



# **Contenido de Materias Posgrado en Ciencias del Agua**

**Actualizado en abril de 2021**

## Ecología Acuática

**Tipo de curso:** Básica

**Coordinador**

Dr. Antonio Almazán Becerril

**Profesores**

Dr. Jesús Alvarado Flores, UCIA, e-mail: [jesus.alvarado@cicy.mx](mailto:jesus.alvarado@cicy.mx)

Dr. Antonio Almazán Becerril, UCIA, e-mail: [almazan@cicy.mx](mailto:almazan@cicy.mx)

**Duración del curso**

48 horas, 16 sesiones de 3 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivo**

Que el alumno tenga la habilidad de encontrar soluciones a problemas ecológicos con base en la aplicación de los conceptos y las herramientas adquiridas durante el curso.

**Contenido**

UNIDAD 1. Conceptos

- 1.1 Del individuo a la biosfera: niveles de organización en ecología.
- 1.2 Escalas espaciales y temporales
- 1.3 Ámbito de estudio de la ecología; definiciones y conceptos básicos
- 1.4 Bases teóricas de las escuelas del equilibrio y no equilibrio

UNIDAD 2. La población

- 2.1 Atributos de la población
- 2.3 Tablas de vida y sobrevivencia.
- 2.4 Modelos de crecimiento poblacional
  - 2.4.1 Generaciones discretas
  - 2.4.2 Matriz de Leslie
  - 2.4.3 Modelo exponencial
  - 2.4.4 Modelo logístico
- 2.5 Interacciones entre poblaciones
  - 2.5.1 Modelo de competencia (Lotka-Volterra)
  - 2.5.2 Competencia por recursos (Modelo de Tilman).
  - 2.5.3 Modelo presa-depredador (Lotka-Volterra)
  - 2.5.4 Respuesta funcional y respuesta numérica.
- 2.6 Tópico selecto: Ecotoxicología
  - 2.6.1 Terminología: prueba toxicológica, control negativo, control positivo, control solvente, CL50, CE50, DL50
  - 2.6.2 Métodos de pruebas: aguda y crónica, ejemplos en organismos acuáticos
  - 2.6.3 Organismos de prueba.

- 2.6.4 Diseño de biomarcadores: morfológicos o daños histológicos, enzimáticos fluorescentes y genéticos  
 2.6.5 Bioestadística aplicada a toxicología acuática.

### UNIDAD 3. La comunidad

- 3.1 Atributos de la comunidad  
 3.2 Hábitat y nicho  
 3.3 Diversidad y patrones de diversidad  
 3.3 Sucesión y disturbio ecológico  
 3.4 Producción primaria en ecosistemas acuáticos  
 3.5 Ecología trófica y conectividad

### UNIDAD 4. Ecología evolutiva.

- 4.1 Adaptación.  
 4.1 Plasticidad fenotípica  
 4.2 Selección natural y adecuación  
 4.3 Historias de vida  
 4.4 Biogeografía de islas y deriva génica

### **Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** Esta materia principalmente teórica con una carga importante dedicada a la resolución de ejercicios. El material didáctico se repartirá en la primera sesión y constará de literatura especializada (en inglés) de los temas que abarca el plan curricular de la materia. Las sesiones de enseñanza se realizarán mediante la exposición breve de los principios conceptos, seguido del debate y discusión de los textos por parte de los alumnos.

**Trabajo de campo.** No aplica

**Evaluación.** La evaluación final se llevará a cabo mediante la aplicación de cuatro exámenes escritos en los que el alumno debe demostrar el manejo de los conceptos y el adecuado planteamiento y resolución de problemas.

Examen parcial 1. Conceptos	15 %
Examen parcial 2. La población	40 %
Examen parcial 3. Tópico selecto	15 %
Examen parcial 4. La comunidad y ecología evolutiva	30 %

Para tener acceso a los exámenes, los estudiantes deberán haber cumplido con sus tareas en los tiempos establecidos.

### **Bibliografía**

1. Begon, M., Harper, J. L. y C. R. Townsend. 1990. Ecology. Blackwell.
2. Drury, H. W. y I. C. T. Nisbet. 1973. Succession. *Journal of the Arnold Arboretum*, 54(3), pp. 332 – 367.

3. Hall, S. L., Krausman, P. R. y M. L. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25(19), pp. 173-182.
4. Hardin, G. 1960. The competitive exclusion principle. *Science*, 131, pp. 1292-1297.
5. Herring, J. 2021. Cooperative equilibrium in biosphere evolution: reconciling competition and cooperation in evolutionary ecology. *Acta Biotheoretica*. <https://doi.org/10.1007/s10441-021-09409-z>
6. Hoffmann, P., Clark, A., Hoffmann, P., Chatzinotas, A., Harpole, S. W. y S. Dunker. 2021. Beyond nitrogen:phosphorous – estimating the minimum niche dimensionality for resource competition between phytoplankton. *Ecology Letters*, 24, 761-771.
7. Leibold, M. A. 1995. The niche revisited mechanistic models and community context. *Ecology*, 75(7), pp. 1371 – 1382.
8. Looijen, R. C. y J. van Anel. Ecological communities: Conceptual problems and definitions. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 2/2, pp. 102-222
9. McCook, L. J. 1994. Understanding ecological community succession: Causal models and theories, a review. *Vegetatio*, 110, pp. 115-147
10. Mithell, S. 2005. How useful is the concept of habitat? – a critique. *Oikos*, 110(3), pp. 634-638.
11. Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*
12. Rico-Martínez, R. y T. W. Snell. 1997. Mating behavior in eight rotifer species: using cross-mating test to study species boundaries. *Hydrobiologia* 356: 165-173.
13. Schroder, T. y J. J. Gilbert. 2009. Maternal age and spine development in the rotifer *Brachionus calyciflorus*: increase of spine length with birth orders. *Freshwater Biology*, 54, pp. 1054-1065.
14. Urban, P., Sabo, P. y J. Plesník. 2021. How to define ecology on the basis of its current understanding? *Folia Oecologica*, 48(1), 1-8
15. Worster, D. 1990. The ecology of order and chaos. *Environmental History Review*, 14(1/2), pp. 1-18.
16. Yoshida, T., Jones, L. E., Ellner, S. P., Fussmann, G. F. y N. G. Hairston Jr. 2003. Rapid evolution drives ecological dynamics in a predator-prey system. *Nature*, 424, pp. 303-306.

## Métodos Matemáticos

**Tipo de curso:** Básica

**Coordinador**

Dr. Jorge Adrián Perera Burgos, UCIA

**Profesores**

Dr. Jorge Adrián Perera Burgos, UCIA, e-mail: jorge.perera@cicy.mx

**Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivos**

Que el alumno adquiera los conocimientos básicos de matemáticas aplicadas a las ciencias naturales.

Que el alumno obtenga las habilidades para comprender y razonar los planteamientos matemáticos en artículos científicos de su disciplina.

**Contenido**

UNIDAD 1. Introducción

1.1 La aplicación de las matemáticas en Ciencias del Agua.

UNIDAD 2. Límites

- 2.1. Definición de límites
- 2.2. Propiedades de los límites
- 2.3. Límites laterales
- 2.4. Asíntotas
- 2.5. Límites especiales
- 2.6. Definición y propiedades de la continuidad

UNIDAD 3. Cálculo diferencial

- 3.1. Derivadas
  - 3.1.1 Concepto de incremento y derivada
  - 3.1.2 Regla general de la derivación
  - 3.1.3 Interpretación geométrica de la derivada
  - 3.1.4 Reglas de derivación
  - 3.1.5 Regla de la cadena
  - 3.1.6 Derivada de funciones implícitas
- 3.2. Aplicaciones Derivadas
  - 3.2.1 Funciones crecientes y decrecientes
  - 3.2.2 Concavidad de funciones
  - 3.2.3 Máximos y mínimos

UNIDAD 4. Cálculo integral y sus aplicaciones

- 4.1. Integral definida e indefinida
- 4.2. Técnicas de integración
  - 4.2.1. Integración por cambio de variable
  - 4.2.2. Integración por partes
  - 4.2.3. Integración de funciones trigonométricas
  - 4.2.4. Integración por fracciones parciales
- 4.3. Aplicaciones

#### UNIDAD 5. Ecuaciones diferenciales

- 5.1. Definiciones y terminología
- 5.2. Ecuaciones diferenciales lineales de primer orden
  - 5.2.1. Método de separación de variables
  - 5.2.2. Ecuaciones exactas
  - 5.2.3. Ecuaciones lineales
- 5.3. Ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden
  - 5.3.1. Ecuaciones lineales
  - 5.3.2. Variación de parámetros

#### UNIDAD 6. Matrices y determinantes

- 6.1. Matrices
  - 6.1.1. Definición de conceptos básicos
  - 6.1.2. Operaciones con matrices
  - 6.1.3. Suma y multiplicación de matrices
- 6.2. Determinantes
  - 6.2.1. Obtención de determinantes.
  - 6.2.2. Regla de Cramer.

#### **Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** Explicación de recursos que pueden ser utilizados en modalidad remota. Proporcionar numerosos ejemplos y ejercicios, para que el alumno entienda el desarrollo conceptual, practique los procedimientos básicos y la mecánica de los mismos a partir de ideas o estrategias unificadas.

Promover a través de actividades prácticas la participación en clase de los alumnos para fomentar su capacidad de análisis en el planteamiento matemático de problemas con base en los conceptos y procedimientos enseñados en clase.

Resaltar las conexiones entre los diversos conceptos, los procedimientos, los métodos y las ramas de la matemática.

Fomentar el trabajo en equipos para explorar y analizar las características de las relaciones, las propiedades de los conceptos y procedimientos. Lo anterior, a través de la discusión razonada y la comunicación oral y escrita de las observaciones o resultados encontrados.

**Trabajo de campo:** No aplica

#### **Evaluación**

Examen Parcial 1

20%

Examen Parcial 2	20%
Examen Parcial 3	20%
Tareas	40%
<b>Bibliografía</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Granville, W. A. 2009. Cálculo Diferencial e Integral. Editorial Limusa.</li><li>2. Leithold, L. 1998. El Cálculo. 7<sup>a</sup>, Editorial Oxford University Press.</li><li>3. Purcell, Edwin J. Cálculo. Editorial Pearson.</li><li>4. Zill, D. G. 1997. Ecuaciones diferenciales. 6<sup>a</sup>, Editorial International Thomson Editores.</li><li>5. O'Neil, P. V. 2011. Matemáticas avanzadas para Ingeniería 6<sup>a</sup>, Editorial CENGAGE Learning.</li><li>6. Ayres, F. Jr. 1983. Teoría y problemas de matrices. Editorial McGraw-Hill.</li></ol>	
<b>Páginas web:</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1 Citar en el Estilo Harvard Yau, T., 2001. Dragon project. Available at: <a href="http://www.geocities.com/dragonproject2000/">http://www.geocities.com/dragonproject2000/</a> (Accessed: 14 March 2010)</li></ol>	

## Calidad del Agua

**Tipo de curso:** Básica

**Coordinador**

Dr. Eduardo Cejudo Espinosa, UCIA.

**Profesores**

Dr. Eduardo Cejudo Espinosa, UCIA, e-mail: [eduardo.cejudo@cicy.mx](mailto:eduardo.cejudo@cicy.mx)

Dra. Rosa María Leal Bautista, UCIA, e-mail: [rleal@cicy.mx](mailto:rleal@cicy.mx)

Dr. Gilberto Acosta González, UCIA, e-mail: [gilberto.acosta@cicy.mx](mailto:gilberto.acosta@cicy.mx)

Ponentes invitados presenciales y por videoconferencia

**Duración del curso**

48 horas, 16 sesiones de 3 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivo**

El estudiante comprenderá y analizará los principales aspectos de calidad del agua, sus métodos de análisis, control de calidad y el uso de índices de calidad, así como la normatividad aplicable.

**Contenido**

UNIDAD 1. Introducción

- 1.1. Definiciones: factores que controlan calidad del agua, monitoreo de la calidad de agua, contaminación del agua
- 1.2. Distribución y composición del agua
- 1.3. Calidad del agua y el ciclo hidrológico
- 1.4. Usos y usuarios del agua
- 1.5. Contaminación y saneamiento

UNIDAD 2. Parámetros, análisis y control de calidad

- 2.1. Definición de parámetros e indicadores
- 2.2. Parámetros fisicoquímicos y químicos
- 2.3. Parámetros bacteriológicos
- 2.4. Análisis en calidad del agua

UNIDAD 3. Normatividad en materia de calidad de agua

- 3.1. Legislación nacional
- 3.2. Legislación internacional
- 3.3. Política ambiental
- 3.4. Planes y programas en materia de agua

UNIDAD 4. Criterios e índices de calidad de agua

- 4.1. Definiciones
- 4.2. Asignación de parámetros e índices
- 4.3. Índices basados en características fisicoquímicas
- 4.4. Índices biológicos
- 4.4. Índices para agua subterránea
- 4.5. Modelos de calidad de agua: Definición y descripción de modelos básicos

#### UNIDAD 5. Técnicas de muestreo, métodos analíticos y análisis de datos

- 5.1. Tipos de muestra y colecta de muestra
- 5.2. Métodos de muestreo: superficial, subterráneo, agua de poro
- 5.3. Métodos de análisis y control de calidad: la cadena de custodia
- 5.4. Sistemas de monitoreo

#### UNIDAD 6. Tratamientos de calidad de agua: sistemas de tratamiento de aguas y aguas residuales

- 6.1. Pre-tratamientos y tratamiento en sistemas de distribución
- 6.2. Primarios
- 6.3. Secundarios
- 6.4. Avanzados
- 6.5. Tratamientos en la industria

### **Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** Las clases serán presenciales y se trabajarán con ayudas audiovisuales. Se dará explicación de los conceptos teóricos, ejemplos y aplicaciones. Actividades interactivas y de retroalimentación permitirán al estudiante establecer bases metodológicas y analíticas para su investigación de tesis o en actividades profesionales futuras. Se invitará a ponentes de los sectores académico, público o privado a dar pláticas relacionadas al contenido del curso.

