

Seminario de Postgrado

EL ESPACIO TRANSNEPTUNIANO Clase 2

Letter: Duncan, M, Quinn, T, Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

Presentan los resultados de un conjunto de simulaciones numéricas sobre la dispersión de cometas por los planetas gigantes, para determinar si la fuente más probable de SPC es la nube de Oort o el Cinturón de Kuiper (como lo llama en este trabajo).

Letter: Duncan, M, Quinn, T, Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

Características de la distribución de elementos orbitales de los cometas con $P < 200$ años (cometas de corto período, SPC):

Letter: Duncan, M, Quinn, T, Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

Características de la distribución de elementos orbitales de los cometas con $P < 200$ años (cometas de corto período, SPC):

- La distribución tiene un fuerte exceso de cometas con $P < 15$ años.
- La mayoría tienen órbitas directas de baja inclinación.
- El argumento del perihelio w tiene picos en 0° y 180°

Letter: Duncan, M., Quinn, T., Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

Método

Siguen la evolución orbital de cometas sujetos a las perturbaciones de los 4 planetas gigantes hasta que el cometa es eyectado o se hace visible desde la Tierra ($q < 1,5$ UA).

Como la evolución desde una órbita que cruza Neptuno es muy lenta, entonces como la dispersión gravitatoria es un proceso de difusión, se incrementó la masa de los planetas en un factor μ para acelerar el proceso.

Esto cambia la tasa de evolución pero no las propiedades estadísticas finales (lo probaron usando 2 valores de μ). Incluso así las simulaciones tardaron varios meses.

Letter: Duncan, M, Quinn, T, Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

Resultados

Simulación 1:

diseñada para chequear la conclusión de Everhart (1972). Este autor argumentó que los SPC pueden evolucionar a partir de cometas en órbitas parabólicas con distribución de inclinación isotrópica mediante interacciones repetidas con Júpiter (demuestra esto mediante simulaciones numéricas).

Se tomaron condiciones iniciales como Everhart para comparar:

- $4 < q < 6$ UA
- Se consideró que los cometas eran visibles en $q < 2,5$ UA.
- Se siguió la evolución de 5000 cometas hasta eyección o visibilidad.

Letter: Duncan, M, Quinn, T, Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

Resultado: la distribución de a , e y i de los SPC visibles son inconsistentes con lo observado. En particular las inclinaciones son aprox preservadas.

Esto no concuerda con lo obtenido por Everhart (1972).



Conclusión: los SPC no provienen de la dispersión gravitatoria de cometas distribuidos isotrópicamente en órbitas casi parabólicas con q cerca de Júpiter.

Letter: Duncan, M, Quinn, T, Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

Simulación 2:

Los cometas de la Nube de Oort con perihelios grandes, hasta $q = 30$ UA serían dispersados hacia la zona visible ($q < 1,5$ UA) por acción de los planetas gigantes.

Se examinó la evolución de un conjunto de órbitas con distribución isotrópica de inclinaciones y perihelios uniformemente distribuidos en el rango: $20 < q < 30$ UA.

Se obtiene:

- distribución de a similar a la observada
- distribución de i inconsistente con la observada (demasiadas órbitas retrógradas).



Los SPC NO provienen de la Nube de Oort.

Letter: Duncan, M, Quinn, T, Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

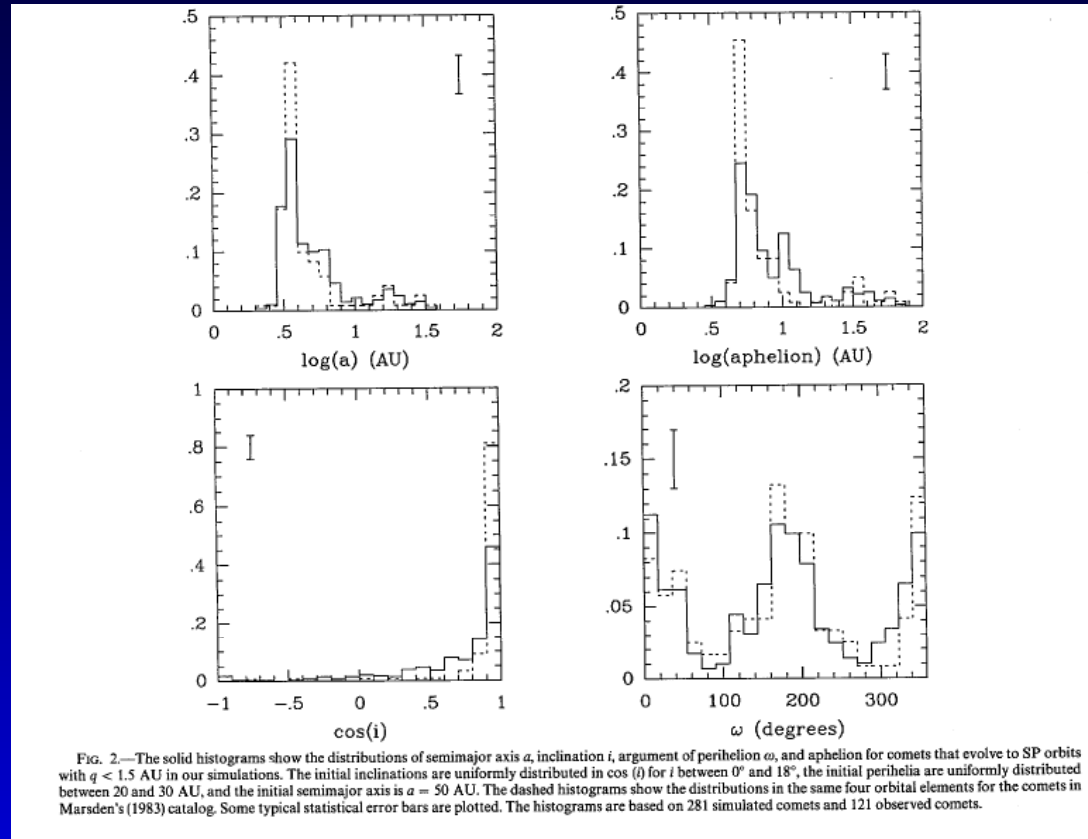
Simulación 3:

