

# DINÁMICA ORBITAL

## Evolución dinámica de cuerpos menores HTC, HTA y CENTAUROS

Autor: Prof. J. Gutiérrez (C.E.S. - C.E.T.P)  
Orientador: Dr. T. Gallardo (Facultad de Ciencias)

### Resumen

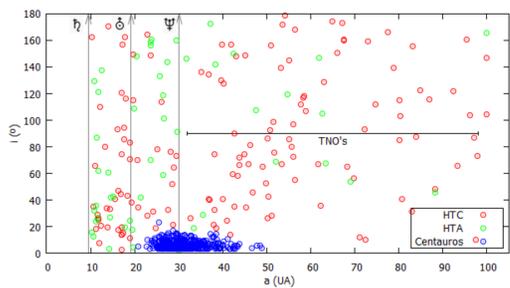
El objetivo de este trabajo consiste en estudiar el comportamiento dinámico de tres poblaciones de cuerpos menores: Cometas tipo Halley (HTC), Asteroides en órbitas tipo Halley (HTA) y Centauros. Se trabajó con poblaciones reales HTC y HTA (obtenidas de la base de datos de JPL) y una población ficticia para Centauros.

La metodología utilizada es la simulación de evolución orbital de estas tres poblaciones por integración numérica de las ecuaciones de movimiento de un sistema de N cuerpos masivos formado por los planetas Jovianos y el Sol más los asteroides y cometas asumidos como partículas sin masa. Se utilizó para esto el integrador EVORB 15 (de Brunini & Gallardo) con un tiempo de integración de 1 millón de años para las dos primeras poblaciones (HTC y HTA) y 50 millones de años para la tercera (Centauros).

A partir de los datos obtenidos se analiza la evolución dinámica de dichas poblaciones buscando: la existencia de vínculos dinámicos interpopulacionales, los productos finales de su evolución (Sungrazer, HTC, JFC, LPC, captura como satélite temporario o en resonancia, colisión) y sus rutas dinámicas.

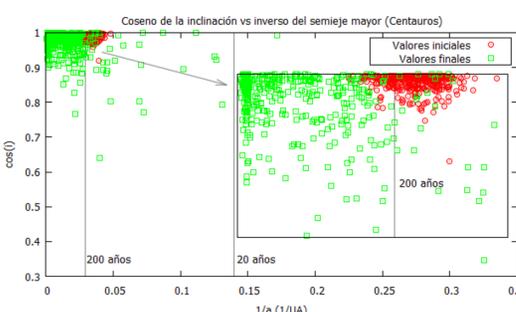
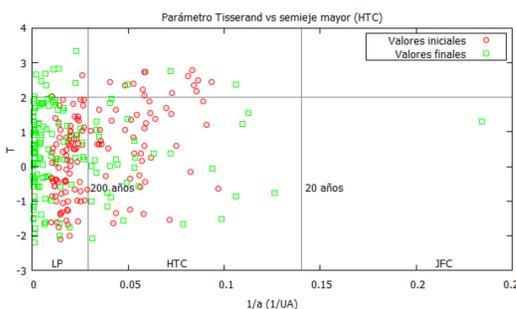
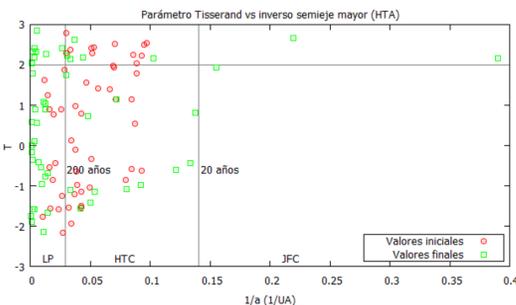
Como subproducto se presenta un breve análisis de la dinámica del asteroide 2012 DA14 así como un detalle de futuros encuentros de donde puede deducirse su memoria dinámica y probabilidad de colisión con nuestro planeta.

### Poblaciones analizadas



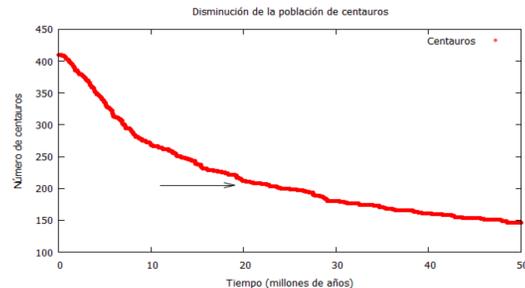
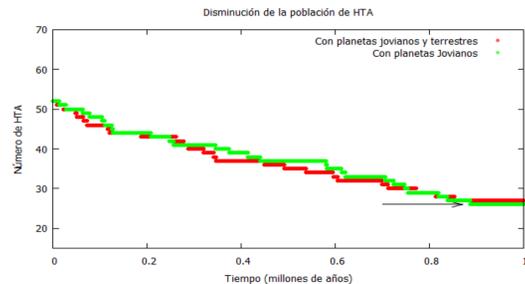
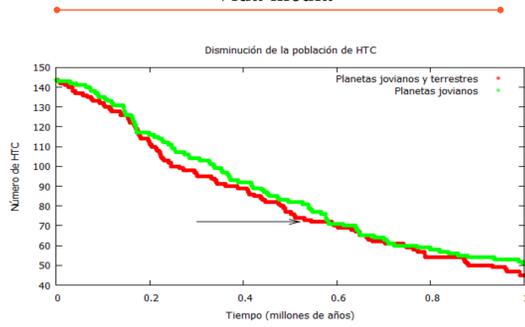
Distribución inicial de las poblaciones presentadas en un gráfico de inclinación en función del semieje mayor.

