UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-182-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Estudio computacional de sistemas dinámicos caóticos: de mapas unidimensionales a modelos continuos

Descripción general (resumen y metodología):

Resumen:

En este Trabajo de Fin de Grado se llevará a cabo un estudio de diversos sistemas dinámicos caóticos desde una perspectiva principalmente computacional. Se abordarán modelos de complejidad creciente, comenzando por mapas unidimensionales sencillos, como el logístico y el tent map, que permitirán introducir conceptos fundamentales del caos determinista, tales como la sensibilidad a las condiciones iniciales, la existencia de atractores extraños o la cuantificación del caos mediante exponentes de Lyapunov. Posteriormente, se analizarán sistemas continuos como el modelo de Lorenz y el péndulo forzado amortiguado, que representan ejemplos clásicos de caos en sistemas físicos reales. El objetivo será comprender cómo emergen comportamientos caóticos en sistemas no lineales y cómo pueden caracterizarse mediante simulaciones numéricas.

Metodología:

La metodología combinará el análisis teórico de los distintos modelos con un estudio computacional detallado. Para cada sistema se diseñarán simulaciones que permitan observar su evolución temporal, representar diagramas de bifurcaciones, calcular exponentes de Lyapunov y visualizar trayectorias en el espacio de fases. Se prestará especial atención a la exploración del espacio de parámetros y a la transición entre regímenes regulares y caóticos. A través de representaciones gráficas y análisis cuantitativos, se pondrá de manifiesto cómo los distintos sistemas exhiben comportamientos caóticos y qué herramientas permiten identificarlos. El enfoque será progresivo, de modo que cada sección construya sobre la anterior, facilitando una comprensión gradual de la dinámica caótica desde los casos más simples hasta los más complejos.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

1. Comprender los fundamentos teóricos del caos determinista mediante el estudio de modelos dinámicos simples y no lineales.
2. Explorar la transición del comportamiento regular al caótico en sistemas dinámicos discretos y continuos a través del análisis de bifurcaciones y atractores.
3. Aplicar herramientas computacionales para simular y visualizar la evolución temporal y el espacio de fases de distintos sistemas caóticos.
4. Calcular e interpretar cuantitativamente indicadores del caos, como los exponentes de Lyapunov, para caracterizar la sensibilidad a las condiciones iniciales.
5. Comparar diferentes sistemas caóticos en cuanto a su estructura dinámica, tipo de atractores y dependencia respecto a los parámetros del modelo.

Bibliografía básica:

1. Strogatz, Steven H. (2015). Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering (2nd ed.). Westview Press.
2. Alligood, Kathleen T., Sauer, Tim D., & Yorke, James A. (1996). Chaos: An Introduction to Dynamical Systems. Springer.

3. Hilborn, Robert C. (2000). Chaos and Nonlinear Dynamics: An Introduction for Scientists and Engineers (2nd ed.). Oxford University Press.
4. Giordano, Nicholas J., & Nakanishi, Hisao. (2006). Computational Physics (2nd ed.). Pearson Prentice Hall.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: CARLOS PÉREZ ESPIGARES

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: carlosperez@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: ALEXANDER CHERNYKH ROHULSKA

Correo electrónico: alexchernykh@correo.ugr.es