UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS BIOLOGICAS

Denominación de la actividad académica (Temas selectos): Complejidad en Ecología, que nos puede decir la física sobre la salud de los ecosistemas.

Clave:	**Semestre:**	**Campo de conocimiento:**	**Número de Créditos:**
(no llenar)	*2023-1*	*Ecología, Manejo integral de ecosistemas*	*8*

Carácter	**Horas**		**Horas por semana**	**Horas por semestre**
Optativa de elección	**Teóricas**	**Prácticas**	*4*	*64*
	32	**32**		

Modalidad	**Duración del curso**
Curso-Seminario	*Semestral*

Seriación indicativa u obligatoria antecedente, si es el caso:
No hay seriación

Seriación indicativa u obligatoria subsecuente, si es el caso:
No hay seriación

Objetivo general: La dinámica de los ecosistemas resulta difícil de estudiar debido en parte al enorme papel que las interacciones espaciales tienen en la estructura de las comunidades; a las complejas interacciones bióticas a distintas escalas de observación que intervienen en la dinámica global del ecosistema; a que dichas interacciones pueden cambiar en el tiempo y por otro lado, por que cada vez más la dinámica biológica de los ecosistemas está más acoplada con dinámicas socioeconómicas. En ese sentido, los ecosistemas pueden (deben) ser pensados como socio-ambientales acoplados (CHANS) que se caracterizan por presentar características complejas, incluyendo retroalimentación, no linealidad, umbrales, eventos extremos, efectos heredados y la capacidad de recuperación. En éste curso se revisarán las bases conceptuales y teóricas de las ciencias de la complejidad, así como su relación con uno de sus grandes motores: la revolución de los datos, en particular el big data ambiental. Construiremos una propuesta de cómo entender a la integridad y salud ecosistémicas desde la perspectiva compleja usando para ello los conceptos de criticalidad y estabilidad dinámicas.

Objetivos específicos: (en su caso)

Comprender los fundamentos teóricos de las ciencias de la complejidad y el por qué esta es una forma diferente de hacer ciencia.

Comprender cómo las nuevas capacidades de adquisición, almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos ambientales, inducen un cambio de paradigma narrativo de la ciencia reduccionista hacia la complejidad.

Reconocer las distintas fuentes de complejidad socio-ambiental, así como las diferentes formas en que estas se manifiestan en el big data ambiental.

Conocer las principales técnicas de análisis de series de tiempo relacionadas a los conceptos de criticalidad y estabilidad dinámicos

Entender el fundamento físico-matemático de la integridad y salud ecosistémica como fenómenos complejos

Poder generar rutinas sencillas de análisis de series de tiempo en R o Python, que permitan estimar algunas propiedades complejas de los sistemas socio-ambientales acoplados.
Interpretar desde una perspectiva compleja los resultados de análisis del big data ambiental
Aplicar la narrativa compleja de la ecología en la formulación y estudio de fenómenos ecológicos mediante el estudio de casos

Temario	**Horas**	
	Teóricas	**Prácticas**
Unidad 1: La revolución de los datos y los límites de la ciencia reduccionista 1.1 La revolución de los datos 1.2 Ejemplos de la revolución de los datos en Ecología: el sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad (SNMB) como caso de estudio 1.3 Límites del reduccionismo y la necesidad de la complejidad **1.4** Los sistemas complejos adaptativos como fuente de la revolución de los datos	**6**	**2**
Unidad 2: Invarianza de escala, transiciones de fase y criticalidad 2.1 La universalidad de la invarianza de escala 2.2 Transiciones de fase y criticalidad 2.3 Criticalidad en la naturaleza **2.4** Cómo medir criticalidad en series de tiempo 2.5 Casos de estudio	**8**	**8**
Unidad 3: Complejidad y teoría de la información 3.1 El mundo como información que evoluciona 3.2 Cómo medir complejidad usando teoría de la información 3.3 Más que árboles, los ecosistemas como sistemas complejos 3.4 Estabilidad, entropía e información de Fisher **3.5** Uso de la información de fisher para entender cambios catastróficos en sistemas complejos, casos de estudio	**8**	**8**
Unidad 4: Qué nos puede decir la Física sobre la salud de los ecosistemas 4.1 Visión ecológica clásica de la salud ecosistémica 4.2 Bases termodinámicas (fuera del equilibrio) de la ecología 4.3 Cómo integrar la dinámica al concepto de salud ecosistémica 4.4 Cómo integrar la respuesta a las perturbaciones al concepto de salud ecosistémica 4.5 Salud socio-ecosistémica 4.6 La Tierra como sistema dinámico **4.7** Salud planetaria	**12**	**12**
Total de horas teóricas	**32**	
Total de horas prácticas	**32**	
Suma total de horas *(debe coincidir con el total de horas al semestre)*	**64**	