**Trabajo de campo.** Visita a instalaciones de Aguakan (PTAR por definir fecha)

### **Evaluación**

Se realizarán 2 evaluaciones representado 25% de la evaluación cada una 50%

Examen parcial 1	25%
Examen parcial 2	25%
Exposiciones	20%
Desarrollo de proyecto semestral	20%
Tareas y actuación presencial	10%

### **Bibliografía**

1. APHA. 1998. Standard Methods. Examination of Water and Wastewater. 20ª USA
2. Li, Y. y Migliaci, K. 2011. Water Quality concepts, sampling and analyses. CRC Press. 334 p.
3. Abbasi T. y Abbasi S.A. 2012. Water Quality Indices. Editorial Elsevier.
4. Weber, W. J. 1979. Control de la calidad del agua: procesos fisicoquímicos. Editorial Reverté, 655 p. <https://books.google.com.mx/books?id=TLpzh5HQYvgC&lpg=PP1&ots=hQ9S0O>

A3Xw&dq=weber%20control%20de%20la%20calidad%20del%20agua&pg=PR3  
#v=onepage&q&f=false

**Páginas web:**

- Sistema Nacional de Información del Agua: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/> Normatividad Oficial Mexicana relativas a Calidad del Agua
- Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS):  
[http://www.mapasconagua.net/conten\\_general.aspx](http://www.mapasconagua.net/conten_general.aspx)

## Química del Agua

**Tipo de curso:** Básica

**Coordinador**

Dra. Rosa María Leal Bautista

**Profesores**

Dra. Rosa María Leal Bautista, UCIA, e-mail: rleal@cicy.mx

Dr. Eduardo Cejudo Espinosa, UCIA, e-mail: eduardo.cejudo@cicy.mx

**Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivo**

Este curso forma parte de la formación básica multidisciplinaria que el alumno del Posgrado en Ciencias del agua requiere para poder enfrentar de manera integral problemas de investigación relacionados con agua como sistema.

**Contenido**

UNIDAD 1. Introducción: el agua

- 1.1. Teorías del origen del agua
- 1.2. Propiedades especiales del agua: fases del agua, el disolvente universal, su estructura molecular y los puentes de hidrógeno, efecto de las sales.
- 1.3. El ciclo hidrológico: agua, vapor y hielo, el tiempo de residencia en cada compartimento.

UNIDAD 2. Elementos mayores y menores en cuerpos de agua

- 2.1. Proporción química: caracterización de un sistema acuoso
- 2.2. Disolución de elementos
- 2.3. Coeficiente de actividad.
- 2.4. Equilibrio termodinámico.
- 2.5. Índice de solubilidad.
- 2.6. Balance de elementos mayores y elementos menores.
- 2.7. Tabla periódica de ciencias de la tierra.
- 2.8. Parámetros de salinidad, conductividad y sólidos disueltos totales.

UNIDAD 3. El equilibrio químico en el agua

- 3.1 Equilibrio en solución: masa y energía.
- 3.2 Coeficiente de actividad, producto de actividades iónicas
- 3.3 Equilibrio termodinámico
- 3.4 Índice de solubilidad

**UNIDAD 4. El sistema CO<sub>2</sub> - carbonatos**

- 4.1. Capacidad buffer, dureza y alcalinidad.
- 4.2. Equilibrios del bióxido de carbono y el sistema de carbonatos en la columna de agua, su complejidad e importancia.
- 4.3. Solubilidad del carbonato de calcio.
- 4.4. Alcalinidad- Método de GRAN y Gráfico de Bjrum

**UNIDAD 5. Procesos REDOX. La materia orgánica y el consumo de oxígeno**

- 5.1. Mecanismos
- 5.2. Reacciones redox en lagos, océanos, agua subterránea y suelo.
- 5.3. Producción y destrucción de la materia orgánica en el océano.
- 5.4. Diagramas redox.

**Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** La asignatura se presenta el marco teórico correspondiente para que los estudiantes conozcan los conceptos, las definiciones, teorías y propiedades relacionadas con cada uno de los temas. Esta teoría se complementa a través de numerosos ejemplos resueltos en clase. Para reforzar lo aprendido en clase se realiza una actividad en laboratorio y una en campo.

**Trabajo de campo.** El lugar de la salida de campo dependerá de la logística y condiciones que prevalezcan cuando se dé el curso. Se realiza una actividad en campo que permita identificar comportamiento químico en agua de diversos orígenes como marina, fresca/dulce.

**Evaluación**

Examen de conocimientos	40%
Ensayos (2)	30%
Seminario-presentación	20%
Ejercicios y tareas	10%

**Bibliografía**

1. Drever J.I., 1997. The Geochemistry of Natural Waters, Surface and Groundwater Environments, 3<sup>a</sup>, Prentice Hall, New Jersey, 436 p.
2. Libes, S.M., 1992. An Introduction to Marine Biogeochemistry. John Wiley y Sons Inc., Nueva York, 734 p.
3. Manahan S.E. 1994. Environmental Chemistry. 6<sup>a</sup>, CRC Press, 811 p.
4. Stumm, W.S. y Morgan, J.J. 1981. Aquatic Chemistry. John Wiley y Sons, Inc., Nueva York. 460 p.

**Artículos**

1. AIDIS. 2005. Arsénico en las incrustaciones de tuberías en red de distribución en México, Boletín Marzo/Abril, Agua en Latinoamérica.
2. Bernal, J. P. y Railsback, L. B. 2008. Introducción a la Tabla Periódica de los Elementos y sus Iones para Ciencias de la Tierra. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 25(2), pp. 236-246.
3. Lee, C-W., Ng, A. Y-F., Narayanan, K y Sim, E. U-H. 2009. Isolation and characterization of culturable bacteria from tropical coastal. *Ciencias Marinas*, 35(2), pp. 153–167.

4. Samboni Ruiz N. E., Carvajal Escobar, Y. y Escobar, J. C. 2007. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación de agua. *Revista Ingeniería e Investigación*. 27(3), pp. 172-181.
5. Saravanakumar, A., Rajkumar, M., Serebiah, J. y Thivakaran, G. A. 2008. Seasonal variations in physico-chemical characteristics of water, sediment and soil texture in arid zone mangroves of Kachchh-Gujarat. *Journal of Environmental Biology*, 29(5), pp. 725-732.
6. Dorador, C., Pardo, R. y Vila, I. 2003. Variaciones temporales de parámetros físicos, químicos y biológicos de un lago de altura: el caso del lago Chungará. *Revista Chilena de Historia Natural* 76, pp 15-22.

**Páginas web:**

- <http://www.lenntech.es/calculadoras/calculadoras.htm>
- <http://www.gly.uga.edu/railsback/PT.html>
- <http://users.tinyonline.co.uk/chrisshort/ib.htm>
- <http://es.webqc.org/chemicaltools.php>
- <https://www.movenote.com/>

## Métodos Estadísticos

**Tipo de curso:** Especialidad

**Coordinador**

Dr. José Adán Caballero Vázquez

**Profesores**

Dr. José Adán Caballero Vázquez, UCIA, e-mail: adan.caballero@cicy.mx

Dr. Jorge Adrián Perera Burgos, UCIA, e-mail: jorge.perera@cicy.mx

Dr. Gilberto Acosta González, UCIA, e-mail: gilberto.acosta@cicy.mx

**Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivos**

Que el estudiante adquiera los conceptos matemáticos requeridos para la selección y aplicación de las técnicas y modelos estadísticos apropiados y su correcta interpretación.

**Contenido**

UNIDAD 1. Probabilidad y estadística

- 1.1 Conceptos de estadística y su clasificación.
- 1.2 Recopilación de datos.
- 1.3 Distribución de frecuencias.
  - 1.3.1 Polígonos de frecuencia e histogramas.
- 1.4 Medidas de tendencia central.
  - 1.4.1 Media, Media ponderada.
  - 1.4.2 Mediana.
  - 1.4.3 Moda.
  - 1.4.4 Relación entre media, mediana y moda.
- 1.5 Medidas de dispersión para un conjunto de datos.
  - 1.5.1 Rango.
  - 1.5.2 Desviación media.
  - 1.5.3 Varianza
  - 1.5.4 Desviación estándar.
- 1.6 Teoría de conjuntos.
  - 1.6.1 Definición propiedades y operaciones básicas con conjuntos.
  - 1.6.2 Técnicas de conteo.
  - 1.6.3 Reglas de adición.
  - 1.6.4 Reglas de multiplicación.
  - 1.6.5 Diagrama de árbol.
  - 1.6.6 Análisis combinatorio.
- 1.7 Combinaciones y permutaciones.

**UNIDAD 2. Análisis exploratorios de datos**

- 2.1 Modelos estadísticos y modelos dinámicos
- 2.2 Parámetros y variables
- 2.3 Tipos de estudios (estadística descriptiva y diferencial)
- 2.4 Caso de estudio (significancia estadística y significancia biológica).

**UNIDAD 3. Diseño de muestreo**

- 3.1 El método científico y el diseño de experimentos
- 3.2 Análisis de variables
- 3.3 Medidas de centro y dispersión
- 3.4 Resúmenes estadísticos de niveles de dispersión, diagramas de cajas etc.
- 3.5 Transformaciones
- 3.6 Análisis de dos o más variables
- 3.7 Caso de estudio (significancia estadística y significancia biológica)

**UNIDAD 4. Métodos exploratorios multidimensionales**

- 4.1 Construcción de una prueba estadística
- 4.2 Comprobación de hipótesis nula
- 4.3 Componentes de prueba estadística
- 4.4 Tipos de error
- 4.5 Análisis de varianza
- 4.6 Regresión y correlación
- 4.7 Pruebas paramétricas y pruebas no paramétricas

**Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** Las clases se presentan con un enfoque teórico-práctico. Sesiones de discusión de artículos en los que se haya empleado alguna prueba estadística en estudio. Discusión de problemas particulares, siendo en lo posible análisis con datos de casos reales. Presentación por investigadores invitados. Exposiciones, resolución de ejercicios y tareas, discusión dirigida. Proyectos individuales o grupales y empleo de software estadístico.

**Trabajo de campo:** No aplica.

**Evaluación.** Se aplicarán dos exámenes parciales: la calificación de cada examen se constituye con un 50% de una prueba escrita y un 50% con la entrega de un trabajo. La calificación final es el promedio de los dos exámenes parciales.

Examen parcial	35%
Ensayo	45%
Asistencia, participación en clase y tareas	20%

Características del ensayo (45% de la evaluación). Cada estudiante seleccionará un tema para realizar un ensayo aplicando los conocimientos de estadística abordados en el curso.

**Bibliografía**

1. Gotelli, N.J. y A.M. Ellison. 2004. A primer of ecological statistics. Sinauer, Sunderland, Mass.
2. Mario T. 2004. Estadística. Novena edición. Pearson educación, México. 838 p.
3. Odum, P.E y W.G. Barrett 2008. Fundamentos de ecología. Thomson International. 598 p.
4. Mendenhall, W., Beaver, R.J. y B.M. Beaver. 2002. Introducción a la Probabilidad y Estadística. Thomson, México, D.F.
5. Montgomery D.C. 2003. Diseño y análisis de experimentos. Limusa-Wiley.
6. Bolker, B. M. 2008. Ecological models and data in R. Princeton University Press, Princeton, N.J.
7. Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology, 2a, 624p.
8. Everitt, B. y G. Dunn. 2001. Applied Multivariate Data Analysis, segunda edición, Arnold, Nueva York
9. Harris, R.J. 2001. A Primer of Multivariate Statistics, tercera edición, Erlbaum, Londres.  
Johnson, D. 2000. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos, ThompsonEditores, México, D. F.
10. Kleinbaum, D., L. Kupper y K. Muller. 1988. Applied Regression. Analysis and Other Multivariate Methods, PWS-Kent, Boston.
11. Kuehl R.O. 2001. Diseño de Experimentos. Thomson.
12. Rencher, A. 2002. Methods of Multivariate Analysis, segunda edición, Wiley, Nueva York.  
Srivastava, M. (2002). Methods of Multivariate Statistics. John Wiley and Sons, Nueva York.
13. Stevens, J. 2002. Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences, cuarta edición, Erlbaum, Londres.
14. Takeuchi, R. 1982. The Foundations of Multivariate Analysis, John Wiley, Nueva York.
15. Timm, N.H. 2002. Applied Multivariate Analysis, Springer

## Redacción Científica

**Tipo de curso:** Especialidad

**Coordinador**

Dra. Cecilia Hernández Zepeda

**Profesores**

Dra. Cecilia Hernández Zepeda, UCIA, e-mail: cecilia.hernandez@cicy.mx

Dr. Jesús Alvarado Flores, UCIA, e-mail: jesus.alvarado@cicy.mx

**Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase

**Créditos:** 3

**Objetivo**

El alumno aprenderá y aplicará los fundamentos, las diferentes técnicas y las herramientas de investigación y redacción de textos científicos para la correcta difusión del conocimiento científico producto de su investigación en temáticas de su área.

**Objetivos específicos**

1. Proporcionar al alumno los conocimientos básicos y específicos requeridos para redactar textos científicos.
2. Que el alumno sea capaz de identificar las particularidades y normas esenciales de la redacción de textos científicos.
3. Que el alumno utilice las técnicas y herramientas para la redacción de su proyecto de investigación.
4. El alumno desarrollará la capacidad de construir un texto científico para la divulgación de los resultados de investigaciones.
5. Que el alumno sea capaz de exponer oralmente los planteamientos y resultados de su investigación científica

**Contenido**

UNIDAD 1. Fundamentos

- 1.1. Investigación y publicaciones científicas
- 1.2. Divulgación científica
- 1.3. Redacción científica
- 1.4. Características de la redacción científica
- 1.5. Fuentes de información científica
- 1.6. Errores más comunes en la redacción científica
- 1.7. Tipos de texto científicos

UNIDAD 2. Búsqueda y herramientas de apoyo

- 2.1. Los buscadores
- 2.2. Meta-buscadores

- 2.3. Referencias de internet
- 2.4. ¿Cómo citar documentos electrónicos?
- 2.5. Revistas electrónicas
- 2.6. Gestores bibliográficos
- 2.7. Herramientas de comunicación y escritura en la investigación

### UNIDAD 3. Redacción de una tesis

- 3.1. ¿Qué es una tesis?
- 3.2. Protocolo de investigación
- 3.3. Planificación de un cronograma de investigación
- 3.4. Estructura de una tesis
- 3.5. Normas de redacción de una tesis
- 3.6. Principales errores al escribir la tesis
- 3.7. Presentación oral de una tesis

### UNIDAD 4. Escribir un artículo científico

- 4.1. ¿Qué es un artículo científico?
- 4.2. Proceso de elección de la revista
- 4.3. Indicadores de calidad científica
- 4.4. Estructura de un artículo científico
- 4.5. Errores más frecuentes en el planteamiento de un artículo
- 4.6. Normas para la redacción de un artículo científico
- 4.7. El proceso de revisión y publicación de un artículo

## **Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** La asignatura de redacción científica es un curso de carácter teórico-práctico que pretende ser la base en la elaboración de textos científicos para la divulgación del conocimiento. Además, de que intenta contribuir a la formación y práctica profesional de los estudiantes del posgrado. La parte teórica del curso tiene como objetivo mostrar los fundamentos, técnicas y herramientas que servirán de apoyo en la redacción del proyecto de investigación y la publicación de artículos científicos. La parte práctica del curso la constituyen una serie de ejercicios y trabajos que demuestren las habilidades y conocimientos adquiridos por el alumno en el empleo de las técnicas impartidas en la asignatura de redacción científica. La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 con base en la asistencia.

