



SOMOS
ARTE, CIENCIA Y
DESARROLLO
CULTURAL



MATERIA: INTRODUCCIÓN A LA COMPLEJIDAD

DATOS GENERALES:

Descripción:	En este curso, aprenderá sobre las herramientas utilizadas por los científicos para comprender los sistemas complejos. Los temas que aprenderá incluyen dinámica, caos, fractales, teoría de la información, autoorganización, modelado basado en agentes y redes. También obtendrá una idea de cómo encajan estos temas para ayudar a explicar cómo surge y evoluciona la complejidad en la naturaleza, la sociedad y la tecnología.
Seriación y Correlación:	Subsecuentes: EDOs, Programación, Redes Complejas
	Consecuentes: Optativas.
Objetivo:	Que el estudiante aprenda que la teoría de sistemas complejos es la teoría de interacciones generalizadas de variables en el tiempo entre elementos que se caracterizan por estados. Las interacciones suelen tener lugar en redes que conectan esos elementos. Las interacciones involucradas pueden causar que los estados de los mismos elementos se alteren con el tiempo. Y que el estudiante entienda que la esencia de un sistema complejo es que las redes de interacción pueden cambiar y reorganizarse como consecuencia de cambios en los estados de los elementos. Así, los sistemas complejos son sistemas cuyos estados cambian como resultado de interacciones y cuyas interacciones cambian simultáneamente como resultado de estados.
Objetivos específicos:	<ol style="list-style-type: none">1. Comprender el enfoque novedoso de una teoría que aún ni si quiera tiene un paradigma universal.2. Repasar brevemente los temas comunes a física que se usan en la teoría.3. Aprender los elementos de otras áreas y que también son muy necesarios para el entendimiento de la teoría..4. Dar un repaso a la Introducción a los Sistemas Dinámicos, la teoría del caos y fenómenos críticos.5. Enfatizar el concepto de entropía desde el punto de vista de la Teoría de la Información y de la teoría de Redes Complejas .6. Desarrollar las habilidades de programación.
Horas totales del curso:	(90) horas presenciales + (70) horas de autoestudio=160 horas totales
Créditos:	10



REVISIONES Y ACTUALIZACIONES:

Líneas de investigación:	Física Estadística y Complejidad
Autores o Revisores:	Dr. Alejandro Puga Candelas
Fecha de actualización por academia:	8 de agosto de 2022
Sinopsis de la revisión y/o actualización:	

PERFIL DESEABLE DEL DOCENTE:

Disciplina profesional:	Doctorado en Ciencias
Experiencia docente:	Experiencia profesional docente mínima de dos años en Complejidad y en programación preferentemente en Mathematica o Python.

ÍNDICE TEMÁTICO:

TEMA:	SUBTEMA
1 Introducción a los Sistemas Complejos	1.1 ¿Física, biología o ciencias sociales? 1.2 Componentes de la física 1.2.1 La naturaleza de las fuerzas fundamentales 1.2.2 ¿Qué significa predictivo? 1.2.3 Mecánica estadística: predictibilidad sobre bases estocásticas 1.2.4 La evolución del concepto de predictibilidad en física 1.2.5 La física es analítica, los sistemas complejos son algorítmicos 1.2.6 ¿Qué son los sistemas complejos desde el punto de vista de la física? 1.3 Componentes de las ciencias de la vida 1.3.1 Química de pequeños sistemas 1.3.2 Las interacciones biológicas ocurren en redes, casi exclusivamente 1.3.3 Evolución 1.3.4 Adaptativo y robusto: el concepto del borde del caos



<p>2 Probabilidad y Procesos Aleatorios</p>	<p>2.1 Resumen 2.1.1 Conceptos y nociones básicas 2.1.2 Probabilidad e información 2.2 Probabilidad 2.2.1 Medidas básicas de probabilidad y axiomas de Kolmogorov</p>
<p>3 Escala</p>	<p>3.1 Resumen 3.1.1 Definición de escalado 3.2 Ejemplos de leyes de escala en sistemas estadísticos 3.2.1 Una nota sobre la notación para funciones de distribución 3.3 Orígenes del escalado 3.3.1 Criticidad 3.3.2 Criticidad autoorganizada 3.3.3 Procesos multiplicativos 3.3.4 Procesos preferenciales</p>



