

INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DEL CAOS (FIS-309)

Docente: Marcelo Ramírez

Gestión: I/2020

OBJETIVOS GENERALES: La presente asignatura pretende:

- Revisar los conceptos de la mecánica clásica y las limitaciones de los mismos de manera que el estudiante perciba la importancia de la dinámica no lineal.
- Mostrar lo vasta que puede ser la dinámica no lineal al abordar problemas en diferentes ramas de la ciencia.
- Introducir a los estudiantes al formalismo de la dinámica no lineal enfatizando en la importancia del análisis de estabilidad lineal.
- Encarar el estudio de sistemas que pueden conducir al caos, adquiriendo las herramientas formales del análisis de bifurcación.
- Introducir formalmente al estudiante al estudio de sistemas caóticos utilizando para ello herramientas tales como el mapa de Poincaré, la dimensión fractal y los exponentes de Lyapunov.
- Hacer una revisión de los sistemas dinámicos más populares tales como la aplicación logística, el modelo de Lorenz y el modelo de Rössler.
- Que el estudiante se interese en la investigación tanto experimental, teórica como numérica de fenómenos no lineales de diversa índole.

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

- Establecer claramente las diferencias entre sistemas lineales y no lineales.
- Utilizar las herramientas matemáticas aprendidas en los cursos de tercer semestre, principalmente, ecuaciones diferenciales, cálculo vectorial y tensorial, así como cálculo numérico.
- Tener una noción clara de lo que es un sistema dinámico, en particular un sistema no lineal.
- Comprender claramente la forma de realizar un análisis de estabilidad lineal y su importancia para describir el comportamiento de un sistema dinámico no lineal.
- Ser capaces de realizar un análisis de bifurcación y de reconocer los diferentes tipos de bifurcación que pueden presentarse en sistemas dinámicos no lineales.
- Tener en claro el concepto de fractal y de dimensión fractal en relación a aspectos tales como la invarianza de escala.
- Comprender los aspectos más importantes del caos determinista y la determinación de caos en sistemas dinámicos no lineales.
- Entender cómo ocurren las rutas al caos.
- Calcular diferentes cantidades que caracterizan a los sistemas caóticos, tales como constantes de Feigenbaum, exponentes de Lyapunov, dimensión de un atractor extraño, mapas de Poincaré, etc.
- Describir apropiadamente un mapa logístico y otros sistemas caóticos discretos y continuos.
- Darse cuenta de la importancia de los conceptos ligados al caos clásico.
- Motivarse para poder desarrollar aplicaciones experimentales y/o numéricas para reforzar los aspectos netamente formales.

PROGRAMA ANALÍTICO

Capítulo I INTRODUCCIÓN

El por qué de la ciencia no lineal. Aspectos históricos. Ejemplos de sistemas no lineales en Física, Química y Biología.

Capítulo II ALGUNAS BASES FÍSICO-MATEMÁTICAS

Físicas microscópica y macroscópica: Mecánica Clásica y de Fluidos. Variables conservativas y no conservativas. El espacio de fases. Sistemas conservativos y disipativos. Atractores.

Capítulo III ESTABILIDAD LINEAL

Estabilidad. El principio de estabilidad lineal. Ejemplos de análisis de estabilidad lineal para sistemas con una, dos, tres y más variables.

Capítulo IV ANÁLISIS DE BIFURCACIÓN

Métodos perturbativos: Desarrollo perturbativo multiescala. Bifurcación transcítica. Bifurcación de la horca (pitchfork). Bifurcación punto límite. Bifurcación de Hopf. Bifurcación en cascada.

Capítulo V DINÁMICA CAÓTICA

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

EVALUACIÓN:

- 2 exámenes parciales (*) 25% c/u50%
- Examen final.....30%
- Seminario.....20%

(*) La materia para los exámenes parciales es acumulativa

HORARIOS:

Martes y jueves 12:00 – 14:00 (Sala audiovisual 1 AV1).

PLANIFICACIÓN: Las actividades están planificadas de acuerdo al siguiente cronograma:

- Primer parcial.....martes 21 de abril.
- Segundo parcial.....martes 9 de junio.
- Seminario (+).....jueves 11 de junio.
- Recuperatorio (*)......martes 16 de junio.
- Examen final.....jueves 18 de junio.
- Entrega de notas.....viernes 19 de junio.

(*) El recuperatorio reemplaza la nota de uno de los parciales y es de toda la materia avanzada.

(+) El seminario será de temas de actualidad de Dinámica No Lineal y/o complementarios al curso, debiendo ser presentado en forma escrita y defendido oralmente (de preferencia en idioma inglés).

CRONOGRAMA DE AVANCE DE MATERIA

Mes/Capítulo	1	2	3	4	5
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad/Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Inicio de gestión	11				
Meeting on Collective Animal Behaviour		16-27			
Primer parcial			21		
Segundo parcial					9
Seminario					11
Recuperatorio					16
Examen final					18
Entrega de notas					19

BIBLIOGRAFÍA:

- *Introduction to Nonlinear Science*. G. Nicolis. Cambridge University Press, 1995.
- *Nonlinear Dynamics and Chaos*. S. H. Strogatz. Addison-Wesley, 1994.
- *Understanding Nonlinear Dynamics*. D. Kaplan & L. Glass. Springer-Verlag, 1995.
- *Artículos de diferentes revistas*: Physical Review Letters, Physical Review E, Physica D, International Journal of Bifurcation & Chaos, etc.

La Paz, 11 de febrero de 2020