Analiza la posibilidad de que los cometas visibles provengan (mayormente) de un cinturón de bajas inclinaciones cerca de Neptuno.

- Se asume que existe algún mecanismo que perturba los cometas en el cinturón hacia órbitas que cruzan Neptuno y se sigue su evolución bajo la influencia de los planetas gigantes hasta que escapan o se hacen visibles.
- Se distribuye i uniformemente en $0^\circ < i < 18^\circ$
- Perihelio inicial uniformemente en $20 < q < 30$ UA, y el afelio inicial se fija en 50 UA.

Letter: Duncan, M, Quinn, T, Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

Distribución de a , i , w y Q de los cometas cuando $q < 1,5$ UA. Se compara con lo observado.



Pico en $a = 3$ UA para ambas distribuciones y un incremento cerca de Júpiter.

Distribución de afelio: gran pico cerca del a de Júpiter.

Distribuciones de inclinaciones similares.

Letter: Duncan, M, Quinn, T, Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

Discusión

- Se estima la masa mínima del reservorio de cometas: Se obtiene que la fracción de cruzadores de Neptuno es $\sim 0,17$ Si la tasa de producción cometas = 0.01 cometas por año (Fernández, 1985) y la masa media por cometa = $10^{17,5}$ gr,



Se requiere $\sim 0,02M_{\oplus}$ de cometas que cruzan Neptuno como para mantener un flujo estacionario de SPC.

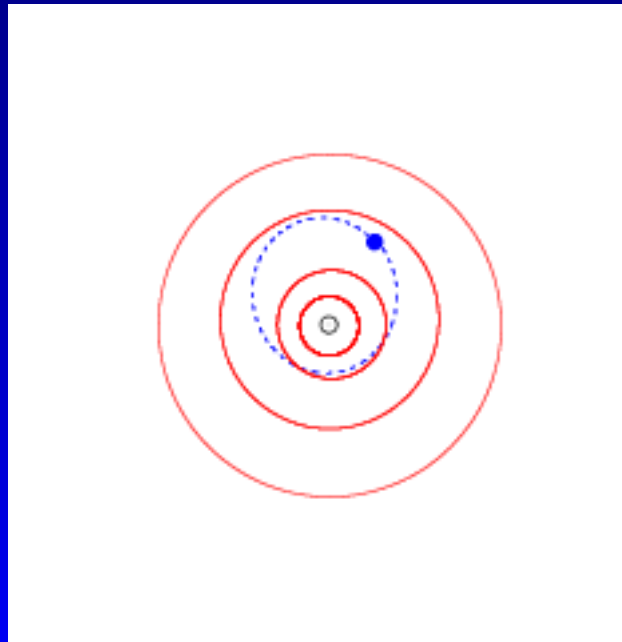
- El mecanismo que lleva los cometas a órbitas que cruzan Neptuno no es claro. Uno es el propuesto por Fernández (1980)
- Otra alternativa es que Neptuno es el único perturbador importante y gradualmente lleva a los cometas del cinturón hacia Urano.

Letter: Duncan, M, Quinn, T, Tremaine, S. (1988): The origin of short-period comets.

En síntesis, los SPC no se pueden producir por dispersión de los planetas de cometas de la Nube de Oort. La fuente de SPC más probable es un cinturón que llama Cinturón de Kuiper, conteniendo una fracción de la masa terrestre localizado en las partes externas del Sistema Solar.