## **Evaluación**

Participación en clase	10%
Tareas	30%
Exposiciones orales	30%
Ensayos escritos por el alumno	30%

La calificación mínima aprobatoria es de 80

**Bibliografía**

1. Schmelkes, Corina. 2004. Manual para la Presentación de Anteproyectos e Informes de investigación. (Tesis). México. D.F. Oxford.
2. Tamayo y Tamayo, Mario. (1993). El Proceso de la Investigación Científica. México. Limusa.
3. Pérez Tamayo, Ruy. 2005. Cómo Acercarse a la Ciencia. México. D.F. Limusa.
4. Mari-Mutt, J. A. 2013. Manual de redacción científica. Universidad de los Andes, (<http://edicionesdigitales.info/Manual/Manual/Welcome.html>)

<b>Comunicación de la Ciencia</b>
<p><b>Tipo de curso:</b> Especialidad</p> <p><b>Coordinador</b> Dr. José Luis Andrade Torres</p> <p><b>Profesores</b> Dr. José Luis Andrade Torres, URN, email: andrade@cicy.mx Profesores del CAP de Ciencias del Agua</p> <p><b>Duración del curso</b> 48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase</p> <p><b>Créditos:</b> 3</p> <p><b>Objetivo</b> El estudiante conocerá la responsabilidad social del académico y aplicará las herramientas para la divulgación adecuada del conocimiento científico.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Conocer las diferentes maneras de comunicar los resultados de la investigación científica, así como de la ciencia y la tecnología en general.</li> <li>-Conocer y comparar los principales aspectos de la edición y publicación de las revistas científicas y de divulgación.</li> <li>-Preparar y someter un manuscrito para publicación en una revista de divulgación científica.</li> <li>-Preparar y someter una propuesta de investigación sobre un tema científico o técnico para una convocatoria virtual ante un jurado de investigadores.</li> <li>-Preparar y presentar un seminario de divulgación o de investigación a una audiencia específica.</li> </ul>
<p><b>Contenido</b></p> <p><u>UNIDAD 1. Introducción</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 ¿Qué se espera del curso?</li> <li>1.2 ¿Cuáles son los diferentes modos de comunicar la ciencia?</li> <li>1.3 ¿Qué obtendremos del curso?</li> <li>1.4 Técnicas para despertar los sentidos.</li> </ol> <p><u>UNIDAD 2. Percepción pública de la ciencia</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Percepción pública de la ciencia de los estudiantes del curso.</li> <li>2.2 Percepción pública de la ciencia en México.</li> <li>2.3 Analfabetismo científico.</li> <li>2.4 Causas y consecuencias de la percepción de la ciencia en la sociedad actual.</li> </ol> <p><u>UNIDAD 3. Comunicación de la ciencia a un público general</u></p>

- 3.1 Importancia de la divulgación de la ciencia.
- 3.2 ¿Quién debe hacer la divulgación de la ciencia? ¿El académico? ¿El periodista? ¿El científico? [Juego de roles]
- 3.3 Sensación, sentimiento, pensamiento, intención y espíritu.
- 3.4 Pensamiento lateral.

#### UNIDAD 4. Comunicación oral de la ciencia

- 4.1 Elementos a adquirir como hábito: actitud mental abierta, no tomarnos tan en serio, justificación de la comunicación, entre otros.
- 4.2 Causas y consecuencias de una mala comunicación oral.
- 4.3 Preparando una presentación. Pensar en la audiencia. Propósito del seminario. Tipo de lenguaje.
- 4.4 Organización: ¿por qué? ¿Cómo? y ¿qué?
- 4.5 Partes principales de la comunicación oral: ilustración, discurso y estilo, estructura y exposición.
- 4.6 Elementos que debemos definir antes de hablar: sentimiento, resonadores, tono y matiz, lenguaje corporal, entre otros.
- 4.7 Otros elementos: historia humana, percibir las emociones de los demás, manejo de la energía colectiva, pensar más en las personas de hasta atrás.

#### UNIDAD 5. Preparación del manuscrito

- 5.1 Escribir para los demás.
- 5.2 La función editorial. Marcas y correcciones de los editores. Editar un texto.
- 5.3 Herramientas para el lector: mantener la motivación, puentear el conocimiento, llenar expectativas, fluidez.
- 5.4 Progresión: colocar los rieles para una lectura fluida.

#### UNIDAD 6. La propuesta de anteproyecto

- 6.1 Preguntas específicas del tema de investigación.
- 6.2 El anteproyecto. Introducción, antecedentes, metodología propuesta, logística, referencias y apéndices.
- 6.3 Propuestas para solicitar financiamiento externo. Agencias que proporcionan financiamiento en México y en el extranjero.
- 6.4 Preparación y presentación de una propuesta de investigación.

#### UNIDAD 7. Comunicación de la ciencia mediante carteles

- 7.1 Preparación del cartel científico. Audiencia. Propósito del cartel.
- 7.2 Texto. Tamaño de la letra, estilo, calidad y color, espacio.
- 7.3 Presentación de los datos, presentador, separatas, tarjetas de presentación.
- 7.4 Construyendo el cartel. Dimensiones. Tiempo.
- 7.5 Presentación de los carteles.

#### **Metodología**

**Estrategias de enseñanza**

Las clases serán participativas. Después de las dos primeras unidades, los temas se intercalarán en cada clase.

- Cada estudiante deberá escribir un manuscrito original corto de divulgación, con al menos tres revisiones y someterlo a publicación.
- Cada estudiante deberá corregir o editar al menos tres manuscritos de sus compañeros de clase.
- Los estudiantes deberán elaborar y presentar una propuesta de investigación para un financiamiento virtual.
- Cada estudiante deberá presentar al menos dos seminarios internos.
- Cada estudiante deberá presentar al menos un seminario externo (investigación o divulgación).
- Cada estudiante deberá presentar un cartel sobre su investigación

**Bibliografía**

1. Alvarado-López, J. 2000. Redacción y preparación del artículo científico. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C., Colegio de Postgraduados, Agrociencia. Publicación Especial 11, México. 241 pp.
2. Anholt, R.R.H. 2000. Dazzle ´em with style. The art of oral scientific presentation. W.H. Freeman and Company, Nueva York.
3. Ben-Ari, E.T. 1999. When Scientists write books for the public. *Bioscience* 49, pp. 819-824.
4. Booth, V. 1993. Communicating in science. Cambridge University Press, Cambridge, Gran Bretaña.
5. Bronstein, J. 1991. Strategy and checklist for effective talks. *Bulletin of the Ecological Society of America* 72, pp. 8-11.
6. Cairns, J. Jr. 1989. Speaking at length. *Bioscience*, 39, pp. 632-633
7. Davis, M. 1997. Scientific papers and presentations. Academic Press, San Diego, California, EUA.
8. Day, R.A. 1988. How to write and publish a scientific paper. ISS Press, Philadelphia, EUA.
9. Friedland, A.J. y C.L. Folt. 2000. Writing successful science proposals. Yale University Press, Londres, Gran Bretaña.
10. Goldwasser, L. 1998. A collection of grammatical points. *Bulletin of the Ecological Society of America* 79, pp. 148-150.
11. Gopen, G.D. y J.A. Swan. 1990. The science of scientific writing. *American Scientist*, 78, pp. 550-558.
12. Lebrun, J. L. 2007. Scientific Writing: A reader and writer's guide.
13. World Scientific, New Jersey, EUA. Woodford, F.P. 1986. Scientific writing for graduate students. Council of Biology Editors, Bethesda, Maryland, EUA.
14. Yang, J.T. 1999. An outline of scientific writing. For researchers with English as a foreign language. World Scientific, Singapore.

<b>Biología de la Conservación</b>
<p><b>Tipo de curso:</b> Especialidad</p> <p><b>Coordinador</b> Dr. José Adán Caballero Vázquez</p> <p><b>Profesores</b> Dr. Antonio Almazán Becerril, UCIA, e-mail: almazan@cicy.mx Dr. Gilberto Acosta González, UCIA, e-mail: gilberto.acosta@cicy.mx Dra. Cecilia Hernández Zepeda, UCIA, e-mail: cecilia.hernandez@cicy.mx</p> <p><b>Duración del curso</b> 48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase. <b>Créditos:</b> 3</p> <p><b>Objetivos</b> El estudiante adquirirá los conocimientos para comprender las distintas dimensiones de la biología de la conservación, así como la importancia de su análisis ante la actual crisis de biodiversidad.</p>
<p><b>Contenido</b></p> <p><u>UNIDAD 1. Fundamentos de la Biología de la Conservación Acuática ¿Qué es la biología de la conservación?</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.1 Principios de la biología de la conservación, orígenes e historia.</li><li>1.2 Análisis de datos en biología de organismos y sistemas.</li><li>1.3 Caracterización y seguimiento de poblaciones animales y comunidades vegetales acuáticas amenazadas.</li><li>1.4 Investigación científica, política ambiental y conservación.</li></ol> <p><u>UNIDAD 2. Biodiversidad. Definiciones.</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>2.1 Conservación y gestión de ecosistemas.</li><li>2.2 Origen y cuantificación de la biodiversidad. ¿Cuántas especies habitan nuestro planeta?</li><li>2.3 Distribución espacial de la biodiversidad.</li><li>2.4 Patrones de endemismo.</li><li>2.5 Valor de la biodiversidad. Bienes y servicios ambientales.</li><li>2.6 Biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas.</li><li>2.7 Amenazas a la biodiversidad.</li></ol> <p><u>UNIDAD 3. Extinción; extinciones históricas y recientes.</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>3.1 Tasas de extinción. Extinciones naturales y producidas por el hombre.</li><li>3.2 Causas de extinción y vulnerabilidad a la extinción.</li><li>3.3 Los problemas de las poblaciones pequeñas.</li><li>3.4 Causas de la rareza de las especies.</li></ol>

- 3.5 Demografía.
- 3.6 Análisis de viabilidad poblacional.
- 3.7 Variaciones ambientales y catástrofes. Impacto de las extinciones de especies sobre comunidades y ecosistemas.

#### UNIDAD 4. Genética de la conservación

- 4.1 Importancia de la diversidad genética.
- 4.2 Estructura poblacional. Tamaño poblacional efectivo.
- 4.3 Los problemas de las poblaciones pequeñas.
- 4.4 Pérdida de variabilidad genética.
- 4.5 Depresión por endogamia.
- 4.6 Población mínima viable.
- 4.7 Hibridación.

#### UNIDAD 5. Pérdida, sustitución y degradación de hábitat.

- 5.1 Contaminación acuática.
- 5.2 Efectos directos e indirectos de la contaminación. Efectos y sobre la comunidad.
- 5.3 Alteración del hábitat y fragmentación por contaminantes.
- 5.4 Insularización del hábitat y efectos de área.
- 5.5 Metapoblaciones.
- 5.6 Dinámica fuente-sumidero.
- 5.7 Aportes de la ecología del paisaje.
- 5.8 Impactos biológicos del cambio climático global.
- 5.9 Implicancias del cambio climático para la conservación.

#### UNIDAD 6. Invasiones biológicas acuáticas.

- 6.1 Características de especies invasoras
- 6.2 Impactos de las especies introducidas.
- 6.3 Dinámica y control de invasiones.

#### UNIDAD 7. Gestión y herramientas en biología de la conservación.

- 7.1 Áreas protegidas. Conservación *in situ*.
- 7.3 Diseño de reservas: tamaño, forma, efecto borde, conectividad.
- 7.4 Selección y manejo de reservas y áreas prioritarias para la conservación.
- 7.6 Restauración y creación de hábitats.
- 7.7 Conservación *ex situ*.
- 7.8 Cría en cautiverio. Reintroducción. Enfermedades infecciosas emergentes.
- 7.9 Medicina de la conservación. Estrategias de conservación.

#### UNIDAD 8. Economía de la conservación.

- 8.1 Economía ecológica.
- 8.2 Valoración económica de la biodiversidad.
- 8.3 Valoración económica indirecta.
- 8.3 Costos de la conservación. Análisis de costo-beneficio.
- 8.4 Estrategias de toma de decisiones. ¿Conservación vs. Desarrollo?

