

Resumen del trabajo de tesis

A los efectos de estudiar la dinámica de, e.g. galaxias, sistemas planetarios u otros sistemas, es necesario contar con herramientas eficientes que la caractericen globalmente; esto es, que además de proveer información sobre la naturaleza del movimiento (regular o caótico), también permitan poner en evidencia otros aspectos relevantes que coadyuven a comprender los complejos procesos difusivos en el espacio de fases.

Existen muchos indicadores que permiten caracterizar la dinámica, por citar algunos pueden mencionarse los Exponentes Característicos de Lyapunov (*LCEs*), los análisis de frecuencias (e.g. el método de Binney y Spergel, el Mapa de Frecuencias de Laskar, *FMA*, y su variación implementada por Sidlichovský y Nesvorný), los indicadores desarrollados por Contopoulos, Froeschlé y otros más recientes como el Factor de Crecimiento Exponencial Medio entre Órbitas Cercanas (*MEGNO*). El *MEGNO*, es una técnica recientemente desarrollada y ha sido rápidamente adoptada por la comunidad, fundamentalmente para estudios de estabilidad de sistemas planetarios extrasolares, entre otros.

El objetivo de la investigación propuesta fue realizar un estudio comparativo de la eficiencia de diversos indicadores “rápidos”, dado que utilizan diferente información dinámica para su determinación.

Luego del Capítulo 2 donde se introducen las definiciones básicas sobre sistemas Hamiltonianos a las cuales recurriremos a lo largo del trabajo de tesis, además de los métodos a comparar, es en el tercer Capítulo del trabajo donde comenzamos con las comparaciones. Se utilizaron los resultados de Muzzio *et al.* (2005) donde los autores computan los tres *LCEs* para $3,472 \times 10^3$ órbitas en un potencial que modela una galaxia elíptica. Para dicho conjunto de órbitas se calculó el *MEGNO* para diferentes tiempos de integración y se analizaron estos resultados en términos comparativos con los *LCEs* calculados. Con el objetivo de alcanzar un mejor entendimiento del por qué ciertas órbitas mostraban valores diferentes de los indicadores se incorporó otra cantidad al estudio, asociada directamente con el Indicador Rápido de Lyapunov (*FLI*).

El trabajo anterior permitió sumar experiencia en cuanto al uso efectivo de los *LCEs*, como del *MEGNO* y del *FLI*. Sin embargo, hay una plétora de métodos en la literatura. Por consiguiente, resultó interesante agregar a los métodos mencionados otros usualmente utilizados. Entonces, en el Capítulo 4 al estudio comparativo de los *LCEs*, del *MEGNO* y del *FLI*, se agregaron el estudio de los Espectros Dinámicos de los Números de Dilatación Local, la correspondiente Distancia Espectral, el Índice Menor de Alineamiento (*SALI*) y el Indicador Relativo de Lyapunov. Los escenarios utilizados fueron una variante del mapa 4D simpléctico de Froeschlé (Froeschlé 1972) y otro mapa 4D compuesto por dos mapas estándar

acoplados, donde el proceso iterativo reduce notablemente los tiempos de cómputo.

El estudio prosiguió con el modelo simple de Hénon y Heiles (Hénon & Heiles 1964). De esta forma, se cambió el escenario a un flujo Hamiltoniano que involucra la integración de ecuaciones diferenciales, por lo que el tiempo de cómputo se convierte en una variable de peso dentro del análisis. Por otro lado, la elección de este sistema se basó no sólo en su simplicidad, sino también en que la mayoría de los indicadores utilizados, y en algunos casos hasta de forma exclusiva, fueron evaluados en dicho potencial. Además de los indicadores antes mencionados, se agregaron entonces, la componente Ortogonal del Indicador Rápido de Lyapunov, el cual es una mejora del *FLI* y el Índice General de Alineamiento, que constituye la generalización del *SALI* antes referenciado.

Hasta el momento se habían evaluado distintos indicadores de caos sobre escenarios de distinta naturaleza pero relativamente sencillos. Para finalizar se volvió sobre la complejidad del potencial del modelo de galaxia elíptica, en el Capítulo 5. Junto a algunos de los indicadores variacionales que se venían tratando, se agregaron a la comparación el Exponente Medio de Ley de Potencias y la componente Ortogonal del Indicador Rápido de Lyapunov de segundo orden. Por último, la comparación se efectuó no sólo entre los indicadores variacionales, sino que se compararon sus rendimientos con un indicador espectral como lo es la Transformada Modificada de Fourier en las Frecuencias (una variante del FMA mencionado al principio).

De esta manera, el presente trabajo de tesis intenta brindar una comparación exhaustiva de un conjunto heterogéneo de indicadores (variacionales y espectrales), en escenarios de variada diversidad.