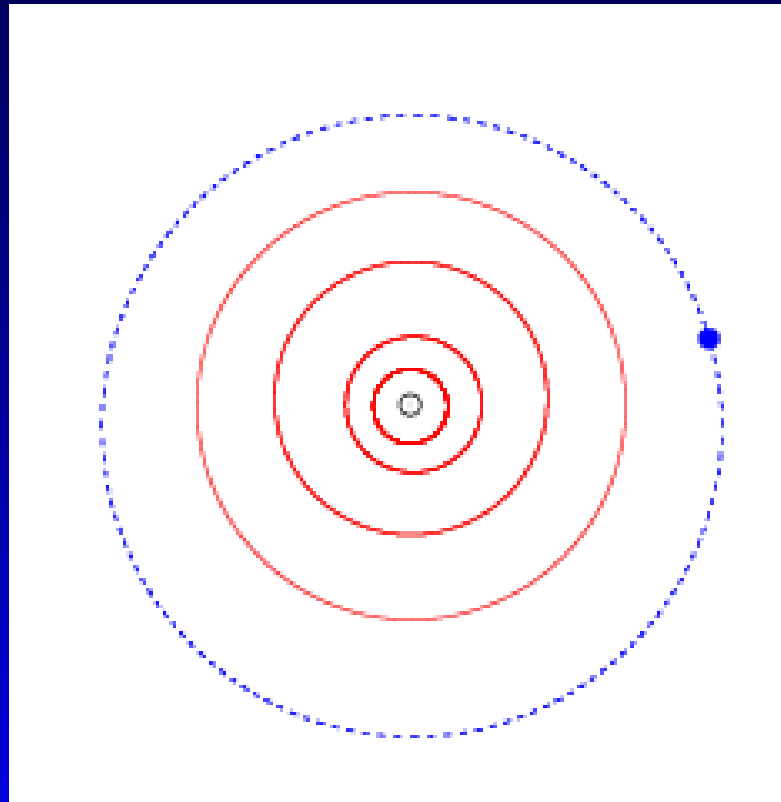
El descubrimiento

- La población transneptuniana permaneció como especulaciones teóricas por varias décadas.
- Varios surveys de búsqueda de TNOs con resultados negativos.
- En particular Charles Kowall realizó una búsqueda sistemática (por blinking) de pequeños cuerpos distantes entre 1976 y 1985 y descubrió Chirón (el primer Centauro).



El descubrimiento

- En 1992 David Jewitt y Jane Luu descubren el primer TNO, además de Plutón y Charón, 1992QB1, con el telescopio de 2.2 m de Mauna Kea, Hawaii.

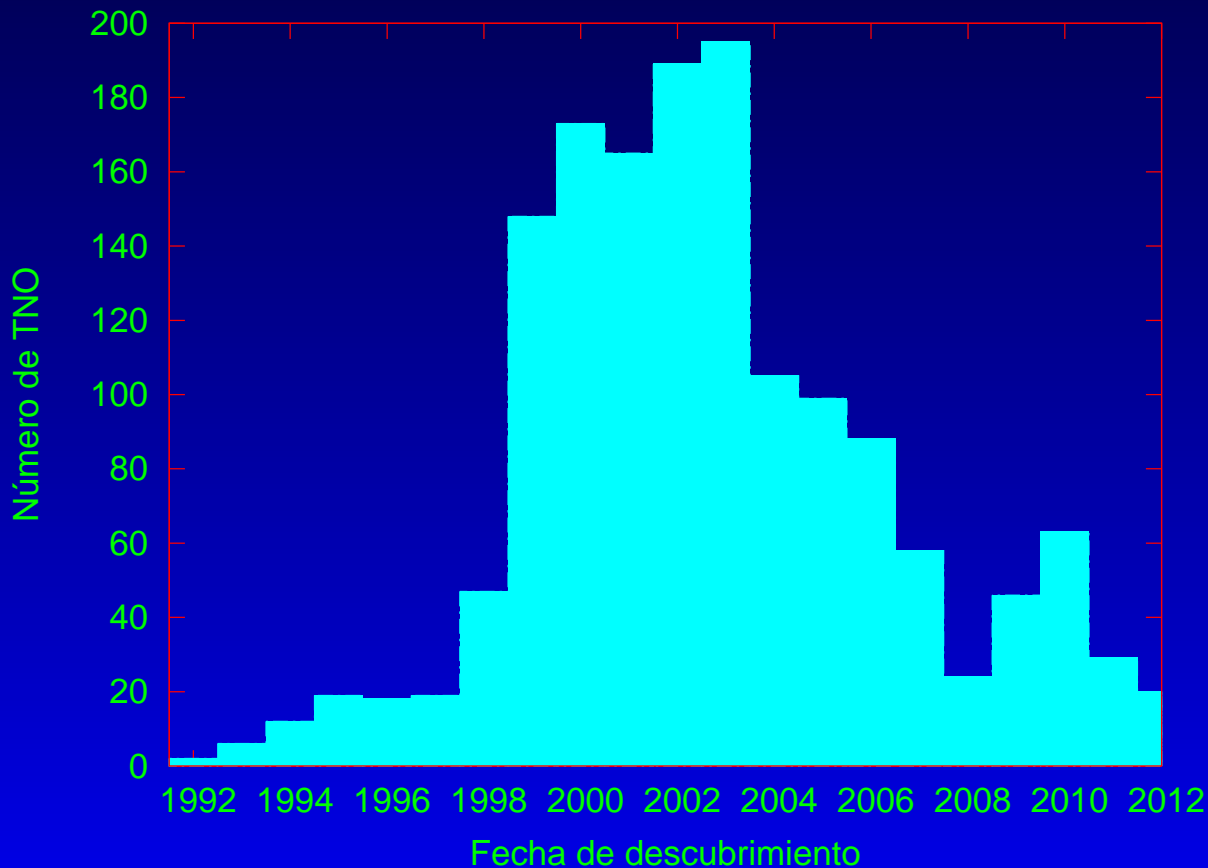


El descubrimiento

- En el momento de descubrimiento su distancia heliocéntrica era 41.2 UA
- Los elementos orbitales:
 - $a = 43,82$ UA
 - $e = 0,08$
 - $i = 2,21^\circ$,
- $m_R = 22,8$, lo cual para un albedo de 0.04 (típico de cometas), correspondería a un diámetro de ~ 250 km.

El descubrimiento

Unos meses después, el mismo equipo descubrió el segundo objeto: 1993 FW. Estos dos objetos fueron seguidos rápidamente por otros llegando a los 500 en 10 años. En la actualidad hay más de 1000.