Bibliografía básica

Stewart, I. (2011). Las matemáticas de la vida: cómo biólogos y matemáticos desvelan juntos los enigmas de la Naturaleza. Grupo Planeta (GBS).
West, G. (2017). Scale: The Universal Laws of Growth, Innovation, Sustainability, and the Pace of Lifein Organisms, Cities, Economies, and Companies. Penguin.
Schmitz, O. J. (2016). The new ecology: rethinking a science for the Anthropocene. Princeton University Press.
Beven, K. (2010). Environmental modelling: An uncertain future?. CRC Press.
Taleb, N. N. (2012). Antifragile: how to live in a world we don't understand (Vol. 3). London: Allen Lane.
Taleb, N. N. (2020). Statistical Consequences of Fat Tails: Real World Preasymptotics, Epistemology, and Applications. arXiv preprint arXiv:2001.10488.

Gershenson, C. (2008). Complexity: 5 questions. Automatic Press/VIP.
Johnson, S. (2002). Emergence: The connected lives of ants, brains, cities, and software. Simon and Schuster.
Kanevski, M., Pozdnoukhov, A., & Timonin, V. (2009). Machine learning for spatial environmental data: theory, applications, and software. EPFL press.

Bibliografía complementaria

Tom Theis and Jonathan Tomkin, Editors (2015)Sustainability: A Comprehensive Foundation Collection Editor
MacKay, D. J. (2015). JC.,(2009), Sustainable Energy-Without The Hot Air. Cambridge, UIT Cambridge Ltd.
Kelty, C. M. (2008). Two bits: The cultural significance of free software. Duke University Press.
http://www.codecademy.com/
https://www.coursera.org/specialization/jhudatascience/1?utm_medium=listingPage
https://www.coursera.org/specialization/fundamentalscomputing/9?utm_medium=listingPage
http://tryr.codeschool.com/
https://es.coursera.org/learn/intro-data-science-programacion-estadistica-r

Sugerencias didácticas:
(marcar con una X la sugerencia didáctica que se utilizará para abordar los temas. Es importante tomar en cuenta que si la actividad tiene horas prácticas en las sugerencias deberá haber herramientas prácticas para el aprendizaje de los temas)

__x__ Exposición oral
____ Exposición audiovisual
__x__ Ejercicios dentro de clase
__x__ Ejercicios fuera del aula
__x__ Seminarios
__x__ Lecturas obligatorias
__x__ Trabajos de investigación
____ Prácticas de taller o laboratorio
____ Prácticas de campo
____ Otros *(indicar cuáles)*

Mecanismos de evaluación del aprendizaje de los alumnos:
(marcar con una X el mecanismo que se utilizará para evaluar el aprendizaje. Se recomienda que para la evaluación sean tomadas en cuenta las sugerencias didácticas señaladas)

____ Exámenes parciales
____ Examen final escrito
_x___ Tareas y trabajos fuera del aula
_x___ Exposición de seminarios por los alumnos
_x___ Participación en clase
_x___ Asistencia
_x___ Seminario
_x___ Otros *(indicar cuáles): Proyecto final integrador.*
Habrá un trabajo continuo desde el principio del curso para acompañar a los alumnos en su proyecto integrador
La materia es parte del proyecto de la "Escuela de física y matemáticas aplicadas a la ecología (FisMatEcol)

Línea de investigación: Sistemas Complejos

Perfil profesiográfico
Biólogos con antecedentes formales en física y matemáticas; Físicos con antecedentes profundos en ecología. Amplia experiencia en trabajo interdisicplinario y dominio de herramientas computacionales preferentemente R o Python.

Repartición de Horas

Temas selectos: Complejidad en Ecología, que nos puede decir la física sobre la salud de los ecosistemas.
Horario propuesto: Lunes y Miércoles 11:00-13:00

Temario	**Horas**	
	Dr. Oliver López Corona	**Dra. Elvia Ramirez Carrillo**
Unidad 1: La revolución de los datos y los límites de la ciencia reduccionista	**4**	**4**
Unidad 2: Invarianza de escala, transiciones de fase y criticalidad	**8**	**8**
Unidad 3: Complejidad y teoría de la información	**8**	**8**
Unidad 4: Qué nos puede decir la Física sobre la salud de los ecosistemas	**12**	**12**

Habrá un trabajo continuo desde el principio del curso para acompañar a los alumnos en su proyecto integrador
La materia es parte del proyecto de la "Escuela de física y matemáticas aplicadas a la ecología (FisMatEcol)