4 Redes	<ul style="list-style-type: none">4.2 Conceptos básicos de la red<ul style="list-style-type: none">4.2.1 ¿Redes o grafos?4.2.2 Nodos y enlaces4.2.3 Matriz de adyacencia de redes no dirigidas4.3 Medidas en redes<ul style="list-style-type: none">4.3.1 Grado de un nodo4.3.2 Caminando en redes4.3.3 Conectividad y componentes4.3.4 De las distancias en las redes a la centralidad4.3.5 Coeficiente de agrupamiento4.4 Redes aleatorias<ul style="list-style-type: none">4.4.1 Tres fuentes de aleatoriedad4.4.2 Redes Erdo"s-Rényi4.4.3 Transiciones de fase en Erdo"s-Rényi4.4.4 Espectros de valores propios de redes aleatorias4.5 Más allá de Erdo"s-Rényi: redes complejas<ul style="list-style-type: none">4.5.1 Redes generalizadas de Erdo"s-Rényi4.5.2 Modelo de superposición de redes4.5.3 Pequeños mundos4.5.4 Concentradores4.6 Comunidades<ul style="list-style-type: none">4.6.1 Partición de gráficos y cortes mínimos4.6.2 Agrupamiento jerárquico4.6.3 Agrupamiento divisivo en el algoritmo de Girvan-Newman4.6.4 Optimización de la modularidad4.7 Redes funcionales: análisis de redes de correlación<ul style="list-style-type: none">4.7.1 Construcción de redes de correlación4.7.2 Filtrado de la red de correlación4.8 Dinámica en y de las redes<ul style="list-style-type: none">4.8.1 Difusión en redes4.8.2 Difusión laplaciana en redes4.8.3 Centralidad del vector propio4.8.4 Prestigio de Katz4.8.5 PageRank4.8.6 Dinámica de contagio y propagación de epidemias4.8.7 Modelos de expansión coevolutivos: redes adaptativas4.8.8 Modelos simples de dinámica social
---------	--



SOMOS
ARTE, CIENCIA Y
DESARROLLO
CULTURAL



5 Procesos Evolutivos

5.1 Resumen

5.1.1 Ciencia de la evolución

5.1.2 La evolución como un proceso algorítmico de tres pasos

5.1.3 ¿Qué se puede esperar de una ciencia de la evolución?

5.2 Evidencia de dinámicas complejas en procesos evolutivos

5.2.1 Criticidad, equilibrios puntuados y abundancia de estadísticas de cola gorda.

5.2.2 Evidencia de coevolución combinatoria

5.3 De simples modelos de evolución a uno general algoritmo de evolución

5.3.1 Enfoques tradicionales de la evolución: el ecuación del replicador

5.3.2 Límites del enfoque tradicional

5.3.3 Hacia un algoritmo de evolución general

5.3.4 Algoritmo de evolución general

5.4 ¿Qué?

5.4.1 ¿Paisajes de fitness?

5.4.2 Modelos simples de paisaje de fitness

5.4.3 Dinámica evolutiva en paisajes de fitness



<p>6 Mecánica Estadística y Teoría de la Información para Sistemas Complejos</p>	<p>6 Mecánica Estadística y Teoría de la Información para Sistemas Complejos</p> <p>6.1 Resumen</p> <p>6.1.1 Las tres caras de la entropía</p> <p>6.2 Nociones clásicas de entropía para sistemas simples</p> <p>6.2.1 Entropía y física</p> <p>6.2.2 Entropía e información</p> <p>6.2.3 Entropía e inferencia estadística</p> <p>6.2.4 Límites del concepto de entropía clásica</p> <p>6.3 Entropía para sistemas complejos</p> <p>6.3.1 Los sistemas complejos violan la ergodicidad</p> <p>6.3.2 Axiomas de Shannon-Khinchin para sistemas complejos</p> <p>6.3.3 Entropía para sistemas complejos</p> <p>6.3.4 Casos especiales</p> <p>6.3.5 Clasificación de sistemas complejos en función de su entropía</p> <p>6.3.6 Funciones de distribución de la entropía de sistemas complejos</p> <p>6.3.7 Consecuencias para la entropía al renunciar a la ergodicidad</p> <p>6.3.8 Sistemas que violan más que el axioma de composición</p> <p>6.4 Entropía y espacio de fases para sistemas físicos complejos</p> <p>6.4.1 Requisito de extensividad</p> <p>6.4.2 Volumen y entropía del espacio de fase</p> <p>6.4.3 Algunos ejemplos</p> <p>6.4.4 ¿Qué implica el crecimiento del espacio</p>
--	--