El debate del nombre

- Duncan et al. 1988: “El Cinturón de Kuiper”, el nombre luego se adoptó.
- Bailey et al. (1990) hacen referencia al trabajo de Edgeworth
- Pero un compatriota de Edgeworth, John McFarland, es el que argumenta fuertemente en favor del reconocimiento del trabajo de Edgeworth : nombre : “Edgeworth-Kuiper Belt”
- Paul Weissman del JPL, reflexiona sobre el nombre. Sin embargo, lo llama Cinturón de Kuiper, porque en sus palabras: “este nombre ha estado en uso por varios años, y parecería confuso cambiarlo ahora”
- No existe una denominación oficial por la IAU. Es decir que el nombre queda a elección del usuario.
- En general se adoptará el nombre **Cinturón de Edgeworth-Kuiper o Cinturón transneptuniano y objetos transneptunianos (TNO)**, para los objetos más allá de Neptuno hasta algunos cientos de UA.

Descubrimiento y designación de nombres de cuerpos

menores

Existe una Comisión de la División III (Planetary Systems Sciences) de la IAU, encargada de la nomenclatura de los cuerpos pequeños integrada por unos 20 miembros.

Tiene la responsabilidad de asignar nombres con la autoridad de la IAU. La asignación de nombres está administrada por el MPC y el CBAT (Center Bureau for Astronomical Telegrams) bajo el guiado del comité.

El Minor Planet Center MPC opera en el Observatorio Astrofísico Smithsoniano (Cambridge, EEUU). Es responsable de la designación de nombres de cuerpos pequeños del Sistema Solar, Cometas y satélites naturales. Y es responsable del cálculo, chequeo y diseminación de las observaciones astrométricas y órbitas mediante las Circulares de pequeños cuerpos, el Minor Planet Circulars Orbit Supplement (MPO) (issued three to twelve times per year), the Minor Planet Circulars Supplement (MPS) (issued three or four times a month) and the Minor Planet Electronic Circulars (issued as necessary, generally at least once per day).

Descubrimiento y designación de nombres de cuerpos menores

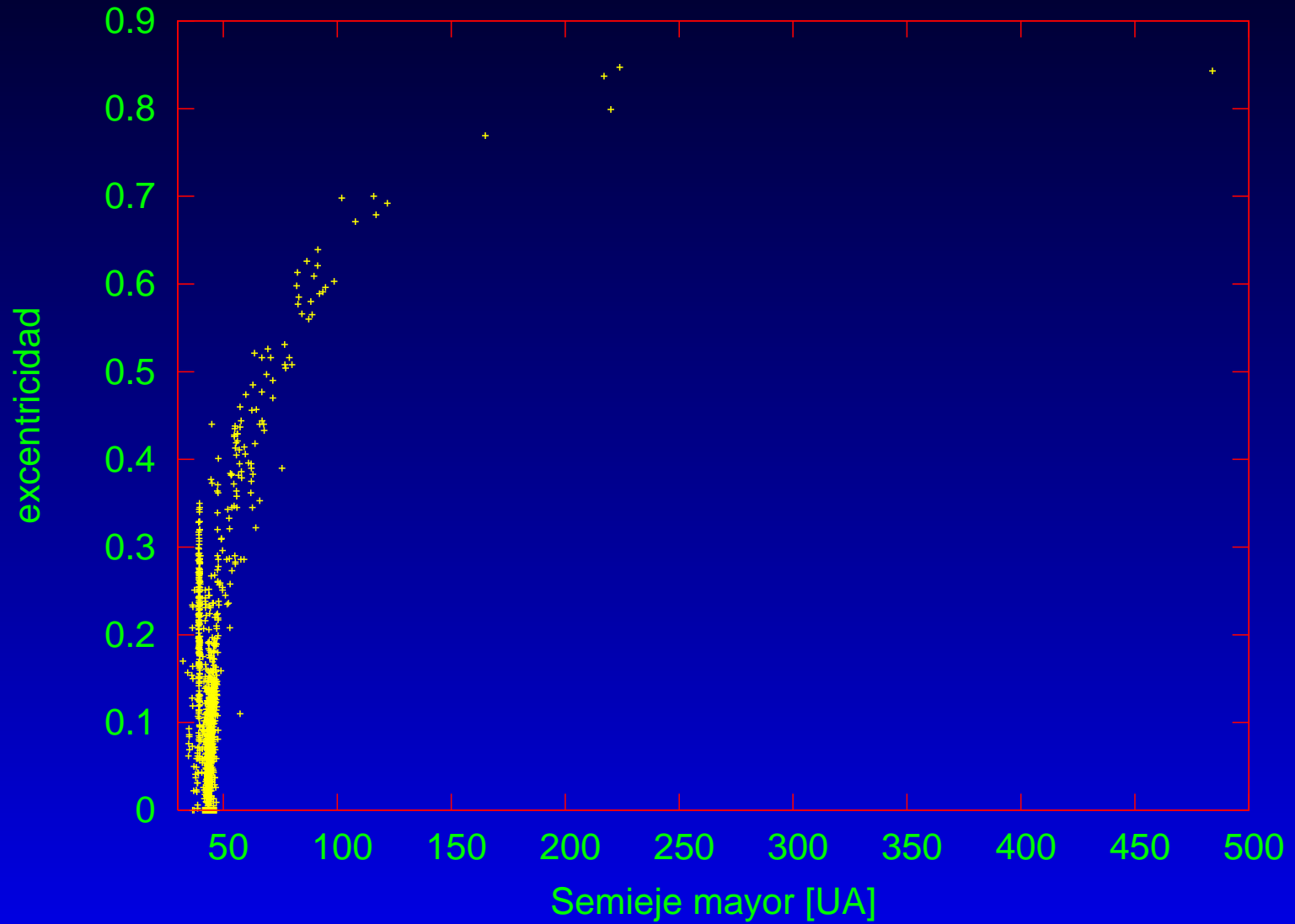
NOMBRES DE PEQUEÑOS CUERPOS.

