Comparación del Tent Map en la Mancha Roja de Júpiter con los datos reales

Marta Pacheco, Antonia Carvajal y Carolina Díaz

A lo largo de los años el ser humano ha intentado entender la Mancha Roja de Júpiter, su comportamiento caótico y extraño cautiva generaciones de científicos. Pero ¿Se ha logrado entenderla? la verdad no, se conoce poco al respecto, debido que su conducta es distinta a la terrestre. Se sabe que la Mancha Roja de Júpiter es una enorme tormenta anticiclónica en su atmósfera, la más grande del Sistema Solar, que es una región persistente de alta presión y nubes. Se caracteriza por vientos de hasta 680 km en su borde y una duración que supera los 300 años. Si bien su tamaño puede parecer intimidante, se ha estado encogiendo a lo largo del tiempo, en un principio su diámetro era de 39,000 km y actualmente solo llega 14,000 km, una diferencia muy grande.

Marco Teórico

- x_n: estado del sistema en el paso n (normalizado entre 0 y 1)
- ***μ***: parámetro de control (típicamente $0 < \mu \leq 2$)
- **Para μ = 2**: caos completamente desarrollado
- **Forma de "carpa":** sube linealmente hasta 0.5, luego baja linealmente

El modelo elegido para este estudio es el Mapa de la Tienda de Campaña (Tent Map), un sistema dinámico discreto, unidimensional y por tramos lineal. Es un modelo ampliamente utilizado en la teoría del caos debido a su simplicidad matemática, ya que sus ecuaciones son lineales por tramos, pero su comportamiento dinámico es tan rico y complejo como el de otros modelos no lineales más conocidos, como el mapa logístico. A diferencia de este último, que es parabólico, el mapa de la tienda de campaña tiene una forma triangular o de "tienda de campaña" cuando se grafica.
Este modelo es fundamental para demostrar conceptos clave de los sistemas caóticos, como la sensibilidad a las condiciones iniciales, la bifurcación y la transición al caos.

El comportamiento esperado en una simulación varía en función del valor de μ:
μ < 1: Convergencia a un punto fijo (0). Las iteraciones del mapa se acercan progresivamente a 0, independientemente del valor inicial x0.
μ = 1: Convergencia a un punto fijo o comportamiento periódico simple.
1 < μ < 2: Comportamiento caótico para la mayoría de los valores iniciales. Las trayectorias no convergen a un punto fijo ni a un ciclo periódico simple, sino que exploran el intervalo [0, μ/2] de forma errática e impredecible a largo plazo.

μ = 2: Comportamiento caótico y distribución uniforme. En este punto, el sistema es completamente caótico y, tras un gran número de iteraciones, la distribución de los valores xn tiende a ser uniforme en el intervalo [0,1].
μ > 2: Escape o divergencia. La mayoría de las trayectorias salen del intervalo [0,1] y divergen (tienden a infinito negativo o positivo, dependiendo del intervalo exacto).