### Estados finales vs. iniciales



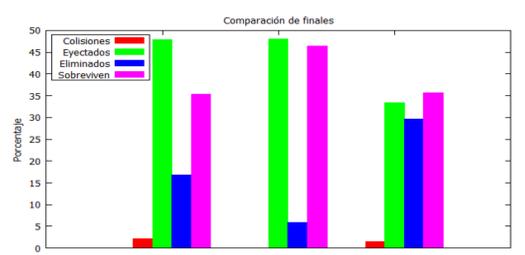
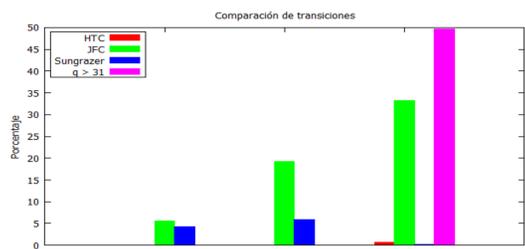
Comparación entre la distribución inicial (rojo) y final de las 3 poblaciones (verde).

### Vida media

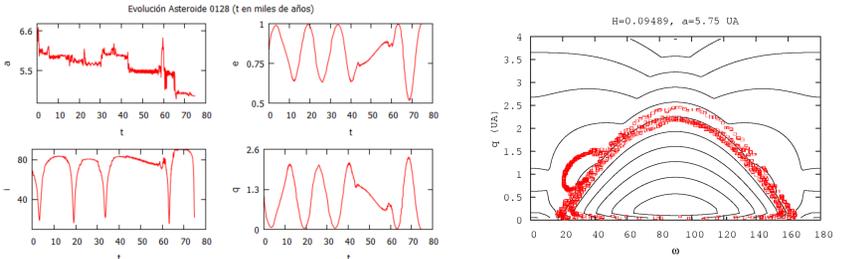
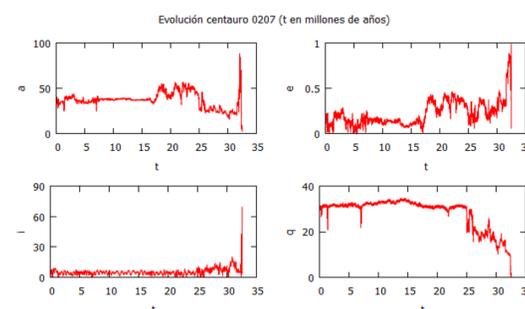
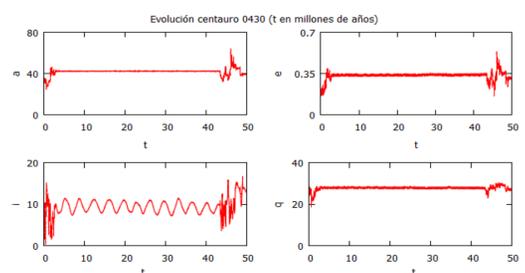


Disminución de las poblaciones durante la simulación de la evolución orbital. Para los HTC y HTA, el comparativo de integración con todos los planetas (rojo) y solo jovianos (verde) indican la escasa influencia de los planetas tipo terrestres en la evolución.