- **Designación provisoria:** se les da cuando se descubren y son confirmados. Esta designación está basada en la fecha de descubrimiento a través de la siguiente fórmula:
 - 4 dígitos que indican el año,
 - una letra que indica la quincena del mes (A del 1 al 15 de enero, B del 16 al 31 de enero, etc.)
 - otra letra que indica el orden dentro de la quincena. Si hay más de 25 descubrimientos en una quincena, se comienza de nuevo con la secuencia de la segunda letra (A,B,C,...) y se le agrega un 1. Si hay más de 50 entonces se le agrega un 2, etc.

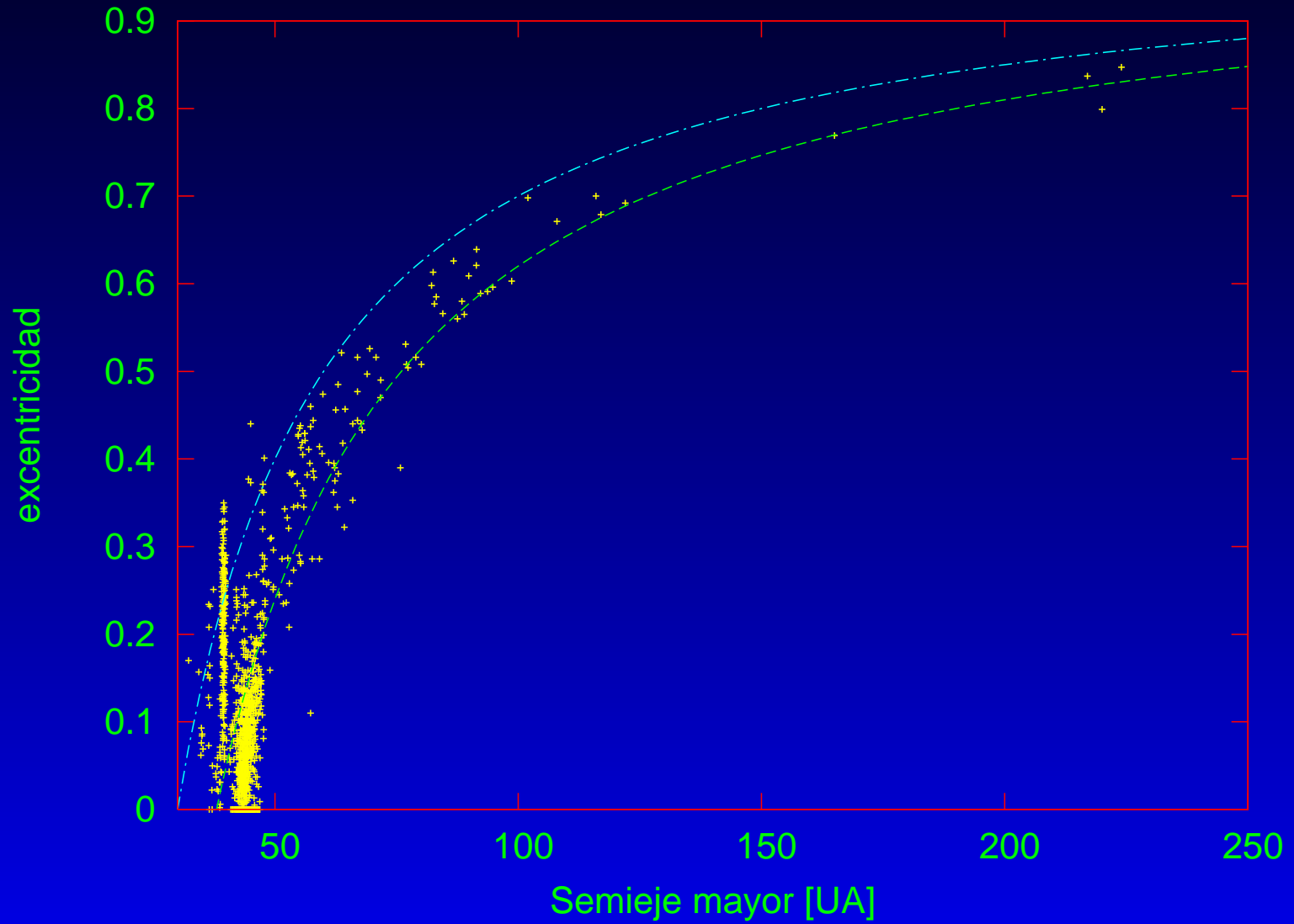
Descubrimiento y designación de nombres de cuerpos menores

- Designación permanente: Cuando la órbita está bien determinada, o sea que se puede predecir su posición en el futuro, el objeto recibe un número permanente (en general secuencialmente por el MPC) y se puede elegir un nombre.
- Nombre: Cuando un asteroide recibe una designación permanente se invita al descubridor del asteroide a sugerir un nombre. Los nombres deben ser aprobados por la comisión de nomenclatura de pequeños cuerpos. No pueden tener connotaciones políticas ni nombres comerciales

