

## Información general del curso

Programa al que pertenece	Maestría en Modelado y Simulación MM&S
Inicia	8 de agosto de 2019
Finaliza	28 de noviembre de 2019
Horario	Jueves de 7:00 pm - 10:00 pm <b>(Semanalmente)</b>
Intensidad Horaria	48 horas
Número de créditos	3 créditos

## Sistemas Dinámicos

Las variaciones en el tiempo de parámetros y de estados característicos de un sistema son un aspecto intrínseco a todos los fenómenos naturales, sociales (socioeconómicos) y de la ingeniería, constituyéndose en un aspecto fundamental de la realidad y, por ende, de los modelos matemáticos que buscan representarla.

La búsqueda de la caracterización, descripción, predicción, diseño y optimización en Ciencias e Ingeniería exige, por lo tanto, un estudio riguroso de los Sistemas Dinámicos, rama de la física matemática, que busca establecer la respuesta ante diferentes condiciones de entrada y las variaciones de los parámetros característicos que rigen un sistema y su entorno.

## Objetivos de aprendizaje

### Objetivo General

Esta asignatura ofrecerá al estudiante los conceptos básicos de los Sistemas Dinámicos y le permitirá identificar sistemas según tipos, las interacciones dentro y entre ellos y, principalmente, su evolución en el tiempo.

### Objetivos específicos

- Formular modelos e implementar algoritmos para predecir y visualizar el comportamiento, estados futuro
- Detectar la existencia de caos en el sistema, a través del conocimiento de las condiciones de iniciales y las leyes de evolución que lo gobiernan.

## Evaluación

Para evaluar el aprendizaje y rendimiento de los estudiantes se realizan dos exámenes parciales y un examen final. Cada uno de estos exámenes consiste en la resolución de problemas teórico-práctico. Se evaluará el proyecto desarrollado en clase, los laboratorios y, por último, los ejercicios y participación en clase.

Los porcentajes de cada uno de los aspectos se distribuye como sigue:

Examen Parcial 1 30%

Examen Parcial 2 30 %

Examen Parcial 3 (30%)

Laboratorios, Ejercicios y participación en clase (10%)

## Dinámica de clase/ Metodología

La asignatura tendrá un desarrollo teórico-práctico. Las horas teóricas se llevarán a cabo mediante clases magistrales dedicadas a presentar y dar soporte a los contenidos del programa y la resolución de problemas y ejercicios que permitan la asimilación y manipulación de los conceptos y métodos estudiados. Las horas prácticas serán distribuidas con al menos dos laboratorios por unidad, donde con un enfoque computacional se analizarán algunos ejercicios vistos con anterioridad en la clase teórica.

Se propondrá un proyecto de fin de curso específico según el área de interés y la formación profesional previa del estudiante, el cual se desarrollará de manera simultánea con las clases, con el fin de aplicar los conceptos teóricos y computacionales aprendidos.

## Cronograma del curso

### I. Sistemas dinámicos lineales

- Introducción: Caos, fractales, dinámica Historia de la dinámica
- Flujo Unidimensional: Descripción Geométrica: flujo, puntos fijos, estabilidad. el modelo logístico. Análisis de Estabilidad en 1D. Sistemas conservativos 1: Potenciales y gradientes.
- Flujos Unidimensionales Periódicos: Definiciones, oscilador uniforme y no uniforme. Ejemplos: El péndulo sobreamortiguado y las luciérnagas.
- Flujos 2D: Espacio de fase de sistemas lineales: Definiciones, y clasificación. Ejemplo: Líos amorosos

**II. Solución numérica de sistemas lineales**

- Solución analítica a través de transformaciones: Definiciones: Transformadas de Laplace y de Fourier. Propiedades de las transformadas de Laplace. Parejas de transformadas.
- Solución de EDO's mediante transformadas. Transformadas Inversas por Expansión de Fracciones Parciales
- Representación gráfica de problemas dinámicos: Modelos de caja negra y diagramas de bloques. Función de transferencia. Representación en variables de estado
- Aplicaciones en Simulink: Bases de la programación en Simulink. Función de transferencia trasladada a Simulink. Aplicación al oscilador uniforme y no uniforme

**III. Sistemas dinámicos no lineales unidimensionales:**

- Bifurcaciones: Tipos de Bifurcaciones. Ejemplos: Laser, Cuenta rotando en un aro.
- Bifurcaciones imperfectas y catástrofes. Ejemplo: Plaga de insectos.

**IV. Solución numérica de sistemas no lineales:**

- Técnicas de linealización de sistemas no lineales. Aplicación al péndulo. Métodos numéricos para sistemas no lineales.

**V. Sistemas no lineales y Caos**

- Flujos 2D: Espacio de fase de sistemas no-lineales. Retratos del espacio de fase. Existencia, unicidad y consecuencias topológicas. Puntos fijos y Linealización. Ejemplo: Modelo Lotka-Volterra. Sistemas Conservativos 2D. Ejemplo: El péndulo. Ciclos límites.
- Sistemas discretos, los mapas.
- Definiciones Ejemplo: el mapeo logístico. Trayectorias periódicas en Billares. Mapas: El mapa del Panadero, El Mapa del Gato. Exponentes de Lyapunov.
- Ecuaciones de Lorenz: Modelo: Un molino de agua caótico. Propiedades de las ecuaciones de Lorenz. Caos en un atractor extraño. Mapa de Lorenz.

## Bibliografía

1. GTC: H. Gould, J. Tobochnik, W. Christian, "An introduction to Computer Simulation Methods", Third Edition. Versión "open source physics", en :[1]
2. STR: Steven Strogatz, "Nonlinear Dynamics and Chaos". (Se encuentra en la biblioteca de la UJTL como recurso electrónico: [2])
3. OTT: E. Ott. "Chaos in Dynamical Systems". Cambridge University Press. 1993.
4. GIO: Nicholas J. Giordano, "Computational Physics". Prentice Hall, 1997.
5. OGT: Katsuhiko Ogata, "Modern Control Engineering". Ed. Prentice Hall. 5 Edición. 2010.

6. M.W. Hirsh, S. Smale y R.L. Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems and an Introduction to Chaos, Elsevier Academic Press, London, 2004.
7. L. Perko, Differential equations and dynamical systems, Springer- Verlag, New York, 1991
8. Cátedra de Dinámica de los Sistemas Físicos. Sistemas dinámicos y modelos matemáticos. FCEIA–UNR. [www.fceia.unr.edu.ar/dsf](http://www.fceia.unr.edu.ar/dsf), 2001.