#### UNIDAD 9. Conservación y desarrollo sustentable.

<p>9.1 Ética ambiental. ¿Una cultura de la conservación?</p> <p>9.2 Educación para la conservación.</p> <p>9.3 Divulgación. Desafíos para la conservación en América Latina</p>	
<b>Metodología</b>	
<p><b>Estrategias de enseñanza.</b> Estudios de Caso. Cada estudiante seleccionará un tema de su interés personal y de investigación, relacionado con la Biología de la Conservación Acuática, con énfasis en un tema regional, mismo que desarrollará. La parte sustantiva del trabajo será la discusión original del estudiante sobre el problema abordado, tomando en consideración los elementos teóricos y prácticos aprendidos durante el curso.</p>	
<b>Evaluación</b>	
Examen parcial	40%
Presentación de un tema del curso	10%
Participación en clase	10%
Análisis de un estudio de caso: avances	20%
Trabajo final	20%
<b>Bibliografía</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Carroll, S. P. y C. W. Fox. 2008. Conservation Biology: Evolution in action. Oxford University Press.</li> <li>Donovan, T. y C. W. Welden. 2001. Conservation biology and landscape ecology: spreadsheet exercises. Sinauer.</li> <li>Groom, M. J., G. K. Meffe y C. R. Carroll. 2005. Principles of conservation biology, 3ª, Sinauer.</li> <li>Hunter, M. L. y J. P. Gibbs. 2006. Fundamentals of conservation biology, 3ª, Wiley-Blackwell.</li> <li>Primack, R. B. 2012. A primer of conservation biology, 5ª, Sinauer.</li> <li>Primack, R. B. 2010. Essentials of Conservation Biology, 5ª, Sinauer.</li> <li>Primack, R. B. et al. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica.</li> <li>Simonetti, H. A. y R. Dirzo (editores). 2011. Conservación biológica: Perspectivas desde América Latina. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.</li> <li>Beissinger, S. R. y D. R. McCullough (eds.). 2002. Population viability analysis. University of Chicago Press.</li> <li>Common, M. y Stagl, S. 2005. Ecological economics: an introduction. Cambridge University Press</li> <li>Conner, J. K. y D. L. Hartl. 2004. A primer of ecological genetics. Sinauer.</li> <li>Frankham, R., J. D. Ballou y D. A. Briscoe. 2002. Introduction to conservation genetics. Cambridge University Press.</li> <li>Ladle, R. J. y R. J. Whittaker. 2011. Conservation Biogeography. WileyBlackwell.</li> <li>Magurran, A. E. y B. J. McGill. 2011. (Eds.). Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press.</li> <li>Quammen, D. 1997. The song of the dodo: island biogeography in an age of extinction. Scribner.</li> <li>Soulé, M. E. 1986. Conservation biology: the science of scarcity and diversity. Sinauer.</li> <li>Soulé, M. E. y B. Wilcox. 1980. Conservation biology: an evolutionaryecological perspective. Sinauer.</li> <li>Wilson, E. O. et al. 2001. The diversity of life. Penguin Books Ltd.</li> </ol>	
<b>Página web</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.mongabay.com/conservation-biology-for-all.htm">http://www.mongabay.com/conservation-biology-for-all.htm</a></li> </ul>	

## Desarrollo Sostenible

**Tipo de curso:** Especialidad

**Coordinador**

Dr. José Adán Caballero Vázquez

**Profesores**

Dr. José Adán Caballero Vázquez, UCIA, e-mail: adan.caballero@cicy.mx

Dr. Antonio Almazán Becerril, UCIA, e-mail: almazan@cicy.mx

Dr. Jesús Alvarado Flores, UCIA, e-mail: jesus.alvarado@cicy.mx

**Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase

**Créditos:** 3

**Objetivo**

Que el estudiante adquiera los conceptos básicos del desarrollo sostenible, entienda las diferencias con el desarrollo clásico, así como sus políticas económicas, sociales y medioambientales en el contexto internacional. Al mismo tiempo, obtendrá las herramientas que le permitan participar en actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y gestión vinculados al desarrollo sostenible.

**Contenido**

UNIDAD 1. Introducción al desarrollo sostenible.

- 1.1 Concepto de sostenibilidad.
- 1.2 Principios de la sostenibilidad.
- 1.3 Dimensiones de la sostenibilidad

UNIDAD 2. Escenario natural del desarrollo sostenible.

- 2.1 El ecosistema.
- 2.2 Flujo de energía.
- 2.3 Biósfera.
  - 2.3.1 Hidrósfera
  - 2.3.2 Litósfera
  - 2.3.3 Atmósfera
  - 2.3.4 Ciclos biogeoquímicos (C, H, O, N, P).
  - 2.3.5 Biodiversidad.
- 2.4 Estrategias de sostenibilidad para el manejo de recursos naturales.
  - 2.4.1 Servicios ambientales.
  - 2.4.2 Derecho, legislación y normatividad ambiental para el desarrollo sostenible.
  - 2.4.3. Ordenamiento ecológico territorial.

UNIDAD 3. La problemática del desarrollo.

- 3.1 Sociedad, organización social

- 3.2 Cultura, diversidad sociocultural.
  - 3.2.1 Desarrollo humano.
  - 3.2.2 Índice de desarrollo humano
  - 3.2.3 Índice de desarrollo social.
  - 3.2.4 Impacto de actividades humanas sobre la naturaleza. Fenómenos poblacionales: desertificación, migración.
- 3.4 Cambio climático global: causas y consecuencias.
- 3.5 Estilos de vida y consumo.
- 3.6 Estrategias de sostenibilidad para el escenario sociocultural.
  - 3.6.1 Carta de la tierra.
  - 3.6.2 Agenda 21.
  - 3.6.3 Política ambiental.

#### UNIDAD 4. Políticas públicas y desarrollo sostenible.

- 4.1 Economía y diversidad económica.
- 4.2 Sistemas de producción (oferta y demanda).
- 4.3 Economía global vs economía local.
- 4.4 Producto interno bruto (PIB), distribución del PIB.
- 4.5 Externalización e internalización de costos.
- 4.6 Obsolescencia planificada y percibida.
- 4.7 Valoración económica de servicios ambientales.
- 4.8 Estrategias de sustentabilidad para el escenario económico.
  - 4.8.1 Análisis del ciclo de vida: Huella ecológica.
  - 4.8.2 Empresas socialmente responsables.
  - 4.8.3 Oportunidades de desarrollo regional a partir de los servicios ambientales o los recursos naturales.

#### UNIDAD 5. Marco institucional y escenario modificado

- 5.1 Crecimiento demográfico, industrialización, uso de la energía
  - 5.1.1 Fenómenos naturales.
- 5.2 El Estado como regulador del desarrollo.
  - 5.2.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.
- 5.3 Inseguridad alimentaria, social, jurídica, económica política.
- 5.4 Distribución de la riqueza.
- 5.5 Estrategias de sostenibilidad para los escenarios modificados.
  - 5.5.1 Producción más limpia.
  - 5.5.2 Procesos ecoeficientes.
  - 5.5.3 Planes de Desarrollo Nacional Estatal y Municipal.

#### **Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** Las clases se basan en un enfoque teórico-práctico. Sesiones de discusión de artículos y de discusión de estudios de caso. Estrategias de enseñanza con exposiciones y discusión dirigida.

**Evaluación.** Se aplicarán dos exámenes parciales que constituyen con el 45% de pruebas escritas y un 45% con la entrega de un trabajo.

Exámenes parciales (2)	45%
Ensayo	45%
Asistencia, participación en clase y tareas	10%

Características del ensayo (45% de la evaluación). Cada estudiante seleccionará un tema para realizar un ensayo aplicando los conocimientos abordados en el curso

#### Bibliografía

1. Acuña, A., Aguilera, R., Aguayo, M. y Azúcar, G. 2003. Conceptos básicos del medio ambiente y desarrollo sustentable. Fondo de la cooperación técnica de la República Federal Alemana.
2. Azqueta, O. 2002. Introducción a la economía ambiental. Madrid: Mc Graw-Hill. Beltrán-Morales, L.F., Urciaga-García, J.L. y Ortega-Rubio, A. (Eds). (2006). Desarrollo sustentable ¿mito o realidad? Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 272.
3. Bermejo. 2001. Economía Sostenible: Principios, conceptos e instrumentos. BAKEAZ.
4. Brañes, R. 2000. Manual de derecho ambiental mexicano. México, Editorial Fondo de Cultura Económica
5. Barkin, D. 1998. Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable. Jus y Centro de Ecología y Desarrollo. Retrieved from <http://anea.org.mx/docs/BarkinSostenibilidad.pdf>
6. Capuz, R., Salvador-Gómez, N., Tomás-Vivancos, B., Viñoles-Cebolla, J., Rosario-Ferrer, G., López-García, R., y Bastante-Ceca, M. 2002. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
7. CEPAL. 2003. Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. <http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/7/12707/P12707.xml&xsl=/mexico/tpl/p9f.xsl&base=/desastres/tpl/top-bottom.xsl>
8. Dirzo, R. 1990. La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos? *CIENCIAS*, 4, UNAM, México.
9. Guevara, A. 2003 Pobreza y Medio Ambiente en México. INE. México. Waals-Aureoles, R. 2001. Guía Práctica para la Gestión Ambiental. Ed. McGraw Hill. México.
10. Díaz Coutiño, R y Escárcega Castellanos, S. 2009. Desarrollo sustentable, oportunidad para la vida. Mc Graw Hill, México, 302 p.

#### Páginas Web

- Academia Nacional de Educación Ambiental <http://anea.org.mx/Documentos.htm>
- Agenda 21 - United Nations Division for Sustainable Development <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm> (ANEA) Development Alianza Geográfica. <http://www.alianzageografica.org/leccion.html>
- Carta de la Tierra – [www.cartadelatierra.org/](http://www.cartadelatierra.org/)
- Comisión Nacional del Agua - [www.conagua.gob.mx/](http://www.conagua.gob.mx/)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - [www.conanp.gob.mx/](http://www.conanp.gob.mx/)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - [www.conabio.gob.mx/](http://www.conabio.gob.mx/)
- Instituto de Ecología, A.C. - <http://www.inecol.edu.mx/inecol/inecol.htm>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía - [www.inegi.org.mx/](http://www.inegi.org.mx/)
- LGEEPA. Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto Ambiental [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Reg\\_LGEEPA\\_MEIA.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Reg_LGEEPA_MEIA.pdf)

## Biodiversidad Acuática

**Tipo de curso:** Especialidad

### Coordinador

Dr. José Adán Caballero Vázquez

### Profesores

Dr. Eduardo Cejudo Espinosa, UCIA, e-mail: eduardo.cejudo@cicy.mx

Dr. Gilberto Acosta González, UCIA, e-mail: gilberto.acosta@cicy.mx

Dra. Cecilia Hernández Zepeda, UCIA, e-mail: cecilia.hernandez@cicy.mx

Dr. Jesús Alvarado Flores, UCIA, e-mail: jesus.alvarado@cicy.mx

### Duración del curso

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase.

**Créditos:** 3

### Objetivo

Introducir al estudiante en los fundamentos teóricos y prácticos de la biodiversidad acuática, que les permita desarrollar bases de investigación sobre la biodiversidad, el control de la salud de los ecosistemas acuáticos, la conservación de la biodiversidad y el uso de los ecosistemas.

### Objetivos específicos

Fomentar una actitud crítica hacia la problemática de conservación de la biodiversidad acuática, para generar teorías, modelos y experimentos sobre las relaciones entre la biodiversidad y la función de los ecosistemas, a través de la integración de ejercicios teóricos, análisis comparativos y experimentos cuidadosamente diseñados.

Inducir al estudiante hacia el estudio y resolución de problemas concretos de conservación a través del análisis de casos de estudio y ejercicios de campo y laboratorio.

### Contenido

#### UNIDAD 1. La biodiversidad acuática y su ámbito de estudio

- 1.1 Conservación y biodiversidad: pasado, presente y futuro
- 1.2 Ley salvaje (película)
- 1.3 ¿Cuántas especies hay?
- 1.4 Análisis de estudio (estudio de caso)

#### UNIDAD 2. Biodiversidad: Definiciones, pérdida de la biodiversidad. Las tarifas, causas, consecuencias, perspectivas

- 2.1 Niveles de estudio

- 2.2 Monitoreo de la biodiversidad acuática
- 2.3 Amenaza de la biodiversidad (estudio de caso)
- 2.4 Los cuellos de botella de la población y la diversidad genética
- 2.5 Números efectivos de la población y tamaño fluctuante

### UNIDAD 3. Especies invasoras. Principales especies y vectores de introducción y expansión

- 3.1 Depresión selección y la migración; la endogamia / exogamia depresión
- 3.2 Extinción, rareza y endemismo, vulnerabilidad

### UNIDAD 4. Conservación a nivel poblacional

- 4.1 El concepto de población biológica
- 4.2 Metapoblaciones
- 4.3 Perspectivas de genética molecular en comparación cuantitativa y conservación.
- 4.4 Las consideraciones demográficas en comparación genética de la conservación
- 4.5 Historia de un caso

### UNIDAD 5. Conservación a nivel comunitario: ¿Cómo vemos la comunidad?

- 5.1 Conservación de la comunidad de nivel - ecológicos y evolutivos
- 5.2 Especies invasoras

### UNIDAD 6. Restauración ecológica

- 6.1 Planeta en peligro
- 6.2 El estrés del ecosistema
- 6.3 Gestión de ecosistemas - ¿Qué es?
- 6.4 Ganar-ganar en ecología – política y economía

### **Metodología**

**Estrategia de enseñanza.** Estudios de caso. Cada estudiante seleccionará un tema de su interés personal y de investigación, relacionado con la biodiversidad acuática, mismo que desarrollará durante el curso. La parte sustantiva del trabajo será la discusión original del estudiante sobre el problema abordado, tomando en consideración los elementos teóricos y prácticos aprendidos durante el proceso del curso. El tema se presentará de forma oral en sesión grupal.