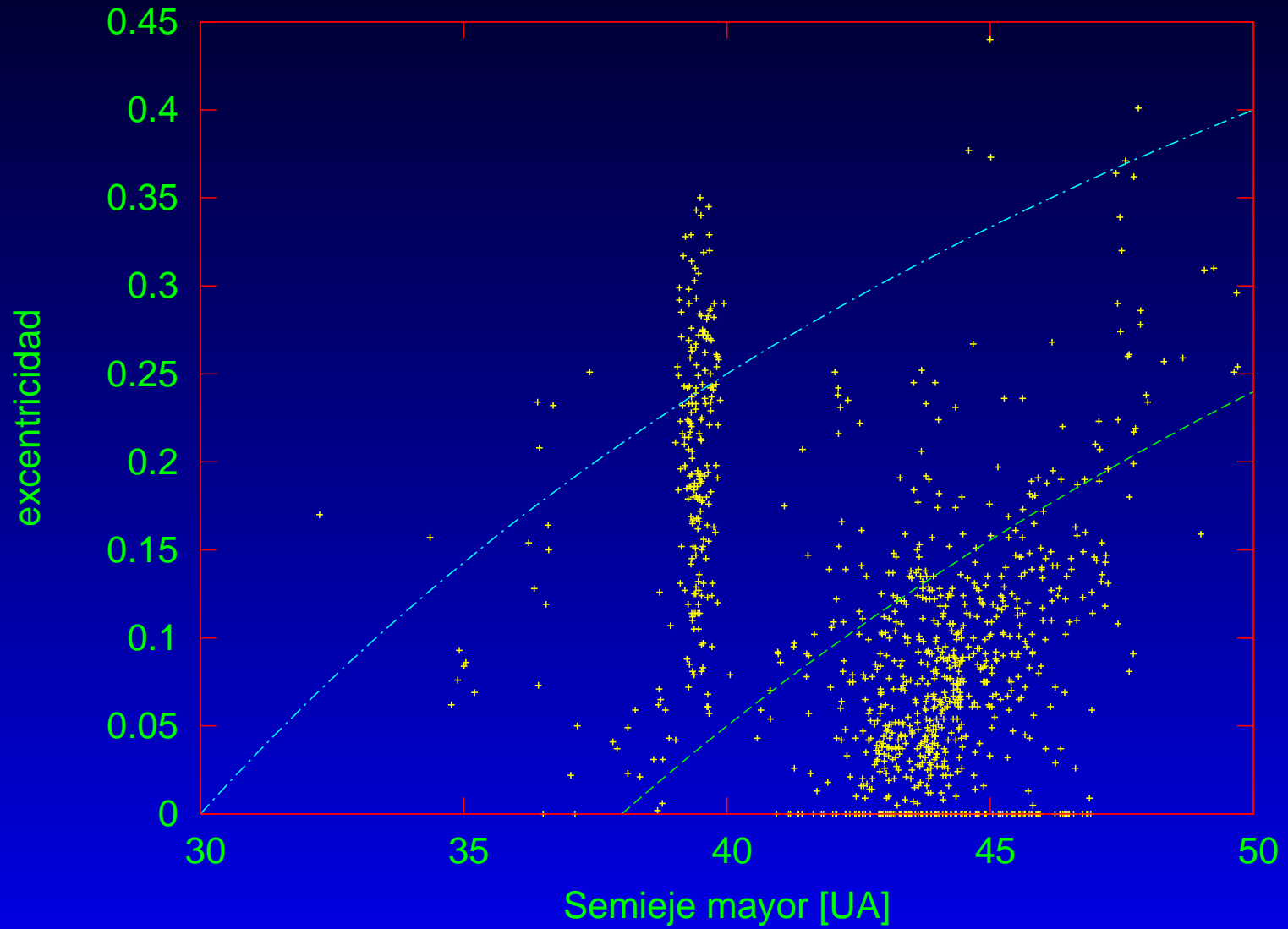
Estructura general de la región transneptuniana



