



NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE.

Fundamentos en sistemas ambientales complejos (tronco común)

CICLO

Primer semestre

CLAVE DE LA ASIGNATURA

Coordinadores: Dr. David Douterlungne y Dra. Elisabeth Huber-Sannwald

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA:

En el contexto de los retos emergentes del Antropoceno, este curso busca generar un entendimiento integral sobre el acoplamiento de sistemas humano-ambientales y su estudio como Sistemas Ambientales Complejos (SAC). En particular, las metas centrales de este curso son capacitar en: 1) los componentes y procesos fundamentales de los SAC como objetos de estudio relacionados a una amplia gama de problemas humano-ambientales locales, regionales y globales, 2) los conceptos y métodos epistemológicos de las ciencias naturales, sociales e ingenieriles necesarios para abordar problemas complejos desde un enfoque sistémico, y 3) en la aplicación del conocimiento adquirido para atender los retos inter y transdisciplinarios de casos de estudios reales. El contenido del curso explora cómo las diferentes actividades humanas (por ejemplo, la extracción de los recursos naturales, la expansión de la urbanización, la fragmentación de ecosistemas, la minería, los megaproyectos para la generación de energía renovable, la sobreexplotación y contaminación de los acuíferos, entre otros) se retroalimentan e interrelacionan de manera directa e indirecta en el funcionamiento de los ecosistemas y su provisión de bienes y servicios. El curso comprende los diferentes actores involucrados en la toma de decisiones y el impacto de dichas decisiones en la salud de los sistemas humano-ambientales. Durante el curso y basándose en los principios de los SAC, los estudiantes adquieren las habilidades requeridas para construir la resiliencia de estados favorables de sistemas socio-ecológicos favorables (por ejemplo, un ecoparque o una planta de biocombustibles) y para fundamentar las recomendaciones de mejora ambiental, manejo adaptativo, restauración ecológica y gobernanza institucional. Las metas del curso se logran por medio de clases interactivas, discusiones y debates, lecturas, escrituras y comunicaciones críticas, colaboraciones multisectoriales, entre otros.

SAC constituye un eje de investigación transversal e interdisciplinario entre las tres LIES que se trabajan en la División de Ciencias Ambientales y con otras disciplinas de las ciencias naturales y sociales. Las investigaciones relacionadas a los SAC integran siempre y por definición los principios de múltiples disciplinas clásicas de las ciencias básicas, naturales y sociales como la ecología, biotecnología, fisicoquímica, biogeociencias, matemática, antropología además de disciplinas emergentes como la socio-ecología, ecología política,

ciencia de la sostenibilidad, entre otros. Para ello, se requiere considerar y evaluar el conocimiento local y tradicional, los saberes y modelos mentales de los sectores públicos y privados, y de la sociedad civil para comprender las bases y relaciones dinámicas y complejas de los sistemas humano-ambientales. El curso evalúa la influencia de factores del cambio global, políticas públicas, normas, valores, instituciones de gobernanza, entre otros, con el fin de lograr el bienestar humano, la salud de sistemas humano-ambientales y el desarrollo sostenible a largo plazo.

METAS ESPECÍFICAS DE LA ASIGNATURA

Que los y las alumnos conozcan los aspectos teóricos que son la base para entender los SAC, así como las bases epistemológicas y metodológicas para su estudio.

Que los y las alumnos sean capaces de identificar cómo diseñar y ejecutar proyectos que aborden problemas que por su naturaleza caigan dentro de la categoría de los SAC.

Que los y las alumnos se familiaricen con ejemplos de problemas de los SAC.

TEMAS Y SUBTEMAS

Unidad 1 Generación de conocimiento y su integración al entendimiento de sistemas ambientales complejos (4 sesiones, 8 horas) David, Elisabeth: 11, 13, 18 y 20 de agosto de 2024

Objetivo: Capacitar en las diferentes perspectivas epistemológicas y métodos participativos para formar comunidades de aprendizaje en un mundo cambiante.

1. La generación de conocimiento científico, métodos científicos y co-generación de conocimiento
 - 1.1. La generación de conocimiento científico **David (11 de agosto)**
 - 1.2. La evolución del método científico (Inductivismo, Falsacionismo, Revoluciones científicas) **David y Elisabeth (13 de agosto)**
 - 1.3. Pensamiento complejo **Elisabeth (18 de agosto)**
 - 1.4. Teoría de la multi, inter y transdisciplina **Elisabeth (20 de agosto)**
 - 1.5. Teoría del aprendizaje transformativo **Elisabeth (20 de agosto)**

Unidad 2 Sistemas ambientales complejos (12 sesiones, 24 horas). Elisabeth y Natalia: agosto 25, 27, septiembre 1, 3, 8, 15, 17, 22, 24, 29. Octubre: 1, 6.

Objetivo: Introducir los conceptos centrales de un sistema ambiental complejo y su aplicación en sistemas naturales e ingenieriles.

