

INTRODUCCIÓN A LA DINÁMICA NO LINEAL

Docente: Marcelo Ramírez

Gestión: I/09

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 de fenómenos no lineales de diversa índole.

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:

- 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 y proyecto.....20%

(*) La materia para los exámenes parciales es acumulativa

HORARIOS:

Martes y Jueves 12:00 – 14:00 (Aula 32).

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

- Primer parcial.....jueves 14 de abril.
- Segundo parcial.....jueves 9 de junio.
- Seminario.....jueves 16 de junio.
- Defensa de proyectos.....jueves 23 de junio.
- Recuperatorio.....sábado 2 de julio
- Examen final.....martes 5 de julio (sujeto a rol de exámenes).

CRONOGRAMA DE AVANCE DE MATERIAS

Mes/Capítulo	Capítulo I	Capítulo II	Capítulo III	Capítulo IV	Capítulo V
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad/Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Inicio de gestión						
Primer parcial						
Segundo parcial						
Presentación de proyectos						
Defensa de seminarios						
Recuperatorio						
Examen final						

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.