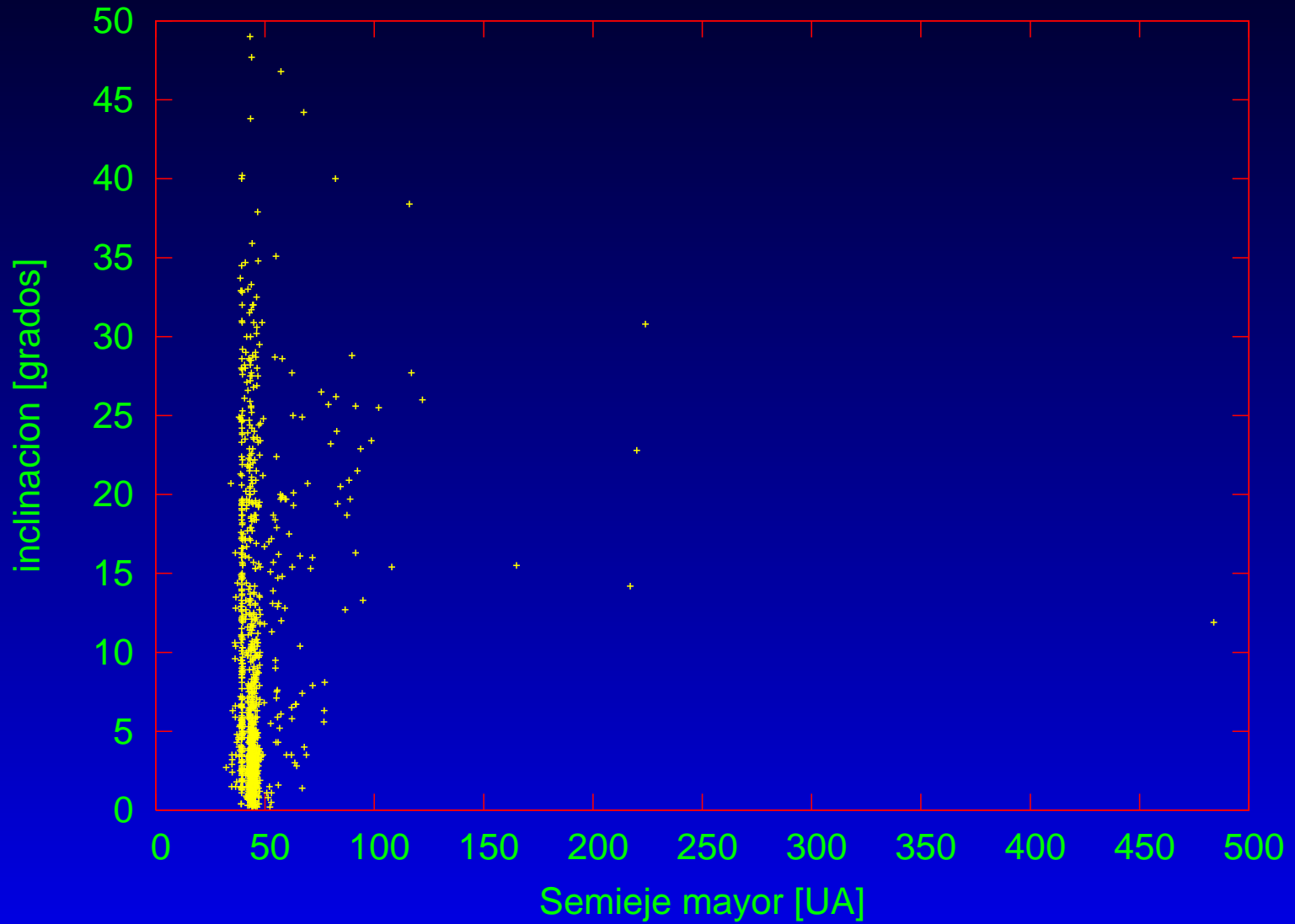
Estructura general de la región transneptuniana



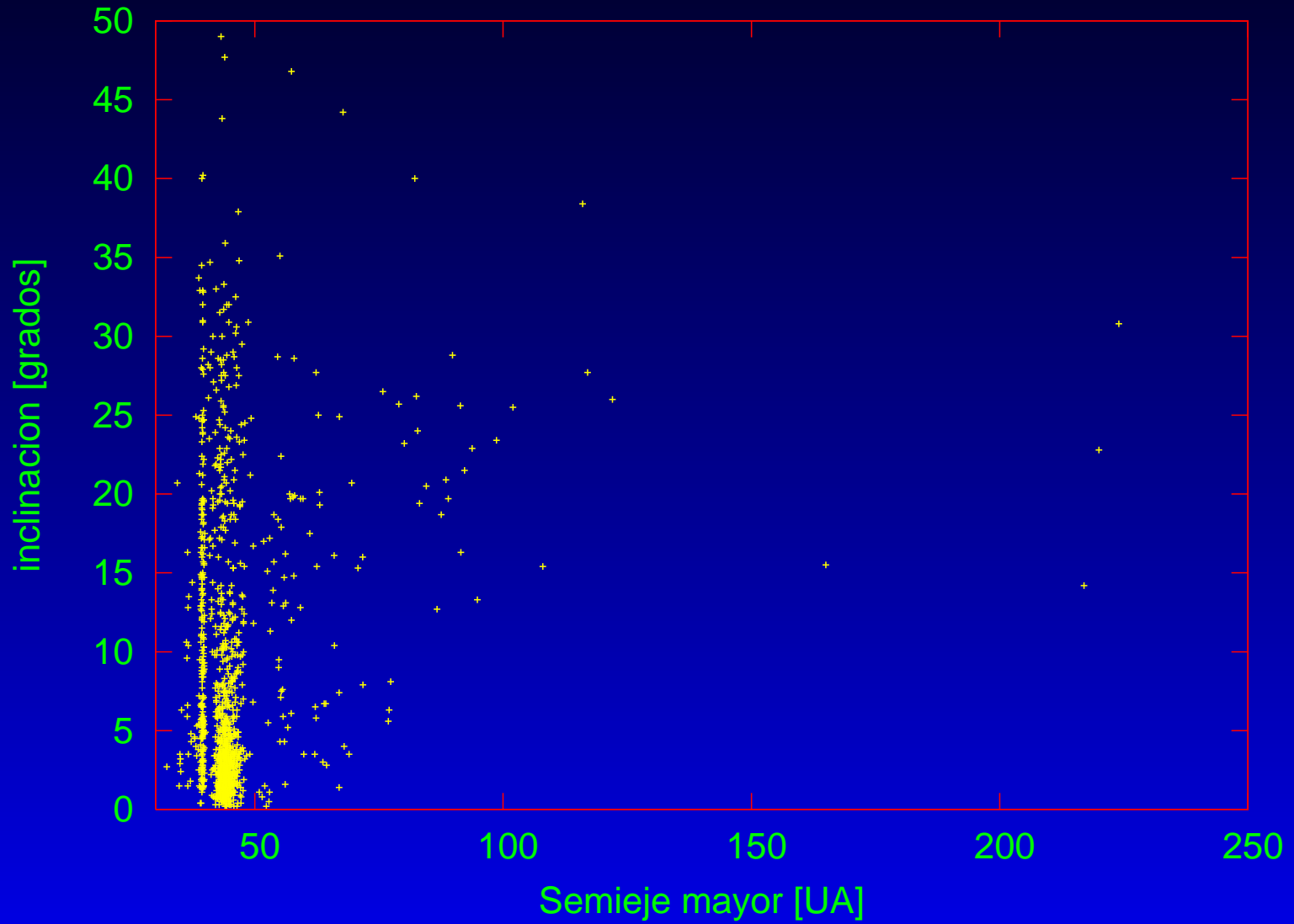
Estructura general de la región transneptuniana