2. 1. Sistemas ambientales en un mundo cambiante (4 h) (Elisabeth – 25 y 27 de agosto)
 - 2.1.1. Descripción de un sistema ambiental complejo
 - 2.1.2. Acoplamiento de sistemas humano-ambientales
 - 2.1.3. La necesidad de integración del humano en los sistemas ambientales
 - 2.1.4. Ejemplos de sistemas ambientales complejos

2.2. Características de los sistemas ambientales complejos (4 h, Elisabeth – 1 y 3 de septiembre)

- 2.2.1. Variables lentas y rápidas
- 2.2.2. Retroalimentación entre escalas
- 2.2.3. Umbrales y puntos de inflexión
- 2.2.4. La incertidumbre e imprevisibilidad
- 2.2.5. Cambios dinámicos no-lineales
- 2.2.6. Capacidad adaptativa
- 2.2.7. Auto-organización
- 2.2.8. Propiedades emergentes

2.3. Paradigmas de los sistemas ambientales complejos (4 h, Elisabeth – 8 y 15 de septiembre)

- 2.3.1 Ciclos adaptativos
- 2.3.2 Teoría de la panarquía
- 2.3.3 La estabilidad de sistemas y su origen en fases cíclicas
- 2.3.4 Fuentes de resiliencia socio-ecológica
- 2.3.5 Estados estables, transición y regímenes

2.4. Métodos de investigación SAC (8 h, Natalia y Gonzalo)

- 2.4.1. La práctica y el diseño de la investigación SAC (4 h, Natalia – 17 y 22 de septiembre)
- 2.4.2. Tipos de métodos (Natalia)
- 2.4.3. Investigación-acción-participativa (Natalia)
- 2.4.4. Métodos participativos (Natalia)
- 2.4.5. Métodos para analizar sistemas (4 h, Gonzalo Barajas, Control y sistemas dinámicos) 24 y 29 de septiembre).
- 2.4.5.1. Análisis de redes
- 2.4.5.2. Análisis de trayectorias

2.5. Investigación de intervención, transición y transformación (4 h, Elisabeth 1 y 6 de octubre)

- 2.5.1. Sistemas cíclicos de aprendizaje (lazos de aprendizaje sencillo, doble y triple)
 - 2.5.1.1. Aprendizaje adaptativo
 - 2.5.1.2. Aprendizaje social
- 2.5.2. Redes/comunidades de aprendizaje
- 2.5.3. Inducir el cambio social y la innovación social
- 2.5.4. Navegar la transición y transformación
- 2.5.5. La construcción de la resiliencia de un régimen nuevo

Unidad 3 Evaluación de sistemas ambientales complejos (4 sesiones, 8 horas) David: 13, 15, 20 y 22 de octubre

Objetivo: Introducir los métodos de evaluación integral de sistemas ambientales complejos

3.1. Sistemas de evaluación

- 3.1.1. Sistemas de valores ambientales

- 3.1.2. Sistemas de evaluación iterativa-integral de SAC
 - 3.1.2.1. Indicadores
 - 3.1.2.2. Sistemas de monitoreo
 - 3.1.2.3. Vulnerabilidad vs. Resiliencia
 - 3.1.2.4. Ética
 - 3.1.2.5. Justicia socio-ambiental
- 3.1.3. Seguridad ambiental
- 3.1.4. Costos/beneficio
- 3.1.5. Indicadores de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y Agenda 2030
- 3.1.6. Indicadores de degradación neutral
- 3.1.7. Indicadores de mitigación al cambio climático (París 2015)
- 3.1.8. Indicadores de protección de biodiversidad (Aichi, post-2020 y marco global de biodiversidad)

Unidad 4 Retos y oportunidades de los SAC (10 sesiones, 20 horas): David, Felipe A, Leonardo, Esmeralda. Octubre 27, 29, noviembre 3, 5, 10, 12, 19, 24 y 26, diciembre 1.

Objetivo: Navegar la problemática actual de los sistemas ambientales complejos y sus repercusiones en diversas áreas. Así como también, adquirir el conocimiento sobre ciertas herramientas de análisis y soluciones para la mejora de los sistemas ambientales complejos. Finalmente, conocer los diferentes actores e instituciones involucrados en la resolución de los problemas de los sistemas ambientales complejos.