### Flujo entre poblaciones

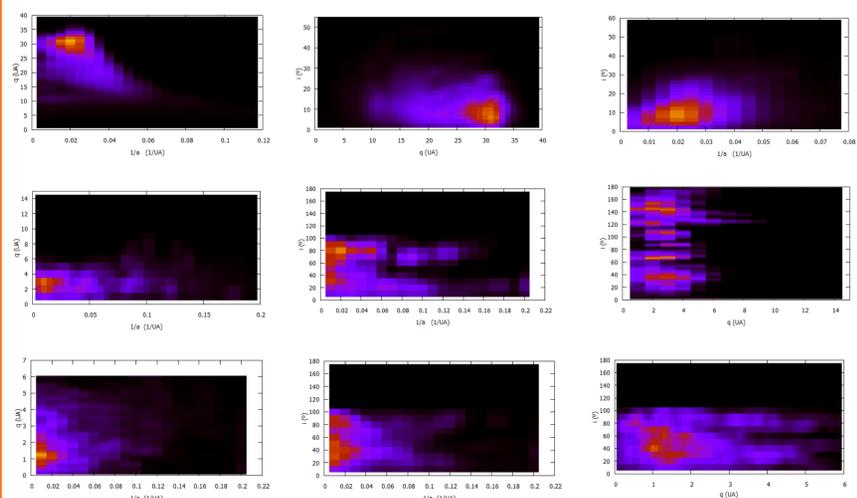


### Evoluciones orbitales



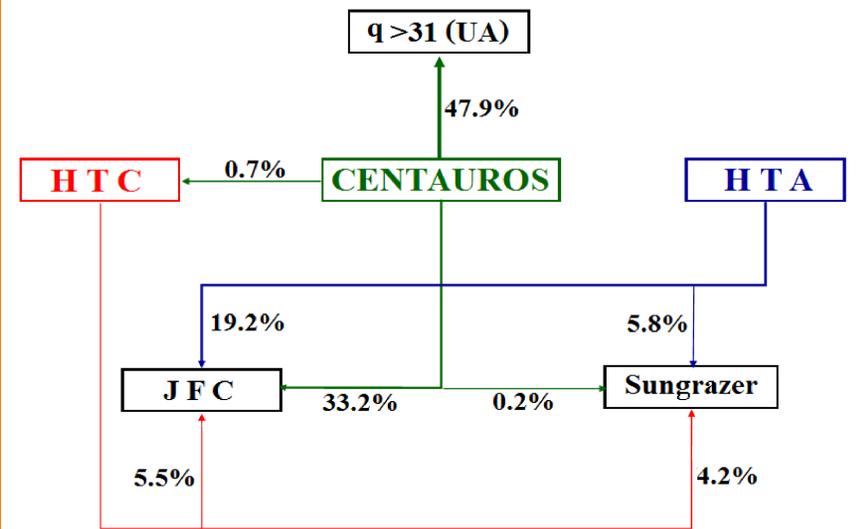
Evolución orbital para el caso de dos centauros, el primero en resonancia temporal 3:5 con Neptuno, y el segundo variando su perihelio de aproximadamente 31 UA hasta cero y el tercer caso un asteroide en evolución por Kozai.

### Estados predominantes



Estados a,q,i "preferidos" o más visitados por las tres poblaciones. En orden descendente se presentan los resultados obtenidos para Centauros, HTA y HTC respectivamente y el número de visitas es mayor en las zonas más claras.

### Movilidad entre poblaciones



**Conclusiones:** La evolución orbital de estas tres poblaciones analizadas se muestran en el diagrama superior, en él notamos que los Centauros evolucionan en mayor porcentaje a perihelios mayores de 31 UA "alejándose", pero también tienen una fuerte evolución a JFC. Por otra parte, los HTC y HTA son fuentes también de integrantes para los JFC's. El porcentaje de Centauros que llega al tipo Sungrazer es muy pequeño pero los porcentajes correspondientes de HTC y HTA son suficientemente grandes como para generar algunos cometas rasantes con el Sol. El análisis de los estados predominantes, indican una preferencia por distintos estados de las tres poblaciones y las regiones de coincidencia en el espacio de los elementos orbitales son bajas. Estos elementos a pesar de compartir un mismo espacio tienen "preferencias" diferentes, lo que nos permite concluir que las evoluciones en el espacio de elementos orbitales son en general diferentes para las 3 poblaciones.

### Agradecimientos

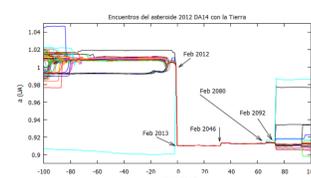
Al apoyo económico recibido por parte de ANII y Prociencia-ANEP. Al aporte académico recibido por la Facultad de Ciencias a través de su Departamento de Astronomía. A mi orientador, Dr. Tabaré Gallardo, por su dedicación, preocupación e invaluables aportes en todo al que hacer científico.

### Referencias y Bibliografía

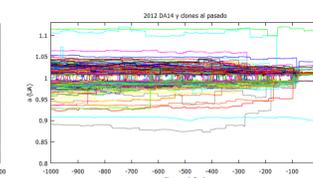
Comets, J. A. Fernandez, Springer 2005.  
Dynamics of Small Solar System Bodies and Exoplanets, J. Souchay y R. Dvorak, Springer 2010.  
Integrador EVORB, [www.fisica.edu.uy/~gallardo/evorb.html](http://www.fisica.edu.uy/~gallardo/evorb.html)  
JPL Small-Body Database Search Engine, [http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb\\_query.cgi](http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb_query.cgi)

## ASTEROIDE 2012 DA14

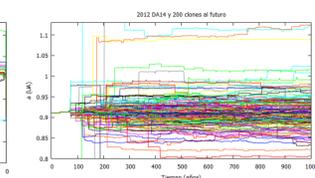
### Encuentros



### Memoria dinámica



### Frecuencia de colisión



La frecuencia de colisión de este asteroide con la Tierra que deducimos de la gráfica es de una cada 102 millones de años. Existen un total aproximado de 300 mil asteroides mayores o iguales al 2012 DA 14 cruzando la órbita terrestre, lo que aumenta la frecuencia a una cada 340 años.