El curso fomentará la participación de invitados especialistas en la materia, que reforzarán la presentación y discusión de temas

### **Evaluación**

Examen parcial 1	25%
Examen parcial 2	5%
Presentación de un tema del curso:	10%
Participación en clase:	5%
Reportes de prácticas (campo y laboratorio).	25%

Análisis de un estudio de caso: avances.	10%
Trabajo final	20%
<b>Bibliografía</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caughley, G. y Gunn, A. 1996. Conservation biology in theory and practice. Blackwell Science, Oxford.</li> <li>2. Chapin, F.S. III, Kofinas, G. P. y Folke, C. 2009. Principles of ecosystem stewardship. Resilience-based natural.</li> <li>3. Daly, H. E. y Farley, J. 2004. Ecological economics. Principles and applications. Island Press, Washington DC.</li> <li>4. Davis, M. A. 2009. Invasion biology. Oxford University Press, New York</li> <li>5. Dobson, A. P. 1996. Conservation and biodiversity. Scientific American Library, New York.</li> <li>6. Freedman, B. 1989. Environmental ecology. Academic Press, San Diego.</li> <li>7. Duarte, C. 2006. La exploración de la biodiversidad marina. Desafíos científicos y tecnológicos. Bilbao: Fundación BBVA, 158 p.</li> <li>8. Freedman, B. 1989. Environmental ecology. Academic Press, San Diego</li> <li>9. Hunter, M. L. y Sterling, E. J. 1998. Problem-solving in conservation biology and wildlife management. Blackwell Science, Oxford.</li> <li>10. Høglund, J. 2009. Evolutionary conservation genetics. Oxford University Press, New York.</li> <li>11. Hunter, M. L. 1996. Fundamentals of conservation biology. Blackwell Science, Oxford.</li> <li>12. Levin, S. A. 2001. Encyclopedia of biodiversity. Academic Press, New York (5 volúmenes).</li> <li>13. Primack, R. B. 2006. Essentials of conservation biology. 4ª, Sinauer Associates, Sunderland</li> <li>14. Primack, R. B. 2008. A primer of conservation biology. 4ª, Sinauer Associates, Sunderland.</li> <li>15. Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. 2001. Fundamentos de conservación biológica.</li> <li>16. Pullin, A. S. 2002 Conservation biology. Cambridge University Press, Cambridge.</li> <li>17. Spellerberg, I. F. 1992 Evaluation and assessment for conservation. Chapman and Hall, London</li> <li>18. Sutherland, W. J. 1998. Conservation science and action. Blackwell Science, Oxford.</li> <li>19. Townsend, C. R. 2008. Ecological applications: toward a sustainable world. Blackwell Publishing, Malden.</li> <li>20. Van Dyke, F. 2008. Conservation biology. Foundations, concepts, applications. 2ª, Springer, New York.</li> <li>21. Weddell, B. J. 2002. Conserving living natural resources. Cambridge University Press, Cambridge.</li> </ol>	
<b>Bibliografía adicional recopilada de las siguientes publicaciones periódicas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversity and Conservation</li> <li>• Biological Conservation</li> <li>• BioScience</li> <li>• Conservation Biology</li> <li>• Ecological Applications</li> <li>• Frontiers in Ecology and the Environment</li> <li>• Journal for Nature Conservation</li> <li>• Journal of Applied Ecology</li> <li>• Journal of Wildlife Management</li> <li>• Oryx</li> <li>• Revista Mexicana de biodiversidad</li> <li>• Biodiversitas</li> <li>• Ciencias Marinas</li> </ul>	

## Ecosistemas Costeros

**Tipo de curso:** Especialidad

**Coordinador**

Dr. Antonio Almazán Becerril

**Profesores**

Dr. Antonio Almazán Becerril, UCIA, e-mail: almazan@cicy.mx

**Duración del curso**

48 horas, 16 sesiones de 3 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivo:**

Que el alumno conozca los procesos ecológicos más importantes en los ecosistemas costeros de la península de Yucatán y el efecto del impacto antropogénico sobre su estructura y función.

**Contenido**

UNIDAD 1. Ámbito de estudio de la ecología de ecosistemas

- 1.1. Enfoques holista y reduccionista en ecología
- 1.2. Descripción del enfoque ecosistémico
- 1.3 Socioecosistemas
- 1.4. El enfoque ecosistémico aplicado a la zona costera

UNIDAD 2. Servicios ecosistémicos

- 2.1. Identificación, definición y cuantificación de servicios ecosistémicos.
- 2.2. Servicios ecosistémicos de la zona costera.

UNIDAD 3. Ecología trófica en sistemas acuáticos

- 3.1. El enfoque trofodinámico en ecología.
- 3.2. Producción primaria en sistemas acuáticos.
- 3.3. Luz y fotosíntesis en sistemas acuáticos.
- 3.4. Producción secundaria en sistemas acuáticos.

UNIDAD 4. Eutrofización

- 4.1. Definición, historia y efectos.
- 4.2. Limitación por nutrientes de la producción primaria.
- 4.3. Nitrógeno en ecosistemas acuáticos.

UNIDAD 5. Metaecosistemas

- 5.1. Concepto de conectividad
- 5.2. Metapoblaciones, metacomunidades y metaecosistemas
- 5.3. Teoría de fuentes y sumideros en ecología

**UNIDAD 6. Ecosistemas Acuáticos Continentales**

6.1. El ecosistema del Acuífero de Yucatán: características físicas, químicas y biológicas

6.2. La importancia ecológica de los cenotes

**UNIDAD 7. Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano**

7.1. Praderas de pastos

7.2. Arrecifes coralinos: el Sistema Arrecifal Mesoamericano

7.3. Lagunas costeras

7.4. La surgencia de Cabo Catoche

**UNIDAD 8. Ecosistemas acuáticos en riesgo**

8.1. Cambio climático

8.2. Acidificación oceánica

**Metodología**

**Estrategia de enseñanza.** El curso se compone de presentaciones por parte de los alumnos con la moderación y apoyo del profesor sobre los temas sustentados en bibliografía reciente de alto impacto.

**Trabajo de campo.** Se hará una salida al cenote Ucil en Yucatán y otra al Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos en Quintana Roo.

**Evaluación**

Examen parcial 1	30%
Examen parcial 2	30%
Reporte de práctica de campo	40%

Para tener acceso a los exámenes, los estudiantes deben haber cumplido con sus tareas en los tiempos establecidos

**Bibliografía**

1. Bauer-Gottwein, P., Gondwe R. N. B., Chavert, G., Marín, L. E., Rebolledo-Vyeira, M. y G. Merediz-Alonso. 2011. Review: The Yucatán Peninsula karst aquifer, México. *Hydrogeological Journal*, 19, pp. 507-524.
2. Borja, A., Andersen, J. H., Arvanitidis, C. D., Basset, A., Bhul-Mortensen, L., Carvalho, S., Dafforn, K. A., Devlin, M. J., Escobar-Briones, E. G., Grenz, C., Harder, T., Katsanevakis, S., Dongyan, L., Metaxas, A., Morán, X. A., Newton, A., Piroddi, C., Pochon, X., Queirós, A. M., Snelgrove, P. V. R., Solidoro, C., St. Jhon, M. A. y H. Texeira. 2020. Past and future grand changes in marine ecosystem ecology. *Frontiers in Marine Science*, 7, 362.
3. Bellwood, D. R., Hughes, T. P., Folke, C. y M. Nyström. 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature*, 429, pp. 827-832.
4. Conley, D. J. et al. 2009. Controlling eutrophication: Nitrogen and phosphorus. *Science*, 233, pp. 1014-1015
5. Costanza, R., d'Arge, R. de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B. Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.O., Paruelo, J., Raskin, R.G., Suttonkk, P. y van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, pp. 253-260.
6. Díaz. J. R. y R. Rosenberg. 2008. Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321, pp. 926- 929

7. Hoeg-Guldberg, O. & J. F. Bruno. 2010. The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, 328, pp. 1523-1528.
8. Li, Y., Shang, J., Zhang, W., Niu, L., Wang, L. y H. Zhang. 2021. The role of freshwater eutrophication in greenhouse emissions: A review. *Science of the Total Environment*, 786, 144582.
9. Loreau, M., Mouquet, N. y Holt, R.D. 2003. Meta-ecosystems: a theoretical framework for a spatial ecosystem ecology. *Ecology Letters*, 6, pp. 673-679
10. Merino, M. 1997. Upwelling on the Yucatan Shelf: hydrographic evidence. *Journal of Marine Systems*, 13, pp. 101-121.
11. Null, A. K., Knee, L. K., Crook, D. E., de Syeyes, R. N., Rebolledo-Vieyra, M. y Laura Hernández-Terrones. 2014. Composition and fluxes of submarine groundwater along the Caribbean coast of the Yucatan Peninsula. *Continental Shelf Research*, 77, pp. 38 – 50.
12. Pérez-Gómez, J. A., García-Mendoza, E., Olivos-Ortiz, A., A. Paytan, Rebolledo-Vieyra, M., Delgado-Pech, B. y A. Almazán-Becerril. 2020. Indicators of nutrient enrichment in coastal ecosystems of the northern Mexican Caribbean. *Ecological Indicators*, 118, 106756
13. Rabalais, N. N., Turner, E., Díaz, R. J. y D. Justic. 2009. Global Change and eutrophication of coastal waters. *ICES Journal of Marine Science*, 66, pp. 1528-1537
14. Schmitter-Soto J. J. et al. 2002. Hydrogeochemical and biological characteristics of cenotes in the Yucatán Peninsula (SE Mexico) *Hydrobiologia*, 467, pp. 215-228

## Ciclos Biogeoquímicos

**Tipo de curso:** Especialidad

**Coordinador**

Dr. Eduardo Cejudo Espinosa, UCIA, e-mail: eduardo.cejudo@cicy.mx

**Profesores**

Dr. Eduardo Cejudo Espinosa, UCIA, e-mail: eduardo.cejudo@cicy.mx

Ponentes invitados presenciales y por videoconferencia

**Duración del curso**

48 horas, 16 sesiones de 3 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivo**

Proporcionar al estudiante la información básica sobre los principales ciclos biogeoquímicos a escala global y regional, con énfasis en la influencia antrópica. El contenido del curso fomentará que el estudiante aborde aspectos físicos, químicos y biológicos relacionados con una visión integral de los procesos biogeoquímicos.

**Contenido**

UNIDAD 1. Conceptos básicos

- 1.1. Origen de los elementos químicos
- 1.2. La evolución de la biósfera y la vida en la tierra
- 1.3. Termodinámica y ciclos biogeoquímicos
- 1.4. Sedimentos: transporte e interacciones químicas
- 1.5. Procesos tectónicos. Procesos geológicos: meteorización y formación de suelo.

UNIDAD 2. Ciclos biogeoquímicos

- 1.1. Océanos y atmósfera: dos grandes reservorios
- 1.2. Agua como reactante y medio de transporte
- 1.3. Ciclos biogeoquímicos mayores: C, N, P
- 1.4. Ciclos biogeoquímicos de otros elementos importantes: O<sub>2</sub>, S, Si
- 1.5. Ciclos acoplados.

UNIDAD 3. El antropoceno: el impacto humano en los procesos biogeoquímicos.

- 3.1. Cambio climático global
- 3.2. Lluvia ácida y agujero en la capa de ozono
- 3.3. Eutrofización, producción de alimentos
- 3.4. Estudios de caso: alteraciones a los ciclos de carbono y mercurio.

## UNIDAD 4. Revisión del estado actual de la investigación biogeoquímica en la península de Yucatán

### **Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** Las clases serán presenciales y se trabajarán con ayudas audiovisuales y discusión de artículos con frecuencia semanal. Este curso aborda el estudio de los ciclos biogeoquímicos de los elementos más relevantes a escala global, se explicarán los conceptos teóricos, ejemplos y aplicaciones. Actividades de discusión grupal y escritura de ensayos y reportes que permitirán al estudiante entender de manera integral los procesos biogeoquímicos más importantes de la biósfera y la interrelación entre elementos. El curso contempla la participación de invitados que reforzarán el desarrollo del curso.

Características del ensayo (45% de la evaluación). Cada estudiante seleccionará un elemento químico de interés de investigación y revisará literatura publicada fidedigna (impresa o digital) respecto al estado de avance en el estudio biogeoquímico del elemento elegido a nivel global y/o a nivel península de Yucatán. El documento escrito se entregará al final del curso y habrá revisión de avances en la octava semana del curso.

**Trabajo de campo.** No aplica.

### **Evaluación**

Examen parcial	35%
Ensayo de un ciclo biogeoquímico en la península de Yucatán	45%
Asistencia, participación en clase y tareas	20%

### **Bibliografía**

1. Langmuir D. 1997. Aqueous environmental geochemistry. Prentice Hall. USA
2. DeLaune R.D., Reddy K.R., Richardson C., Megonigal J.P. 2013. Methods in Biogeochemistry of Wetlands, Volume 10. DOI:10.2136/sssabookser10. Disponible en <https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.2136/sssabookser10>
3. Schlesinger, W. H. y Bernhardt E. S. 2013. Biogeochemistry: An analysis of global change. En línea (a través de Libro electrónicos de la biblioteca CICY) <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123858740>
4. Stumm, W. y Morgan J. J. 1995. Aquatic chemistry. John Wiley and Sons. USA
5. Weiner E.R. 2013. Applications of environmental aquatic chemistry: a practical guide. CRC Press. USA

### **Revistas**

1. Biogeochemistry. Springer International Publishing. Desde biblioteca CICY Acceso <https://www.jstor.org/journal/biogeochemistry?refreqid=browse-ui%3A43293d3a7642643c5f60acd8ea2b25ab>
2. Global Biogeochemical Cycles. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/journal/19449224>

### **Páginas WEB**

1. Marshall C.P y Fairbridge R.W. (Eds.). Encyclopedia of geochemistry. En línea <http://link.springer.com/referencework/10.1007%2F1-4020-4496-8>.

## Oceanografía General

**Tipo de curso:** Especialidad

**Coordinador**

Dr. Antonio Almazán Becerril, UCIA, e-mail: almazan@cicy.mx

**Profesores**

Dr. Antonio Almazán Becerril, UCIA

**Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase

**Créditos:** 3

**Objetivo**

El propósito general es que el estudiante tenga los conocimientos básicos necesarios sobre los principales procesos oceanográficos vistos de una manera multidisciplinaria, permitiéndole tener una mayor comprensión de las interacciones entre cuerpos de aguas continentales y marinos.

**Contenido**

UNIDAD 1. Introducción a la oceanografía

- 1.1. Definiciones
  - 1.1.1. Divisiones de la oceanografía.
- 1.2. Historia
  - 1.2.1. Científicos y exploraciones oceanográficas
- 1.3. Perspectivas de la oceanografía actual

UNIDAD 2. Formación del océano

- 2.1. Definiciones
  - 2.1.1. Cómo se formó el océano

UNIDAD 3. Oceanografía geológica

- 3.1. Bases geológicas para los océanos
- 3.2. Materiales de la corteza terrestres
- 3.3. Métodos de fechado
- 3.4. Geografía de los océanos
- 3.5. Batimetría
- 3.6. Márgenes continentales
- 3.7. Cuencas oceánicas
- 3.8. Teoría de Wegener
- 3.9. Sedimentación marina
  - 3.9.1. Clasificación de sedimentos

**UNIDAD 4. Oceanografía química**

- 4.1 Propiedades químicas y físicas del agua de mar.
- 4.2 Salinidad.
- 4.3 Variaciones y distribución de constituyentes mayores del agua de mar.
- 4.4 Gases disueltos.
- 4.5 Ciclo de los carbonatos en el océano.