BIBLIOGRAFIA

<p>Principal:</p>	<p>1. Stefan Thurner, Rudolf Hanel, and Peter Klimek, <i>Introduction to the Theory of Complex Systems</i>, Oxford University Press. First Edition published in 2018</p>
<p>Enlaces digitales:</p>	<p>1. https://necsi.eduhttp://complexitycalculator.com</p> <p>2. http://c3.unam.mx</p>
<p>Complementaria:</p>	<p>1. Complexity: A Guided Tour Pasta dura – Ilustrado, 1 abril 2009 Edición Inglés por Profesor Asociado de Informática e Ingeniería Ogi School of Science and Engineering Melanie Mitchel (Autor)</p>

PLANEACIÓN EDUCACIONAL:



<p>Competencias generales:</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión.2. Capacidad de investigación.3. Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.4. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.5. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.6. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.7. Desarrollar habilidades de programación.8. Adquirir hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.
<p>Competencias específicas:</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Plantear, analizar, y resolver problemas físicos, tanto teóricos como computacionales, mediante la utilización de la nueva teoría.2. Aplicar el conocimiento teórico de la física a la computación.3. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos de la física y computación.4. Construir y desarrollar argumentaciones validas, identificando hipótesis y conclusiones.5. Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.6. Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades específicas.7. Buscar, interpretar y utilizar literatura científica.



SOMOS
ARTE, CIENCIA Y
DESARROLLO
CULTURAL



CONTRIBUCIÓN AL PERFIL DE EGRESO:

CONOCIMIENTO:	HABILIDADES:	VALORES:
<p>Tener una comprensión profunda de los conceptos, métodos y nuevo principios fundamentales de la complejidad. Conocer y saber aplicar las técnicas novedosas de la computación.</p> <p>Las metodologías básicas para la indagación y el descubrimiento en procesos de investigación.</p>	<p>Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias. Operar, programar códigos para modelar sistemas físicos, biológicos y sociales.</p> <p>Adquirir habilidades sobre los procesos de aprendizaje y autorregularlos para desarrollar la capacidad de aprender por sí mismo.</p>	<p>Tener hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.</p> <p>Actuar con responsabilidad, honradez y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad y justicia.</p> <p>Mostrar tolerancia en su entorno social, aceptando la diversidad cultural, étnica y humana.</p> <p>Desarrollar un mayor interés por aquellos problemas cuya solución sea de beneficio social y el medio ambiente</p>



ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS:

Estrategias de enseñanza:	Estrategias de aprendizaje:
<ul style="list-style-type: none"> ● El docente explicará la teoría y presentará ejemplos en las clases presenciales o virtuales. ● El docente presentara los procedimientos y métodos típicos para la Física-computacional. ● Motivaré a los estudiantes para trabajar de manera individual y en equipo. ● Sesiones de trabajo de programación individual o grupal ● Discusión de preguntas y problemas en clase. 	<ul style="list-style-type: none"> ● El alumno asistirá al menos a un 80% de las clases principales o virtuales impartidas. ● El alumno asistirá al menos a un 80% de las clases prácticas impartidas. ● El estudiante trabajará en forma individual o por equipo en la comprensión de conceptos y la resolución de problemas. ● El estudiante desarrollará mapas conceptuales y mentales de los temas revisados ● El estudiante contestará preguntas o resolverá códigos individualmente para exponer en clase y discutir con sus compañeros. ● Asistirá a asesorías para resolver dudas

PROPUESTA DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

Criterio de evaluación:	Porcentaje:
Tareas y trabajos de investigación	40%
Exposiciones	10%
Participación en clase	10%
Proyecto Final	40%