

# **TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA TEÓRICA II:** **TÓPICOS MODERNOS DE DINÁMICA NO LINEAL Y** **SISTEMAS COMPLEJOS (FIS-403)**

Docente: Marcelo Ramírez

Gestión: I/12

**OBJETIVO GENERAL:** Este curso tiene como fin principal el de pulir los elementos de capacidad investigativa con la que cuentan los estudiantes de manera que ganen mayor confianza en lo que se refiere al abordaje de temas de investigación y su posterior reporte en forma de publicación científica con todo el rigor que se exige para estos trabajos. El curso se centrará en dos temas de enorme importancia en la actualidad que son: el fenómeno de la sincronización y la utilización de redes complejas, tópicos que constituirán el núcleo de todas las actividades durante

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** Dado que la materia constituye material de un curso de postgrado y teniendo en cuenta la base académica de los estudiantes, se pretende que los mismos sean capaces de:

- Asimilar de manera adecuada el formalismo de la Dinámica No Lineal.
- Tener una noción clara de lo que es un sistema dinámico, en particular un sistema no lineal.
- Tener una noción clara de lo que es un sistema dinámico, en particular un sistema no lineal.
- Ser capaces de resolver numéricamente las ecuaciones que describen a sistemas dinámicos no lineales.
- Aplicar la base de la Dinámica No Lineal para una comprensión adecuada de la sincronización y de las redes complejas.
- Comprender la importancia de los aspectos históricos ligados al fenómeno de sincronización.
- Tener nociones conceptuales del fenómeno de sincronización
- Comprender adecuadamente la teoría del caos y su relación con la sincronización en sistemas caóticos..
- Comprender claramente los conceptos de enganche de fase y período.
- Valorar la importancia del ruido tanto como medio perturbador como inductivo en lo que concierne a la sincronización.
- Poder dar una interpretación de las llamadas curvas de respuesta de fase y ver su importancia en la caracterización de un oscilador.
- Identificar las características más importantes entre diferentes tipos de osciladores y su relación con la sincronización.
- Tener en claro las diferentes topologías que pueden aparecer en una red compleja.
- Tener la capacidad de elaborar informes científicos de proyectos y poder defenderlos adecuadamente.

## ***PROGRAMA ANALÍTICO***

### **Capítulo I      REPASO DEL FORMALISMO DE LA DINÁMICA NO LINEAL**

Introducción. Análisis de estabilidad lineal. Bifurcaciones. 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.

## Capítulo II

## SINCRONIZACIÓN

Introducción: Aspectos históricos. Conceptos de base. Enganche de fase. Sincronización de osciladores periódicos. Dinámica de la fase. Análisis de la sincronización de dos osciladores. Tipos de sincronización. Influencia del ruido en la sincronización. Sincronización de osciladores caóticos. Poblaciones de osciladores mutuamente acoplados. Aplicaciones.

## Capítulo III

## REDES COMPLEJAS

Definición y medidas en redes complejas. Topologías en redes complejas. Sincronización en redes complejas. Aplicaciones.

### EVALUACIÓN:

Dado el carácter dirigido a la investigación del curso, la evaluación estará basada en los proyectos 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 (desarrollo matemático, 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:

- 3 proyectos c/u 25% .....75%
- Examen final.....25%

### HORARIOS:

Lunes 11:00 – 13:00 (Sala audiovisual).

Viernes 11:00 – 13:00 (Sala audiovisual).

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

Defensa primer proyecto.....Viernes 18 de mayo

Defensa segundo proyecto.....Viernes 15 de junio

Defensa tercer proyecto.....Lunes 9 de julio

Examen final .....Viernes 14 de julio

### CRONOGRAMA DE AVANCE DE MATERIAS

Mes/Capítulo	1	2	3
Abril			
Mayo			
Junio			
Julio			

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- *Synchronization: a universal concept in nonlinear sciences.* A. Pikovsky, M. Rosenblum and J. Kurths. Cambridge University Press. 2001.
- *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).*