**UNIDAD 5. Oceanografía física**

- 5.1 Agua de mar y la temperatura
- 5.2 Densidad y presión del agua de mar.
- 5.3 Masas de agua
- 5.4 Circulación superficial.
- 5.5 Surgencias
- 5.6 El Fenómeno de El Niño
- 5.7 Oleaje
- 5.8 Mareas
  - 5.8.1 Teoría de mareas
  - 5.8.2 Tipos de mareas.
  - 5.8.3 Predicción de mareas

**UNIDAD 6. Oceanografía biológica**

- 6.1 El mar como medio ambiente biológico
- 6.2 Factores que afectan a la vida marina
- 6.3 El plancton
  - 6.3.1 Clasificación del plancton
  - 6.3.2 Fitoplancton
  - 6.3.3 Zooplancton
  - 6.3.4 Migración vertical del zooplancton
  - 6.3.5 Factores físicos que afectan al crecimiento del plancton
  - 6.3.6 Productividad primaria
  - 6.3.7 Medición de la productividad primaria
- 6.4 El bentos
- 6.5 El necton
- 6.6 Cuerpos costeros
  - 6.6.1 Sistemas arrecifales

**Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** Las clases serán presenciales se trabajarán con ayudas audiovisuales Se dará explicación de los conceptos teóricos y después se guiará por medio de lecturas selectas y de invitados especialistas en diferentes áreas. Se efectuará al menos una visita o una salida de campo para reforzar el aprendizaje teórico.

**Evaluación**

Exámenes

60%

Reportes	20%
Tareas	20%
<p>La calificación mínima aprobatoria será de 80 puntos. Los exámenes se realizarán por cada módulo desarrollado por cada profesor, y podrán ser de interpretación de resultados, de problemas o de desarrollo de temas específicos. Al finalizar los módulos, se promediarán las calificaciones otorgadas por cada profesor.</p>	
<p><b>Bibliografía</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Corso W. y P.S. Joyce, 1995. Oceanography. Springhouse Co., 182 pp.</li><li>2. Garrison, T., 1996. Oceanography: An Invitation to Marine Science. Wadsworth Publ., 567 pp.</li><li>3. Gross, M.G., 1996. Oceanography: A View of Earth. Prentice Hall Publ. 473 pp. 7ª, Edition.</li><li>4. Ingmanson, D.E. y Wallace, W.J., 1979. Oceanography: An Introduction. Wadsworth Publ. Co. Belmont, California, 357 pp. Kennish, M., 2001. Practical Handbook of Marine Science. CRC Press, 3ª, 876 pp.</li><li>5. Thorpe, 1998. Oceanography: An Illustrated Guide. John Wiley y Sons, 352 pp.</li><li>6. Thurman, H.V., 1997. Introductory Oceanography. Prentice Hall Pub. Co., New York, Eight Edition, 544 pp. (En biblioteca).</li><li>7. Weihaupt, J.G., 1979. Exploration of the Oceans: An Introduction to Oceanography. Macmillan Publ. Co. New York, 589 pp</li></ol>	

## **Microbiología Acuática (Introducción a la biología molecular)**

**Tipo de curso:** Especialidad

### **Coordinador**

Dra. Cecilia Hernández Zepeda, UCIA

### **Profesores**

Dra. Cecilia Hernández Zepeda, UCIA, email: cecilia.hernandez@cicy.mx

Dr. Jesús Alvarado Flores, UCIA, email: jesus.alvarado@cicy.mx

Dr. Oscar A. Moreno Valenzuela, UBBMP, email: oamv@cicy.mx

### **Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase

**Créditos:** 3

### **Objetivos**

Ser capaz de explicar los mecanismos de replicación, transcripción y traducción. Distinguir entre diferentes técnicas de biología molecular utilizadas para aislar, amplificar e hibridar diferentes ácidos nucleicos. Identificar las ventajas y limitantes de cada técnica.

Identificar las técnicas utilizadas comúnmente para estudiar la diversidad genética, taxonomía molecular, filogenia y filogeografía de microorganismos y organismos acuáticos.

Escribir para el final del curso un proyecto completo (título, antecedentes, introducción, justificación, objetivos, metodologías y productos esperados) referente a los temas vistos en clase para el estudio de organismos acuáticos.

### **Contenido**

#### UNIDAD 1. Introducción general a la biología molecular

- 1.1 ¿Qué es la biología molecular?
- 1.2 Historia del descubrimiento del ADN
- 1.3 Células procariotas y eucariotas (Una definición esencial para que comprender las diferencias en la célula y en sus procesos, replicación, transcripción)
- 1.4 Los genes y el material genético
- 1.5 Dogma central de la biología molecular
- 1.6 Composición de los ácidos nucleicos
- 1.7 Estructura del ADN, ARN y proteínas

#### UNIDAD 2. Replicación, transcripción y traducción

- 2.1. Replicación
  - 2.1.1 Inicio, término y regulación de la replicación (procariotas y eucariotas)
  - 2.1.2 Reparación del ADN
- 2.2. Transcripción
  - 2.2.1 Mecanismos de la transcripción (procariotas y eucariotas)

2.2.2 Procesamiento de RNA en eucariotas

2.2.3 "RNA splicing"

2.3 Traducción

2.3.1 Mecanismos de la traducción (procariotas y eucariotas)

2.3.2 Regulación de la expresión genética en bacterias y en eucariotas

### UNIDAD 3. Tecnología del ADN recombinante

3.1 Extracción ADN (según el tejido peces, plantas, bacterias, etc.,)

3.2 Amplificación del ADN por PCR/RCA

3.3 Clonación del ADN

3.4 Secuenciación del ADN

3.5 Métodos basados en la PCR

3.6 PCR en tiempo real

3.7 Marcadores moleculares

### UNIDAD 4. Aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante

4.1 Taxonomía molecular basada en secuencias de genes ribosomales

4.2 Genética de poblaciones

4.3 Biogeografía y filogenia molecular

### UNIDAD 5. Metagenómica como herramienta para estudiar comunidades acuáticas

5.1 ¿Qué es la metagenómica?

5.2 Diferentes plataformas de secuenciación

5.3 Preparación de muestras para estudios metagenómicos

### UNIDAD 6. Casos de estudio

6.1 Aplicaciones de la metagenómica para estudiar microorganismos acuáticos: microalgas, bacterias y virus

6.2 Diversidad genética y filogenia en peces

6.3 Filogenia y filogeografía de organismos acuáticos

## **Metodología**

### **Evaluación**

- Tres exámenes parciales (60%): Los exámenes parciales se realizarán después de la terminación de cada dos módulos y serán principalmente basados en preguntas abiertas y ensayos.
- Participación en clase (10%): se determinará mediante la asistencia, la calidad de participaciones y aportaciones durante las actividades de la clase. Se determinará también mediante la calidad y cantidad de las contribuciones a las discusiones de los artículos y los temas.
- Tareas -trabajos y presentaciones (20%): Se tomarán en cuenta las evaluaciones/cuestionarios realizados en clase, las tareas para realizar fuera de clase y las presentaciones de varios temas. Se deberán presentar completas en tiempo y forma según se indique.

- Trabajo final (10%): Fecha pendiente (2 semanas antes de la entrega de calificaciones)

**Bibliografía**

1. Krebs J.E, Goldstein E.S., Kilpatrick S.T. (2012) *Lewin's Genes XI*, Pearson Prentice Hall, Pearson Education, 11th Ed., Incl. Upper Saddle River NT.
2. David L. Nelson, Michael M. Cox. (2012) *Lehninger Principles of Biochemistry*. W.H. Freeman. 6th Ed.
3. Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, David Morgan, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter (2014) *Molecular Biology of the Cell*. Garland Science. 6th Ed.
4. Kemp P.F., Aller J.Y. (2004) Bacterial diversity in aquatic and other environments: what 16S rDNA libraries can tell us? *FEMS Microbiology Ecology* 47, pp.161-177
5. Gomez-Alvarez V., Revetta R.P., Santo Domingo J.W. (2012) Metagenomic analyses of drinking water receiving different disinfection treatments. *Applied and Environmental Microbiology* 78(17), pp. 6095-6102
7. Moses R. E. O'Malley B.W. (2012). DNA transcription and Repair: A confluence. *The Journal of Biological Chemistry*, 287(28), pp. 23266-23270
8. Jones P.A. (2012) Functions of DNA methylation: islands, start sites, gene bodies and beyond. *Nature*, Vol 13 doi:10.1038/nrg3230

## Marcadores Biomoleculares

**Tipo de curso:** Especialidad

### Coordinador

Dr. Jesús Alvarado Flores, UCIA

### Profesores

Dr. Jesús Alvarado Flores, UCIA, email: [jesus.alvarado@cicy.mx](mailto:jesus.alvarado@cicy.mx)

Dra. Cecilia Hernández Zepeda, UCIA, email: [cecilia.hernandez@cicy.mx](mailto:cecilia.hernandez@cicy.mx)

Dr. Oscar A. Moreno Valenzuela, UBBMP, email: [oamv@cicy.mx](mailto:oamv@cicy.mx)

### Duración del curso

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase

**Créditos:** 3

### Objetivo

Ser capaz de comprender las utilidades del uso de marcadores moleculares en organismos acuáticos.

Conocer las principales técnicas o tipos de marcadores moleculares y poder interpretar los resultados que se obtienen en cada clase.

Poder elegir el marcador molecular más indicado para un organismo acuático específico

### Contenido

#### UNIDAD 1. La evolución de los marcadores moleculares ¿Qué es un marcador molecular y para qué sirve?

1.1 ¿Cómo seleccionar el marcador molecular indicado?

1.2 ¿Qué ciencias biológicas enfocadas a ecosistemas acuáticos hacen uso de los marcadores moleculares? y ¿Cuáles son sus principales aplicaciones y que clases de marcadores moleculares son los más usados actualmente?

#### UNIDAD 2. Tipos de marcadores moleculares: bases teóricas, análisis de la técnica, interpretación de resultados en estudios de caso enfocados a organismos acuáticos.

2.1 ¿Qué es un marcador isoenzimático?

2.1.1 Técnica e interpretación de resultados

2.1.2 Casos de estudio en organismos acuáticos.

2.2 ¿Qué son los RAPDS?

2.2.1 Técnica e interpretación de resultados

2.2.2 Casos de estudio en organismos acuáticos.

2.3 ¿Qué son los RFLP?

2.3.1 Técnica e interpretación de resultados

2.3.2 Casos de estudio en organismos acuáticos.

2.4 ¿Qué son los AFLP?

2.4.1 Técnica e interpretación de resultados.

- 2.4.2 Casos de estudio en organismos acuáticos.
- 2.5 ¿Qué son los SNP?
  - 2.5.1 Técnica e interpretación de resultados.
  - 2.5.2 Casos de estudio en organismos acuáticos.
- 2.6 ¿Qué son los Microsatélites?
  - 2.6.1 Técnica e interpretación de resultados
  - 2.6.2 Casos de estudio en organismos acuáticos.
- 2.7 ¿Qué son los Microarreglos?
  - 2.7.1 Técnica e interpretación de resultados.
  - 2.7.2 Casos de estudio en organismos acuáticos.

### UNIDAD 3. Historia de la metagenómica y su uso en microorganismos acuáticos.

- 3.1 Técnica e interpretación de resultados.
- 3.2 Casos de estudio en organismos acuáticos.

### UNIDAD 4. Escritura de un trabajo final referente a marcadores moleculares en un grupo específico de microorganismos acuático

#### **Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** El curso consta de 3 módulos teóricos en donde se comenzará por una breve introducción a los marcadores moleculares y todo lo que nos permiten analizar como: características fenotípicas, estudiar los polimorfismos únicos o múltiples, elaborar mapas genéticos, identificación de especies, variación genética intra e interespecífica, análisis de linajes de especies y sistemas reproductivos, estimaciones de tasas de mutaciones, análisis de paternidad, huellas genéticas, estudios filogenéticos, e historia evolutiva. Posteriormente en los módulos 2 y 3 del curso se verán a fondo las principales técnicas moleculares y se estudiarán casos específicos en organismos acuáticos, además se analizarán las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

#### **Evaluación**

Cada examen se aplicará al término de cada módulo, el diseño del examen será de opción múltiple y preguntas abiertas.

Principalmente se calificará con la discusión de artículos y análisis de la interpretación de resultados de los tipos de marcadores moleculares.

Se calificará con presentaciones individuales de un caso de estudio asignado durante el curso, y trabajos o ensayos y la escritura de un trabajo final.

Examen Parcial (3)	60%
Participación en clase	10%
Tareas y presentaciones	10%
Trabajo final	20%

#### **Bibliografía**

1. Krebs, J.E., Goldstein, E.S. y Kilpatrick, S.T. 2012. Genes. 2ª, Panamericana. México.

2. Sunnucks P. 2000. Efficient genetic markers for population biology. *Trends in Ecology & Evolution* 15, pp.199-203.
3. Schlotterer, C. 2004. The evolution of molecular markers – just a matter of fashion? *Nature Reviews* 5, pp. 63-69.
4. Jarne, P. y Lagoda, J.L.P. 1996. Microsatellites, from molecules to populations and back. *Trends in Ecology & Evolution* 11, pp. 424-429.
5. Goldstein, D.B., Ruiz Linares, A., Cavalli-Sforza, LL. y Feldman, M.W. 1994. An evaluation of genetic distances for use with microsatellite loci. *Genetics Society of America* 139, pp. 463-471.
6. Avise, J.C. 1994. Molecular Markers, Natural History and Evolution. DOI: 10.1007/978-1-4615-2381-9

## Introducción a la Hidrogeología

**Tipo de curso:** Especialidad

**Coordinador**

Dra. Rosa María Leal Bautista, UCIA,

**Profesores**

Dr. Eduardo Cejudo Espinosa, UCIA, e-mail: eduardo.cejudo@cicy.mx

Dr. Jorge Adrián Perera Burgos, UCIA, e-mail: jorge.perera@cicy.mx

**Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivos**

En este curso el alumno conocerá el comportamiento geológico, físico y químico del agua subterránea, así como su relación con el agua superficial. También aprenderá los métodos y las técnicas para elaborar la evaluación y aprovechamiento de recursos hídricos subterráneos. Por lo que, de una manera introductoria, se estudiara el flujo subterráneo en acuíferos de una manera gráfica (modelos conceptuales) analítico y numérico.

**Contenido**

UNIDAD 1. Ciclo hidrogeológico

- 1.1 Balance hídrico y principales almacenes de agua del planeta, tiempos de residencia
- 1.2 Precipitación, evaporación, evapotranspiración, su relación con la escorrentía superficial (superficie) e infiltración (agua subterránea) recarga
- 1.3 Definir y diferenciar cuenca, subcuencas, unidad hidrogeológica y subunidades.

