

SISTEMAS COMPLEJOS (FIS-308)

Docente: Marcelo Ramírez

Gestión: II/2022

OBJETIVO GENERAL: El curso tiene como meta principal consolidar los conceptos concernientes a la Dinámica No Lineal y además desarrollar las habilidades informáticas de los estudiantes de manera que sean capaces de encarar la resolución de problemas ligados a Dinámica No Lineal o Sistemas Complejos utilizando las herramientas de programación con las cuales ellos están familiarizados. En este sentido, los proyectos computacionales propuestos en la materia serán un primer desafío a la capacidad investigativa de los estudiantes.

El curso se centrará en los aspectos fundamentales del estudio de los Sistemas Complejos: ecuaciones en diferencias finitas, redes complejas y autómatas celulares, fractales y ecuaciones diferenciales, dando énfasis en los aspectos prácticos y de aplicación de estos tópicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Un adecuado avance de la materia por parte del docente complementada con un seguimiento sistemático de los estudiantes permitirá que los mismos puedan:

- Consolidar sus conocimientos de la teoría del caos.
- Percibir la importancia de los sistemas espacialmente distribuidos y aspectos ligados a los mismos tales como la inestabilidad de Turing y la formación de patrones.
- Tener una noción clara de lo que es un sistema dinámico, en particular un sistema no lineal.
- Comprender claramente la forma de realizar análisis de sistemas no lineales descritos ya sea por ecuaciones en diferencias o por ecuaciones diferenciales.
- Ser capaces de resolver numéricamente las ecuaciones que describen a sistemas dinámicos no lineales.
- Tener en claro el concepto de fractal y la forma en la que se estudian los mismos ya sea utilizando programas elaborados por los propios estudiantes o por software disponible gratuitamente.
- A través de su participación en las actividades ligadas al XX Curso Boliviano de Sistemas Complejos, tener una visión acerca de las actividades de investigación en Sistemas Complejos.
- Motivarse para poder desarrollar aplicaciones experimentales y/o numéricas para reforzar los aspectos netamente formales.
- Tener la capacidad de elaborar informes científicos de proyectos y poder defenderlos adecuadamente.

PROGRAMA ANALÍTICO

Capítulo I

DINÁMICA CAÓTICA

Herramientas de la teoría del caos. Caminos hacia el caos. Caos completamente desarrollado. Atractores extraños. Ejemplos de sistemas caóticos. Exponentes de Lyapunov.

Capítulo II

SISTEMAS ESPACIALMENTE DISTRIBUIDOS

Sistemas de reacción-difusión. Análisis de estabilidad lineal y de bifurcación para sistemas espacialmente distribuidos. Ecuación de Landau-Ginzburg.

Capítulo III ECUACIONES EN DIFERENCIAS FINITAS

Ecuaciones lineales y no lineales en diferencias finitas. Estados estacionarios y estabilidad. Casi periodicidad y caos.

Capítulo IV REDES COMPLEJAS Y AUTÓMATAS CELULARES

Ejemplos de redes complejas. Autómatas celulares: reglas y aplicaciones.

Capítulo V FRACTALES Y AUTO-SIMILARIDAD

Concepto de fractal. Dimensión fractal. Crecimiento fractal.

Capítulo VI ECUACIONES DIFERENCIALES

Ecuaciones diferenciales en una y dos dimensiones. Crecimiento y decaimiento Análisis de puntos fijos. El oscilador armónico. Trayectorias y flujos. Espacio de fases. Ciclos límites. Ecuaciones diferenciales acopladas.

EVALUACIÓN:

Dado el carácter práctico del curso, la evaluación estará basada en los proyectos computacionales que realicen los estudiantes y la defensa de los mismos. Durante el semestre, cada estudiante tendrá 3 proyectos. La nota de cada proyecto se dividirá entre la presentación escrita (código del programa y un resumen de los resultados) del proyecto acabado (70%) y la defensa oral del mismo (30%). Se tomarán 2 exámenes parciales en los cuales, los estudiantes deberán mostrar sus capacidades de programación y su conocimiento de la teoría. El detalle de la evaluación es:

- 2 Exámenes parciales c/u 20%.....40%
- 3 proyectos computacionales c/u 10%30%
- Examen final.....30%

HORARIOS:

Martes 12:00 – 14:00 (Auditorio Planetario).
Jueves 12:00 – 14:00 (Auditorio Planetario).

PLANIFICACIÓN: La realización de las actividades contemplará la defensa sistemática de los proyectos computacionales que deben realizar los estudiantes.

Primer parcial.....Martes 11 de octubre.
Defensa primer proyecto.....Martes 18 de octubre
Defensa segundo proyecto.....Martes 8 de noviembre
Segundo parcial (*).....Jueves 24 de noviembre.
Defensa tercer proyecto.....Jueves 1 de diciembre
Recuperatorio(**).....Martes 6 de diciembre
Examen final.....Jueves 8 de diciembre

(*) Los aspectos más relevantes de los proyectos también pueden ser sujeto de preguntas en los exámenes.

(**) El recuperatorio es de toda la materia avanzada, incluyendo la temática de los proyectos.

CRONOGRAMA DE AVANCE DE MATERIAS

Mes/Capítulo	1	2	3	4	5	6
Agosto						
Septiembre						
Octubre						
Noviembre						

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad/Mes	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inicio de clases	9				
XX Curso Boliviano de Sistemas Comp		26-30			
Primer parcial			11		
Defensa primer proyecto			18		
Defensa segundo proyecto				8	
Segundo parcial				24	
Defensa tercer proyecto				30	1
Recuperatorio					6
Examen final					8
Entrega de notas					13

BIBLIOGRAFÍA:

- *Introduction to Nonlinear Science* .G. Nicolis. Cambridge University Press, 1995.
- *Nonlinear Dynamics and Chaos*. S. H. Strogatz. Addison-Wesley, 1994.
- *Self-Organized Criticality*. H. J. Jensen. Cambridge University Press, 1998.
- *Nonlinear Dynamics and Chaos: Where do we go from here*. J. Hogan, A. Champneys, B. Krauskopf, M. di Bernardo, E. Wilson, H. Osinga and M. Homer, eds. Institute of Physics Publishing, 2003.
- *Numerical Methods using MATLAB*. J. H. Mathews and K. D. Fink. Prentice Hall, 1999.
- *Artículos de diferentes revistas*: Physical Review Letters, Physical Review E, Physica D, International Journal of Bifurcation & Chaos, etc.
- *Numerical Recipes (FORTRAN, C)*.