

CAOS

TEORÍA Y ASPECTOS FUNDAMENTALES

Rosa María Benito Zafrilla
Catedrática de Universidad
Universidad Politécnica de Madrid

La Teoría del Caos representa un nuevo paradigma en la Ciencia, que explica cómo puede entenderse de una manera unificada la complejidad que aparece en los más diversos campos de la Ciencia (Astronomía, Física, Química, Biología, Matemáticas, Economía, etc.). El objetivo de este curso es introducir el concepto de caos determinista en sistemas dinámicos, presentando numerosos ejemplos y aplicaciones de sistemas con este tipo de comportamiento. También se presentará la geometría fractal como una poderosa herramienta para el análisis de diversos fenómenos complejos y que aporta modelos geométricos a numerosas estructuras naturales, así como explorar y buscar bases que nos ayuden a comprender mejor nuestro entorno. Durante el curso se utilizarán diversas simulaciones, que nos permiten realizar experimentos numéricos para descubrir el caos, conocer su estructura geométrica y generar diversos ejemplos de fractales.

Un resumen de los contenidos agrupados por temas viene dado por:

TEMA 1.- Introducción al caos determinista. Exponente de Lyapunov, Mapa de Bernoulli. El caos como la tercera revolución de la Física en el s. XX.

TEMA 2.- Caos en Ecología. Mapa Logístico. Puntos fijos y Estabilidad. Bifurcaciones. Rutas hacia el caos. Universalidad.

TEMA 3.- Caos en Meteorología. Efecto mariposa. Convección de Rayleigh-Benard. Modelo de Lorenz. Atractores extraños.

TEMA 4.- Fractales. Dimensión fractal. Ejemplos. Sistema de funciones iteradas. Mapa de Mandelbrot. Conjuntos de Julia.

TEMA 5.- Introducción a la Complejidad. Criticalidad autoorganizada. Redes complejas.

CHAOS THEORY AND FUNDAMENTAL ASPECTS

Chaos theory represents a new paradigm in science that can explain, in a unify way, the complexity in different fields of science (Astronomy, Physics, Chemistry, Biology, Mathematics, Economy, Sociology...). The aim of this course is to introduce the concept of deterministic chaos in dynamical systems by showing several examples and applications of this behaviour. Fractal geometry will be also introduced as a powerful tool to analyze complex phenomena. During the course several computer simulations will be used in order to unveil the chaos behaviour in different systems and find its underlying fractal structure.

Summary of topics:

- 1.- Introduction to deterministic chaos. Lyapunov exponent, Bernoulli map. Chaos as the third revolution of physics in twenty century.
- 2.- Chaos in Ecology. Logistic map. Fixed points and stability. Bifurcations. Routes to Chaos. Universality.
- 3.- Chaos in Meteorology. Butterfly effect. Rayleigh-Benard convection. Lorenz's model. Strange Attractors.
- 4.- Fractals. Fractal dimension. Examples. Iterated function systems. Mandelbrot's map. Julia's set.
- 5.- Introduction to complexity. Self-organized criticality. Complex networks.

Bibliography

Books

- 1.- J. Gleick
Caos, la creación de una nueva ciencia
Seix Barral, 1987
- 2.- A.F. Rañada (ed.)
Orden y Caos
Libros de Investigación y Ciencia, Prensa Científica, 1990.
- 3.- D. Ruelle
Chance and Chaos
Princeton University Press
- 4.- E. N. Lorenz
La esencia del caos
Editorial Debate

5.- B.B. Mandelbrot
La geometría fractal de la Naturaleza
Tusquets, 1996

6.- K. Falconer
Fractal Geometry
John Wiley, Chichester, 1999.

Articles

- 1.- R.S. May, Nature 261, 459-467 (1976).
- 2.- J. Bascompte y P. Jordano, Investigación y Ciencia, Septiembre 2008.

Web sites

- 1.- http://www.cmp.caltech.edu/~mcc/Chaos_Course/Outline.html
- 2.- <http://chaosbook.org/>