UNIDAD 2. Hidrología y geología

- 2.1 Identificando los materiales geológicos y sus características que permiten tener un acuífero, un acuitardo, acuífero abierto, acuífero confinado.
- 2.2 Características hidrogeológicas de un sistema subterráneo: porosidad, porosidad efectiva, fuerzas actuantes en suelo y agua subterránea, conductividad hidráulica, permeabilidad, efecto de elevación y presión.
- 2.3 Ley de Bernoulli y Ley de Darcy (medios porosos)

UNIDAD 3. Exploración de agua subterránea

- 3.1 Uso de la hidrogeoquímica y la geofísica en la hidrogeología
- 3.2 Procesos de interacción agua roca no solo determinan la calidad de un cuerpo de agua sino se vuelven características únicas que permiten diferenciar situaciones de identificación o cambio de flujo en los acuíferos.

3.3 La geofísica y su importancia en la prospección de acuíferos respecto a sus materiales geológicos y geoestructuras.

3.4 Importancia de las características geológicas que afectan los acuíferos

3.4.1. de la parte Central de México

3.4.2 el acuífero cárstico de la península de Yucatán

#### UNIDAD 4. Ecuación de flujo

4.1 Importancia de los conceptos: flujo subterráneo en acuíferos de una manera gráfica (modelos conceptuales) analítica y numérica.

4.2 Balance de masa, Volumen elemental representativo o control,

4.3 Redes de flujo.

4.4 Flujo Regional, Flujo Local, Flujo Intermedio

#### UNIDAD 5. Captación de agua subterránea

5.1 Pozos de extracción, pozos de monitoreo, piezómetros: importancia como herramienta en la extracción de agua como en el estudio de las características de los acuíferos.

5.2 Estudio de sus características y métodos aplicables a cada uno de ellos

#### **Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** La asignatura se presenta con el marco teórico correspondiente para que los estudiantes conozcan los conceptos, las definiciones, teorías y propiedades relacionadas con cada uno de los temas. Esta teoría se complementa a través de numerosos ejemplos resueltos en clase. Para reforzar lo aprendido en clase se realiza una actividad en laboratorio y una en campo.

**Trabajo de campo.** Se recopilará información de una zona determinada del municipio de Benito Juárez para corroborar los conceptos de clase: Volumen elemental representativo, y características hidrogeológicas porosidad, permeabilidad, carga hidráulica.

#### **Evaluación**

Examen de conocimientos (2)	40%
Ensayos (2)	30%
Seminario-presentación	20%
Ejercicios y tareas	10%

#### **Bibliografía**

1. Custodio E. y Llamas M.R. 1996. Hidrología subterránea, Ed Omega España.
1. Domenico P.A. y Schwartz. F. 1990. Physical and Chemical Hydrogeology, John Wiley and Sons eds., USA, 817 p.
2. Fetter C.W., 1988, Applied Hydrogeology, Second Ed., Macmillan Pub. Co. Editors, New York USA, 592 p.
3. Freeze R.A., and Cherry J. A., 1979, Groundwater, Prentice Hall, New Jersey, USA, 604 p.

#### **Páginas web:**

- 1 Asociación Internacional de Hidrogeólogos(AIH/IHA) Agua subterránea: flujo regional Disponible en <http://regionalgwflow.iah.org/>
- 2 National Groundwater Association (NGWA) Disponible en <https://info.ngwa.org/GWOL/pdf/992666226.PDF>
- 3 Fernández Rubio, R. y otros. 2020. Acuíferos kársticos costeros. Introducción a su conocimiento Disponible en [http://www.igme.es/actividadesigme/lineas/HidroyCA/publica/libros2\\_TH/tiac-02/%C3%81REA%20I-1.pdf](http://www.igme.es/actividadesigme/lineas/HidroyCA/publica/libros2_TH/tiac-02/%C3%81REA%20I-1.pdf)

## **Introducción a los impactos socioambientales del recurso hídrico**

**Tipo de curso:** Especialidad

### **Coordinador**

Dr. Jorge Adrián Perera Burgos, UCIA, e-mail: jorge.perera@cicy.mx

### **Profesores**

### **Duración del curso**

48 horas, 16 sesiones de 3 horas cada clase.

**Créditos:** 3

### **Objetivo**

Al terminar el curso, el estudiante contará con las herramientas esenciales que le permitan tener una visión integral y holística sobre la realidad socio-ambiental y será capaz de interpretar y analizar las situaciones hidrosociales y territoriales específicas en reportes técnicos y académicos y fuentes periodísticas desde las esferas política, social, económica y ambiental.

### **Contenido**

#### UNIDAD 1. Construcción social de la naturaleza

- 1.1. Definiciones y conceptos.
- 1.2. Construcción social de la naturaleza.
- 1.3. La naturaleza como objeto reflexivo.

#### UNIDAD 2. Medio ambiente y sociedad

- 2.1. Medio ambiente y sociedad: el error de separarlos
- 2.2. Progreso y crisis
- 2.3. La crisis socioambiental

#### UNIDAD 3. Problemas socioambientales: ecoutopías

- 3.1. Ecología profunda
- 3.2. Ecodesarrollo y desarrollo sostenible
- 3.3. Ecosocialismo
- 3.4. Ecología social
- 3.5. Ecofeminismo
- 3.6. El movimiento indigenista
- 3.7. Conservacionismo
- 3.8. Ecofascismo

#### UNIDAD 4. Impactos socioambientales

- 4.1. Definiciones y conceptos.
- 4.2. Indicadores: características y propiedades.
- 4.3. Selección, integración e interpretación de indicadores.

#### UNIDAD 5. Instrumentos de trabajo de campo

- 5.1. Conceptos y definiciones.
- 5.2. Diseño de encuestas.
- 5.3. Diseño de muestreo.
- 5.4. Técnicas de campo.
- 5.5. Tratamiento e interpretación de datos.

#### UNIDAD 6. Aspectos legales y ambientales

- 6.1. Derecho al agua y al saneamiento, garantías y perspectivas.
- 6.2. Atribuciones y roles del sector público, privado y social.
- 6.3. Conflictividad hidrosocial. Abordaje y análisis de casos.

#### UNIDAD 7. Gobernanza y políticas públicas

- 7.1. Definiciones y conceptos
- 7.2. Ejemplos.
- 7.3. Aplicaciones

### **Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** Las clases se impartirán presenciales y/o a distancia mediante webinars, se aportará primero lecturas básicas, las cuales se retomarán para complementar los conceptos explicados en clase. Se promoverá la participación y el intercambio de ideas mediante el debate. Después de cada sesión, se dejará una tarea con una serie de preguntas de los temas vistos, las cuales se retomarán al inicio de la siguiente sesión como reforzamiento.

**Trabajo de campo.** Se aplicará una encuesta por vía electrónica, la cual deberá incluir un reporte con su interpretación.

### **Evaluación**

Tareas	50%
Reporte de trabajo de campo	30%
Participación en clase	20%

### **Bibliografía**

1. Aledo Tur, A., Domínguez Gómez, J. A. 2001. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc0983657>
2. Balée, W. "Historical Ecology: Premises and Postulates." In Advances in Historical Ecology, edited by William Balée, 13–29. The Historical Ecology Series 13.
3. Beret Rodríguez M. J. 2013. El derecho a participar en las decisiones ambientales, transitando el camino hacia el Estado ambiental de Derecho en México. En Mendezcarlo, Figueroa Neri y Tor. Políticas públicas, gestión ambiental y derechos humanos. Una revisión a los nuevos desafíos en México. Porrúa Print. México.

4. Canabal-Cristiani B. y N. E. Narchi. 2014. El Agua en los Pueblos del Sur de la Ciudad de México. Plaza y Valdés.
5. Castree, N. 2001. Socializing nature: Theory, practice, and politics. *Social nature: Theory, practice, and politics*, 1-21
6. Cotler, H. 2007. El manejo integral de cuencas en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
7. Kareiva, P., y Marvier, M. 2007. Conservation for the people. *Scientific American*, 297(4), pp. 50-57.
8. Leff, E. 2004. Racionalidad Ambiental, la reapropiación social de la naturaleza. Siglo XXI, México.
9. Mascia, M. B., Brosius, J. P., Dobson, T. A., Forbes, B. C., Horowitz, L., McKean, M. A., y Turner, N. J. 2003. Conservation and the social sciences. *Conservation Biology*, 17(3), pp. 649-650.
10. Narchi, N. E. 2015. Environmental Violence in Mexico A Conceptual Introduction. *Latin American Perspectives*, 42(5), pp. 5–18. doi: 10.1177/0094582X15579909.
11. Natera, A. 2004. La noción de gobernanza como gestión pública participativa y reticular. Universidad Carlos III, Madrid. Departamento de ciencia política y sociología. Área de ciencia política y de la administración. Documento de Trabajo "Política y gestión" n° 2/2004.
12. Radonic, L. 2015. Environmental Violence, Water Rights, and (Un) Due Process in Northwestern Mexico. *Latin American Perspectives*, 42(5), pp. 27-47. Doi: 0094582X15585111.
13. Sheridan, T. E. (2001). Cows, condos, and the contested commons: the political ecology of ranching on the Arizona-Sonora borderlands. *Human Organization*, 60(2), pp. 141-152.
14. Toledo, A. 2006. Agua, Hombre y Paisaje. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

<b>Cartografía e introducción a los sistemas de información geográficos (SIG)</b>
<p><b>Tipo de curso:</b> Especialidad</p> <p><b>Coordinador</b> Dr. Gilberto Acosta González</p> <p><b>Profesores</b> Dr. Gilberto Acosta González, UCIA, e-mail: gilberto.acosta@cicy.mx Ponentes invitados presenciales y por videoconferencia</p> <p><b>Duración del curso</b> 48 horas, 16 sesiones de 3 horas cada clase.</p> <p><b>Créditos:</b> 3</p> <p><b>Objetivo</b> Que el estudiante aprenda los elementos básicos de cartografías para poder utilizar aplicaciones básicas de los sistemas e información geográfica tales como almacenaje, manipulación, creación y análisis de datos vectoriales y ráster y creación de mapas.</p>
<p><b>Contenido</b></p> <p><u>UNIDAD 1. Introducción a la cartografía</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.1. ¿Qué es un mapa?</li><li>1.2. Historia de la cartografía</li><li>1.3. Navegando con las estrellas</li><li>1.4. Origen de los sistemas cartográficos</li><li>1.5. Origen de la latitud y longitud</li></ol> <p><u>UNIDAD 2. Representando una esfera en un plano</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>2.1. ¿Qué es una proyección?</li><li>2.2. Diferentes tipos de proyección y sus usos</li><li>2.3. Datum (NAD27, WGS84)</li><li>2.4. Características que todo mapa debe tener</li><li>2.5. Tipos de mapas</li></ol> <p><u>UNIDAD 3. Interfaz de QGIS</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>3.1. ¿Qué es un SIG?</li><li>3.2. Características de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)</li><li>3.3. Conceptos básicos de SIG</li><li>3.4. ¿Qué es QGIS?</li><li>3.5. Tipos de datos (vectoriales y ráster)</li><li>3.6. Introducción de datos</li><li>3.7. Trabajar con una vista</li></ol>

- 3.8. Visualización de datos
- 3.9. Tratamiento de la información
- 3.10. Herramientas básicas de visualización
- 3.11. Administrar capas
- 3.12. Selección y consultas de atributos
- 3.13. Medición de distancia y áreas
- 3.14. Crear una capa a partir de un archivo de texto delimitado

#### UNIDAD 4. Simbología y etiquetado

- 4.1. Modos de representación de datos
- 4.2. Simbología en capas vectoriales
- 4.3. Simbología en capas ráster
- 4.4. Definiendo etiquetas
- 4.5. Etiquetando capas
- 4.6. Opciones de etiquetado

#### UNIDAD 5. Geoprocesamiento de datos

- 5.1. Área de influencia (buffer)
- 5.2. Intersección
- 5.3. Recortar (clip)
- 5.4. Disolver (dissolve)
- 5.5. Enlace espacial (spatial join)
- 5.6. Diferencia

#### UNIDAD 6. Construir un mapa

- 6.1. Crear un mapa en el proyecto
- 6.2. Cargar una plantilla en un mapa
- 6.3. Añadir vistas al mapa
- 6.4. Añadir leyendas al mapa
- 6.5. Escala y otros elementos de mapa
- 6.6. Publicar e imprimir

### **Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** Las clases serán presenciales, se trabajará con material audiovisual. Se dará explicación de los conceptos teóricos, se guiará por medio de lecturas selectas y se realizarán ejercicios en clase.

**Trabajo de campo:** No aplica.

### **Evaluación**

Exámenes	40%
Seminarios	15%
Tareas	15%
Trabajo final	30%

Características del trabajo final (30% de la evaluación). Se realizará un ensayo el cual incluirá un mapa que será conformado con información espacialmente explícita de alguna variable de interés (ejemplo: parámetro fisicoquímico, contaminante o diversidad). La información será recaudada por el estudiante de la revisión de literatura publicada (impresa o digital) de cuerpos de agua a la escala espacial de la península de Yucatán. El ensayo se revisará a la cuarta semana para cotejar el avance y el ensayo concluido se entregará al final del curso.

#### **Bibliografía**

1. Domínguez, J. 2000. Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Informes Técnicos Ciemat. 1(943), pp. 1-30
2. Fórez-Delgado D. F., Fernández-García, Deisy Katherin. 2018. Los Sistemas De Información Geográfica. Una Revisión. FAGROPEC - Facultad de Ciencias Agropecuarias, 9(1), pp. 11-16
3. Mani P.K., Mandal A., Biswas S., Sarkar B., Mitran T., Meena R.S. 2021. Remote Sensing and Geographic Information System: A Tool for Precision Farming. In: Mitran T., Meena R.S., Chakraborty A. (eds) Geospatial Technologies for Crops and Soils. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-6864-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-15-6864-0_2)
4. Navarro-Martínez, A., Ramírez-Magil, G., Mendoza, B. M. A. 2020. Geographic Information Systems for Forest Species Distribution and Habitat Suitability. In: Mata-Rivera M.F., Zagal-Flores R., Arellano Verdejo J., Lazcano Hernandez H.E. (eds) GIS LATAM. GIS LATAM 2020. Communications in Computer and Information Science, vol 1276. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-59872-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59872-3_9)
5. Piován S.E. 2020. Geographic Information Systems. In: The Geohistorical Approach. Springer Geography. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42439-8\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42439-8_6)
6. Piován S.E. 2020. Geographic Information Systems. In: The Geohistorical Approach. Springer Geography. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42439-8\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42439-8_6)
7. Piován S.E. 2020. The Geohistorical Approach. Springer Geography. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-42439-8>

#### **Páginas web**

1. QGIS — “Guía de usuario QGIS”, en Documentación de QGIS 3.16”. Available at: [https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user\\_manual/](https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user_manual/) (Accessed: 21/02/2021).

