presentaciones y discusión 5 %	
	Proyecto 20 %	Proyecto 20 %	
	Subtotal 70 %	Subtotal 30 %	
Evaluación Final			100 %

Para acreditar la unidad de aprendizaje se deberá cumplir con lo siguiente:

1. Cubrir el 80% de asistencia como mínimo.
2. La calificación mínima aprobatoria será de 6.0
3. Si el promedio de las calificaciones del 1er parcial y 2º parcial es de 8.0 o mayor el alumno la calificación obtenida se asentará como examen ordinario.
4. Si el alumno tiene una calificación menor a 8.0 requerirá presentar el examen ordinario.
5. Aprobar la evaluación de la parte práctica

La parte práctica es equivalente al 30% de la calificación total. El alumno deberá obtener en la parte práctica una calificación promedio final de 6.0 puntos para tener derecho a promediar con la parte teórica. Para la calificación serán considerados la bitácora, el trabajo en el laboratorio, así como su participación en las sesiones de discusión de resultados y presentaciones.

Acreditación:

- 1.- Cumplir con el 80 % de asistencia
- 2.- Obtener promedio de 60 a 100 en ordinario
- 3.- Acreditar el 80 % de las prácticas

### VIII. Acervo bibliográfico

Albert L. Curso básico de Toxicología Ambiental. Limusa, México. 1990.

Coler, R.A., J.P. Rockwood. Water pollution biology: A laboratory field handbook. Technomic Publishing Co., Inc., USA. 1989 (QH 545 W3/C63)



Maughan, J.T. Ecological assessment of hazardous waste sites. Van Nostrand Reinhold, New York. 1993 (QH 541.15 R57/M38)

Moriarty, F. Ecotoxicology: The study of pollutants in ecosystem. 2<sup>o</sup> ed. Academic Press, New York, 1999 (QH 545 A1/M64 1999)

Connell, D., P. Lam, B. Richardson and R. Wu. Introduction to Ecotoxicology. Blackwell Science Ltd. USA. 1999 (QH 545/A11 57)

Bacci, Eros. Ecotoxicology of Organic Contaminants. Lewis Publishers, Boca Raton, U.S.A. 1994

Jorgensen, S.E. Modelling in Ecotoxicology, Elsevier, Amsterdam, 1990

Alloway, B.J., D.C. Ayres. Chemical principles of environmental pollution. Blackie Academic and Professional. New York, 1993

Salcedo, R.N., F.L. Cross; R.L. Chrismon. Environmental impacts of hazardous waste treatment. Storage and disposal facilities. Technomic Publishing, Co. Inc, USA, 1989

SEMARNAP. Programa de gestión ambiental de sustancias tóxicas de atención prioritaria. México. 1997.

SEMARNAP. Programa para la minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996 – 2000. México, la reimpresión 1997.

Landis WG, Ming-Ho Yu. Introduction to Environmental Toxicology. Impacts of chemicals upon ecological systems. Lewis Publishers, Boca Raton. 1995.

Hulka B, Wilcosky TC, Griffith JD (eds). Biological Markers in Epidemiology. New York, Oxford. Oxford University Press. 1990.

Rodricks J. V. Calculated Risks. Understanding the toxicity and human health risks of chemicals in our environment. Cambridge University Press. U.K., 1992.

Lippman, M (ed). Environmental Toxicants Human Exposures and their Health Effects. John Wiley & Sons Inc., New York, 1992.

Degradability, Ecotoxicity and Bioaccumulation. The determination of the possible effects of chemicals and wastes on the aquatic environment. Staatsuitgeverij. Government Publishing Office, The Hague, The Netherlands (1980)

Jaramillo Juárez F., Rincón Sánchez A.R., Rico Martínez R. Toxicología Ambiental. Ciencias Básicas, Textos Universitarios, Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2009

*Nota: La mayoría de la bibliografía citada se encuentra disponible en la biblioteca de área, en algunos casos será proporcionada por el profesor. Así mismo se le proporcionarán al alumno algunas direcciones de internet adicionales donde es posible encontrar información sobre temas específicos. Ejemplo: [www.epa.gov](http://www.epa.gov).*



1 Peña, C.E., Dean, E., Carter and Felix Ayala-Fierro. Toxicología Ambiental: Evaluación de riesgos y restauración ambiental. <http://superfund.pharmacy-arizona.edu/toxamb>

2. Alloway, B.J., Ayres, D.C. Chemical principles of environmental pollution. Blackie Academic and Professional. New York. (1993)

3. Albert, L.A. Introducción a la Toxicología Ambiental. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud OPS/OMS, Gobierno del Estado de México, México. (1997)

#### Articulos de Revistas

1. Zahm, S.H., Ward, M.H. Pesticides and Childhold Cancer. Environmental Health Perspectives. 106 (Supl 3): 893-908 (1998)

2. Satoh, T., Hosokawa, M. Organophosphates and their impact on the global environment. Neurotoxicology 21(1-2): 223-228 (2000)

3. Tilson, H.A. Developmental neurotoxicology of endocrine disruptors and pesticides: Identification of information gaps and research needs. Environmental Health Perspectives. 106 (Supl 3): 807-811 (1998)

4. Suk, W.A., Collman, G. W. Genes and the environment: Their impact on children's health. Environmental Health Perspectives. 106 (Supl 3): 817-820 (1998)

5. Landrigan, P.J., Carlson, J.E., Bearer, C.F. et al. Children's health and the environment: A new agenda for prevention research. Environmental Health Perspectives. 106 (Supl 3): 787-794 (1998)

6. Weaver, V.M., Buckley, T.J., Groopman, J.D. Approaches to environmental exposure assessment in children. Environmental Health Perspectives. 106 (Supl 3): 827-832 (1998)

7. Goldman L.R. Chemicals and children's environment: What we don't know about risk. Environmental Health Perspectives. 106 (Supl 3): 875-880 (1998)

8. Balls M. Mechanistic approaches and the development of alternative toxicity test methods. Environmental Health Perspectives. 106 (Supl 2): 453-457 (1998)



9. Lagadic, L., Caquet, T. Invertebrates in testing of environmental chemicals: Are they alternatives?

Environmental Health Perspectives. 106 (Supl 2): 593-611 (1998)

10. Anderson, S., Sadinski, W., Shugart, L., et al. Genetic and molecular Dempster J. Organ Bath Simulation V 1.1 University of Strachclyde, 2005 ecotoxicology: A research framework.

Environmental Health Perspectives. 102 (Supl 12): 3-8 (1994)

11. Haux, C., Förlin, L. Biochemical methods for detecting effects of contaminants on fish.

Ambio 17(6): 376-380 (1988)

12. Strachan W.M.J. Test systems and exposure in the aquatic environment.

Ambio 17(6)394-397 (1988)

13. Moriarty, F. Ecotoxicology

Human Toxicology 7: 437- 441 (1988)

Nota: Los artículos serán proporcionados por el profesor y en algunos casos obtenidos por los alumnos. Se citó la revista de Environmental Health Perspectives por ser la única que se encuentra físicamente localizada en la biblioteca de área, sin embargo a lo largo del curso se estarán proporcionando sitios de interés en internet para la obtención de información especializada. Se propondrá a la institución la adquisición de derechos de acceso a algunas revistas especializadas para su consulta en línea.