- 4.1 Desarrollo sostenible, Gestión ambiental y sistemas de gobernanza (4 h, **Esmeralda, David - 27 y 29 de octubre**)
 - 4.1.1. Recursos comunes, bienes y el bienestar (humano/planetario)
 - 4.1.2. El desarrollo sostenible a largo plazo
 - 4.1.3. Marcos conceptuales de manejo, gestión y gobernanza en un mundo cambiante: Actores, grupos de interés y acción colectiva
 - 4.1.4. Gobernanza vertical, horizontal y policéntrico
- 4.2 Enfermedades emergentes (4 h, **Profesores invitados: Alex Córdoba (UNAM)/Ana Celia Montes de Oca (UADY) – 3 y 5 de noviembre**)
 - 4.2.1. Casos de estudio pertinentes en lo referente a: zoonosis, epidemias/ pandemias, enfermedades en ciudades
- 4.3. Entidades novedosas: ecotoxicología, microplásticos, nanomateriales, materiales radioactivos y organismos modificados genéticamente (2 h, **Leonardo – 10 de noviembre**)
- 4.4. Innovación social/tecnológico para la sostenibilidad (6 h, **Felipe A, 13, 20, y 25 de noviembre**)
 - 4.4.1 Industria sostenible (4 h)
 - 4.4.1.1. Ecología Industrial. Conceptos básicos y ejemplos
 - 4.4.1.2. Análisis de ciclo de vida para estudiar impactos socioambientales
 - 4.4.1.3. Huella socioecológica
 - 4.4.1.4. Materiales para la sostenibilidad

4.4.2. Energía sostenible (2 h)

4.5 Diseños de paisajes sostenibles (4 h, David – 27 de noviembre, 1 de diciembre)

4.5.1 Ecología Urbana

4.5.2 Paisajes productivos

4.5.3 Agroecología

Actividad final: diciembre 3 de 2025

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

En la primera parte del curso se cubrirán los aspectos teóricos sobre los sistemas ambientales complejos, así como las bases metodológicas para su estudio. En la segunda parte, se presentará a los estudiantes varios ejemplos ilustrativos de la gran variedad de problemas que deben abordarse dentro del marco de los SAC. Para cada uno de éstos se describe el problema, y después se trabajará con el grupo, a manera de equipo de trabajo para identificar para cada uno de estos problemas, la pregunta de investigación, hipótesis, predicciones, objetivos, metas y finalmente se describe una estrategia metodológica para el estudio de cada uno de estos problemas. El estudiante deberá dedicar un total de 192 hs a esta asignatura, de las cuales 64 serán presenciales y las restantes 128 hs estarán dedicadas a la lectura de textos, resolución de tareas, y escritura de ensayos y proyectos (créditos totales = 12).

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Los estudiantes serán evaluados en base a los siguientes criterios:

- Cada profesor responsable de cada unidad establecerá los criterios de evaluación, incluyendo los porcentajes asignados a cada actividad (tareas, trabajo en grupo, examen).
- Los exámenes de cada unidad serán aplicados de acuerdo al calendario que se dará a conocer a los alumnos desde el inicio del curso
- Se incorporará una actividad final que consiste en la elaboración de un caso de estudio SAC el cual será presentado durante la última semana de clases
- La calificación final de la materia se obtendrá del promedio de las 4 unidades evaluadas.

Es importante considerar que la asistencia a clases y la puntualidad son requisitos indispensables para tener derecho a los exámenes. Para aprobar y acreditar la materia el estudiante deberá obtener una calificación final mínima de 7.0, considerando una escala de calificación de 1.0 a 10.0.

BIBLIOGRAFÍA

Se contará con un repositorio en línea al que los estudiantes podrán acceder. Este repositorio constituye el material de apoyo, ya que contiene la literatura más importante en el área y permitirá que mediante la consulta

y lectura de esta literatura los estudiantes profundicen en el tema y logren desenvolverse de manera adecuada en los círculos académicos que trabajan en el área de los SAC. En este repositorio se incluyen las siguientes referencias:

Biggs, R., De Vos, A., Preiser, R., Clements, H., Maciejewski, K., & Schlüter, M. (2021). *The Routledge Handbook of Research Methods for Social-Ecological Systems* (p. 526). Taylor & Francis.

Chalmers, A. F. (1999) *What Is This Thing Called Science?* 3rd ed. Hackett Publishing Company, USA.

Olivé, L. (2008) *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*. Fondo de Cultura Económica. México D.F.

Light, A. & H. Rolston III (2002) *Environmental ethics: An anthology*. Wiley-Blackwell, USA.

Sober, E. (2000) *Philosophy of Biology*, 2nd ed. Westview Press, USA.

Rogers, Peter, Jalal F. Kazi, John A. Boyd. 2005. *An Introduction to Sustainable Development*. Harvard Division of Continuing Education, 404 pp.

Edwards, Andres. 2005. *The Sustainability Revolution: Portrait of a Paradigm Shift*. New Society Publishers, 207 pp.

Cohen, Joel E. 1995. *How Many People can the Earth Support?* W. W. Norton & Company, 542 pp.

Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth. 2007. Edited by Robert Costanza, Lisa J. Graumlich, and Will Steffen. MIT Press, 517 pp.

Levin, Simon. 2000. *Fragile Dominion: Complexity and the Commons*. Basic Books, 272 pp.

Charles Landry. 2000. *The Creative City*

Charles Landry. 2007 *The Art of City Making*

Graedel and Allen. *Industrial Ecology and Sustainable Engineering*, 1st edition