## **Geoquímica de sistemas carbonados y aguas subterráneas**

**Tipo de curso:** Especialidad

**Coordinador**

Dra. Rosa María Leal Bautista

**Profesores**

Dra. Rosa María Leal Bautista, UCIA, email: rleal@cicy.mx

Dr. Luis E. Marín Stillman, UNAM

**Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivo**

El alumno conocerá la importancia de la interacción geoquímica del agua en sistemas carbonatados en la exploración y evaluación del agua subterránea.

**Contenido**

UNIDAD 1. Ocurrencia en aguas naturales

- 1.1. Interacción agua-roca, caracterización de cuerpos de agua, pero también como formadores de yacimientos.
- 1.2. Solubilidad de los minerales. Concentración y actividad.
- 1.3. Cálculo de especies en disolución
- 1.4. Cálculo del estado de saturación

UNIDAD 2. Evolución química de las aguas naturales

- 2.1 Secuencia evolutiva de los iones mayoritarios en un acuífero, Familias de aguas.
- 2.2 Diagramas para representar la interacción agua-roca Piper, Stiff, Schoeller-Barkalof, diagramas binarios.

UNIDAD 3. Sistema carbonatado

- 3.1 El estudio de los carbonatos su formación en diferentes sistemas y su relación con el ciclo del CO<sub>2</sub>. Principales minerales calcita y dolomita, aguas naturales superficiales, costeras y marinas.
- 3.2 Minerales carbonatados. Especies de CO<sub>2</sub> en el agua
- 3.3 Disolución de calcita en sistema abierto y cerrado
- 3.4 Disolución de dolomita.

**Metodología**

**Estrategias de enseñanza.** Las clases serán presenciales y se trabajarán con ayudas audiovisuales. Se dará explicación de los conceptos teóricos y después se guiará por medio de ejercicios didácticos establecerá bases para futuras investigaciones en los temas propuestos. Se efectuarán salidas de campo y trabajo en laboratorio. Se realizarán evaluaciones periódicas que permitan observar el aprendizaje de los estudiantes, de tal forma que puedan afianzar mejor los conceptos.

### **Evaluación**

Examen de conocimientos	40%
Ensayos (2)	30%
Seminario-Presentación	20%
Ejercicios y tareas	10%

### **Bibliografía**

1. Domenico, P.A. y Schwartz, F.W., 1990. Physical and chemical hydrogeology. Ed. Wiley and Sons
2. Drever, J., 1997, The geochemistry of natural waters: surface and groundwater environments, Third Edition, New Jersey, Prentice Hall Ed, p. 235-351.
3. Fyfe, W.S. (1964). Geochemistry of Solids. An Introduction. McGraw-- Hill Book. New York.
4. Henderson, P., 1980, Inorganic Geochemistry. Pergamon. Inc. New York.
5. J. M. Rodríguez Mellado y R. Marín Galván. 1999, "Fisicoquímica de Aguas". Díaz de Santos, España.
6. Langmuir, D., 1997, Aqueous Environmental Geochemistry. Prentice Hall. New Jersey

### **Páginas web**

- <https://or.water.usgs.gov/alk/>
- <https://www.journals.elsevier.com/applied-geochemistry>
- LaDouche, Bernard y Wueg Philippe. Hydrochemical assessment of the Rochefort marsh: Role of surface and groundwater in the hydrological functioning of the wetland. Journal of Hydrology 314, 2005. p 22–42. Disponible en [http://www.escet.urjc.es/~jlillo/Tecnicas\\_Hidrogeoquimicas.pdf](http://www.escet.urjc.es/~jlillo/Tecnicas_Hidrogeoquimicas.pdf)

## Gestión del Agua

**Tipo de curso:** Especialidad

**Coordinador**

Dra. Cecilia Hernández Zepeda, UCIA, email: Cecilia.hernandez@cicy.mx

**Profesores**

Dra. Cecilia Hernández Zepeda, UCIA, email: Cecilia.hernandez@cicy.mx

**Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivo**

Desarrollar en los alumnos la capacidad de análisis para la solución de problemas relacionados la gestión del agua.

**Contenido**

UNIDAD 1. Conceptos fundamentales

UNIDAD 2. Legislación ambiental

- 2.1 Nacional
- 2.2 Internacional: tratados y convenciones
- 2.3 Instituciones y organismos

UNIDAD 3. Gobernanza y gobernabilidad del agua

- 3.1 Introducción
- 3.2 El derecho humano al agua
- 3.3 Obligaciones y exigibilidad
- 3.4 El derecho humano al agua en México
- 3.5 Indicadores de gobernanza

UNIDAD 4. Gestión integrada: casos de éxito

- 4.1 Definiciones
- 4.2 Análisis a nivel de cuenca
- 4.3 Democratización

UNIDAD 5. Organización institucional para la gestión del agua

- 1.1 Programa nacional hídrico
- 1.2 Plan nacional de desarrollo
- 1.3 Marco jurídico del agua
- 1.4 LGEEPA
- 1.5 Ley de Aguas Nacionales
- 1.6 Ley general de aguas

<u>UNIDAD 6. Participación social en la gestión del agua</u>	
6.1. Definición	
6.2. Consejos de cuenca	
6.3. Marco normativo	
<u>UNIDAD 7. Retos para el desarrollo científico y tecnológico en materia de agua</u>	
<b>Metodología</b>	
<b>Estrategias de enseñanza.</b> Las clases serán presenciales y se trabajará con ayuda audiovisual. Se guiará además por medio de ejercicios didácticos. Se promoverá la asistencia de panelistas expertos en los diferentes temas. Se llevarán a cabo debates.	
<b>Evaluación</b>	
Evaluación de conocimientos	50%
Participación en clase	20%
Proyecto final	30%
<b>Bibliografía</b>	
1. Plan Nacional Hídrico-2014-2018.	
2. COLMEX, CONAGUA, IMTA y ANEAS. 2012. Hacia un posicionamiento de gobernanza del agua en México. El Colegio de México	
3. Gunawansa, A. y Bhullar, L. 2013. Water Governance: An evaluation of alternative architectures. Edward Elgar Publishing Limited, UK, 439 p.	
4. UNESCO. 2014. Towards Integrated Water Resources Management.	
5. Grafton, R. Q y Hussey, K. 2011 Water Resources Planning and Management. Cambridge University Press, UK, 777 p.	

## Geofísica: Métodos Potenciales

**Tipo de curso:** Especialidad

**Coordinador**

Dr. Jorge Adrián Perera Burgos, UCIA

**Profesores**

Dra. Rosa María Leal Bautista, UCIA, email: rleal@cicy.mx

Dr. Jorge Adrián Perera Burgos, UCIA, email: jorge.perera@cicy.mx

Dr. Gilberto Acosta González, UCIA, email: gilberto.acosta@cicy.mx

**Duración del curso**

48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase.

**Créditos:** 3

**Objetivo**

Brindar a los estudiantes de la maestría en Ciencias del Agua, los conceptos y herramientas necesarias para utilizar e interpretar datos de los métodos potenciales, con énfasis en métodos eléctricos, para su aplicación a la exploración de aguas subterráneas.

**Contenido**

UNIDAD 1. Introducción a las Técnicas Geofísicas aplicadas al medio ambiente

UNIDAD 2. Métodos potenciales: I – Método gravimétrico

UNIDAD 3. Métodos potenciales: II – Método magnético

UNIDAD 4. Prospección geoelectrica: I – Sondeos eléctricos verticales (SEV)

UNIDAD 5. Prospección geoelectrica: II – Tomografía eléctrica

UNIDAD 6. Prospección con Georadar

UNIDAD 7. Calibración geofísica

UNIDAD 8. Toma de datos de campo y manejo de instrumentación.

UNIDAD 9. Toma de muestras de suelos, sedimentos y aguas.

**Bibliografía**

- 1 Reynolds, J. M. 2006. An introduction to applied and environmental geophysics. John Wiley and Sons Inc.
- 2 Telford, W. M., Geldart, L. P. y Sheriff, R. E. 1990. Applied geophysics. Cambridge, Cambridge University Press.
- 3 EPA. 1991. Site characterization for subsurface remediation. EPA Special Publication. Cincinnati, OH. 259 p.

<b>Hidrogeología de Contaminantes</b>
<p><b>Tipo de curso:</b> Especialidad</p> <p><b>Coordinador</b> Dra. Rosa María Leal Bautista, UCIA,</p> <p><b>Profesores</b> Profesores invitados</p> <p><b>Duración del curso</b> 48 horas, 24 sesiones de 2 horas cada clase. <b>Créditos:</b> 3</p> <p><b>Objetivos</b> El alumno conocerá la importancia de la interacción del agua roca en sistemas carbonatados en la exploración y evaluación del agua subterránea.</p>
<p><b>Contenido</b></p> <p><u>UNIDAD1. Generalidades</u> 1.1 Tipos de contaminación: Puntual. No puntual.</p> <p><u>UNIDAD 2. Transporte en la zona saturada</u> 2.1 Identificación de los modelos conceptuales en el transporte de diferentes tipos de contaminantes en agua subterránea 2.2 Advección, difusión y dispersión 2.3 Compuestos inorgánicos</p> <p><u>3. Transporte multifásico</u> 3.1 Compuestos orgánicos Non-Aqueous-Phase Liquid`s (NAPL`s) 3.2 Migración de líquidos ligeros en fase no acuosa (LNAPL`s) 3.3 Migración de líquidos pesados en fase no acuosa (DNAPL`S) 3.4 Monitoreo de LNAPL`s y DNAPL`s</p> <p><u>UNIDAD 4. Migración particulada</u> 4.1 Movimiento de bacterias 4.2 Movimiento de radionúclidos 4.3 Reacciones homogéneas, decaimiento radiactivo y la biodegradación</p> <p><u>5. Transformación, retardo y atenuación de los solutos</u> 5.1 Clasificación de las reacciones químicas y los procesos de adsorción. 5.2 Reacciones de equilibrio; modelos de absorción en desequilibrio cinético. 5.3 Absorción de componentes hidrofóbicos (orgánico)</p>

## 6. La complejidad del transporte de contaminantes en un ambiente cárstico

## 7. Pros y contras de las técnicas de remediación

### **Metodología**

Las clases serán presenciales y se trabajarán con ayudas audiovisuales. Se dará una explicación de los conceptos teóricos y después se guiará por medio de ejercicios didácticos establecerá bases para futuras investigaciones en los temas propuestos. Se realizarán evaluaciones periódicas que permitan observar el aprendizaje de los estudiantes, de tal forma que puedan afianzar mejor los conceptos.

### **Bibliografía**

1. Chapelle F.H. 2001. Groundwater microbiology and geochemistry, Second edition, John Wiley and Sons, 477 p.
2. Domenico P.A., and Schwartz F., 1990, Physical and Chemical Hydrogeology, John Wiley and Sons, USA, 817 p.
3. Fetter C.W., 1993, Contaminant Hydrogeology, Macmillan Pub. Co., New York USA, 592 p.
4. Freeze R.A., and Cherry J. A., 1979, Groundwater, Prentice Hall, New Jersey, USA, 604 p.
5. Pankow J.F. and Cherry J. C., 1996, Dense chlorinated solvents and other DNAPL's in Groundwater, James F. eds., Waterloo Press, p. 266

### **Referencias adicionales (artículos)**

1. Ball P.W. and Roberts P.V., 1991, Long-term sorption of halogenated organic chemicals by aquifer material. *Equilibrium, Environ. Sci. Technol.* 25, pp. 1223-1235.
2. Brauner J.S. y Killingstad M. 1996. *In situ* Bioremediation of petroleum aromatic hydrocarbons, Groundwater online: <http://ewr.cee.vt.edu/environmental/teach/gwprinter/btexbio/btexbio.html>.
3. Brauner J. S. y Widdowson, M. A. 2001. Numerical simulation of a natural attenuation experiment with a petroleum hydrocarbon NAPL source, *Groundwater*, 39, pp. 939–952
4. Chiou C. T. 1989. Theoretical considerations of the partition uptake of non-ionic organic compounds by soil organic matter, *In: Reactions and movement of organic chemicals in soils*, B.L. Sawhney, y K. Brown eds., Canada, p 1-29.
5. Cumbie, D.H. y McKay, L. D. 1999. Influence of particle diameter on transport in a fractured shale saprolite, *J. Contam. Hydrol.*, 37:139–145
6. Corseuil y Alvarez P.J.J. 1996. Natural bioremediation perspective for BTXcontaminated groundwater in Brazil: effect of ethanol, *Water Sci. and Technology* 34, pp. 311-318.
7. Gillham, R.W., Robin, M.J.L. y Ptacek, C.J., 1990, A device for *in situ* determination of geochemical transport parameters 1. Retardation. *Groundwater*, 28, pp. 666-672.
8. Iturbe R., Flores R.M., and Torres L.G., 2003, Soil and water contaminated levels in an out-of-service oil distribution and storage station in Michoacán, México, *Water, Air and Soil Pollution*, 146: 261- 281.
9. Jardin, P. M., Wilson, G. V. y Luxmore, R. J. 1988. Modeling the transport of organic ions through undisturbed soil columns from two contrasting watersheds, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52, pp. 1252-1259.
10. Karickhoff, S.W., Brown, D.S. y Scott T.A. 1979. Sorption of hydrophobic pollutants on natural sediments, *Water Research*, 13, pp. 241- 248.
11. Karickhoff, S.H. 1984. Organic pollutant sorption in aquatic systems, *J. Hydraulic Eng.*, 110, pp. 707-735.
12. Pitter P. y Chudoba J. 1990. Biodegradability of organic substances in the aquatic environment, CRC Press.

13. Ann Arbor, M.I., Pope, D.F. y Jones, J. N. 1999. Monitored natural attenuation of petroleum hydrocarbons, U.S. EPA Remedial technology fact sheet, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory, Washington D.C., EPA/600/F-98/021, 3 pp.
14. Sudicky, E. A. 1986. A natural gradient experiment on solute transport in a sand aquifer: Spatial variability of hydraulic conductivity and its role in the dispersion process, *Water Resources Res.*, 22, pp. 2069–2082