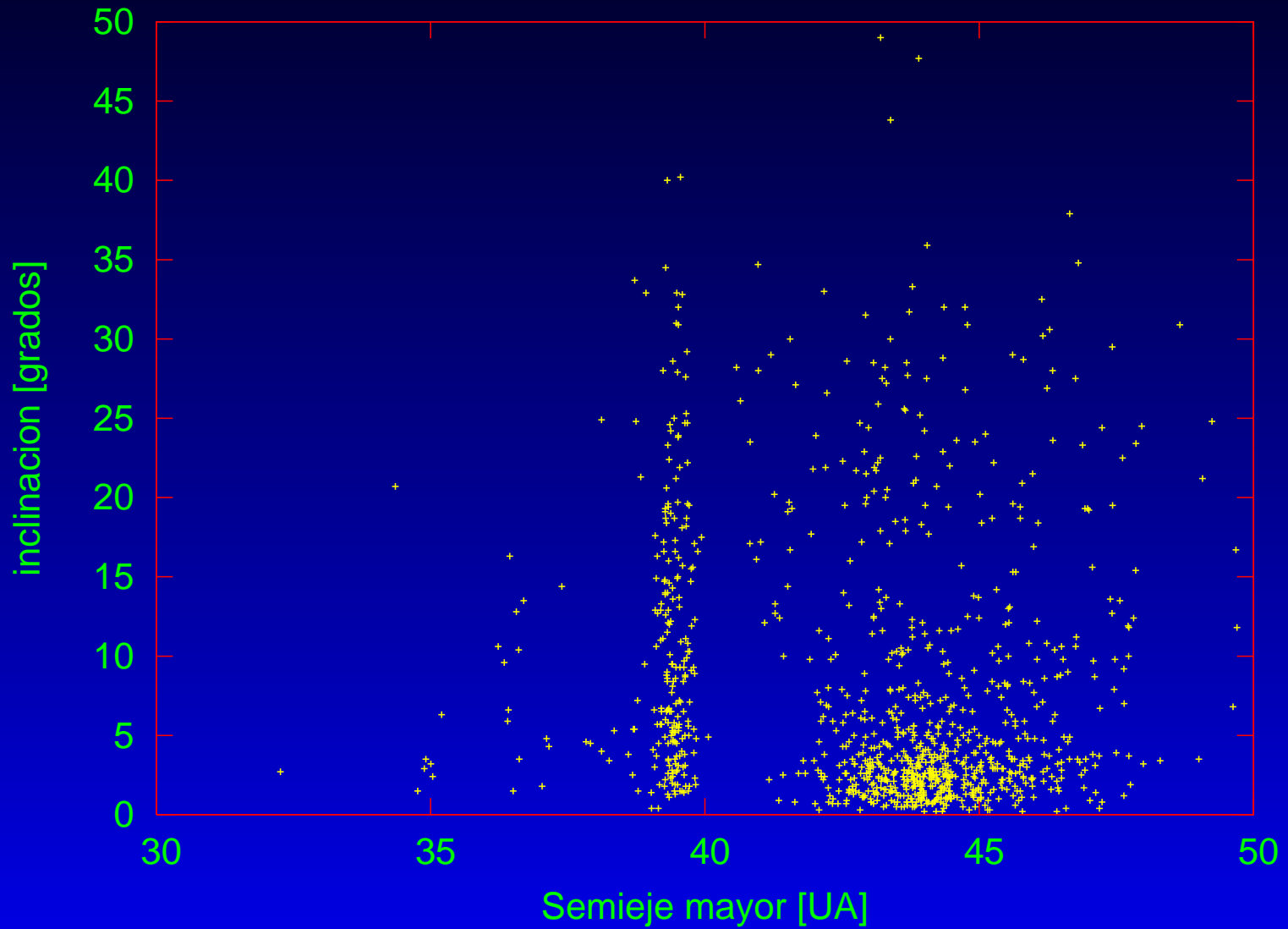
Estructura general de la región transneptuniana



Estructura general de la región transneptuniana



Estructura general de la región transneptuniana



Estructura general de la región transneptuniana

Estructura general de la región transneptuniana.

Según las características dinámicas de la zona, se pueden distinguir en principio tres poblaciones:

- **Objetos clásicos:** con $\sim 40 < a < \sim 50$ con baja excentricidad ($e \leq 0,2$) e inclinación. Esta población se la suele dividir en clásica cold y hot según la inclinación baja y alta.
- **Objetos resonantes:** en resonancia de movimientos medios con Neptuno. La más poblada es la 3:2 donde está Plutón y los plutinos. También hay objetos en la 1:2 ($a \sim 47,6$) y otras.
- **Objetos del Disco extendido (SDOs):** con gran excentricidad ($e > 0,2$), semiejes grandes y $30 > q$ UA. Se dividen en SDO cercanos y Objetos del Disco extendido ($q > \sim 38 - 39$). Tienen inclinaciones grandes.

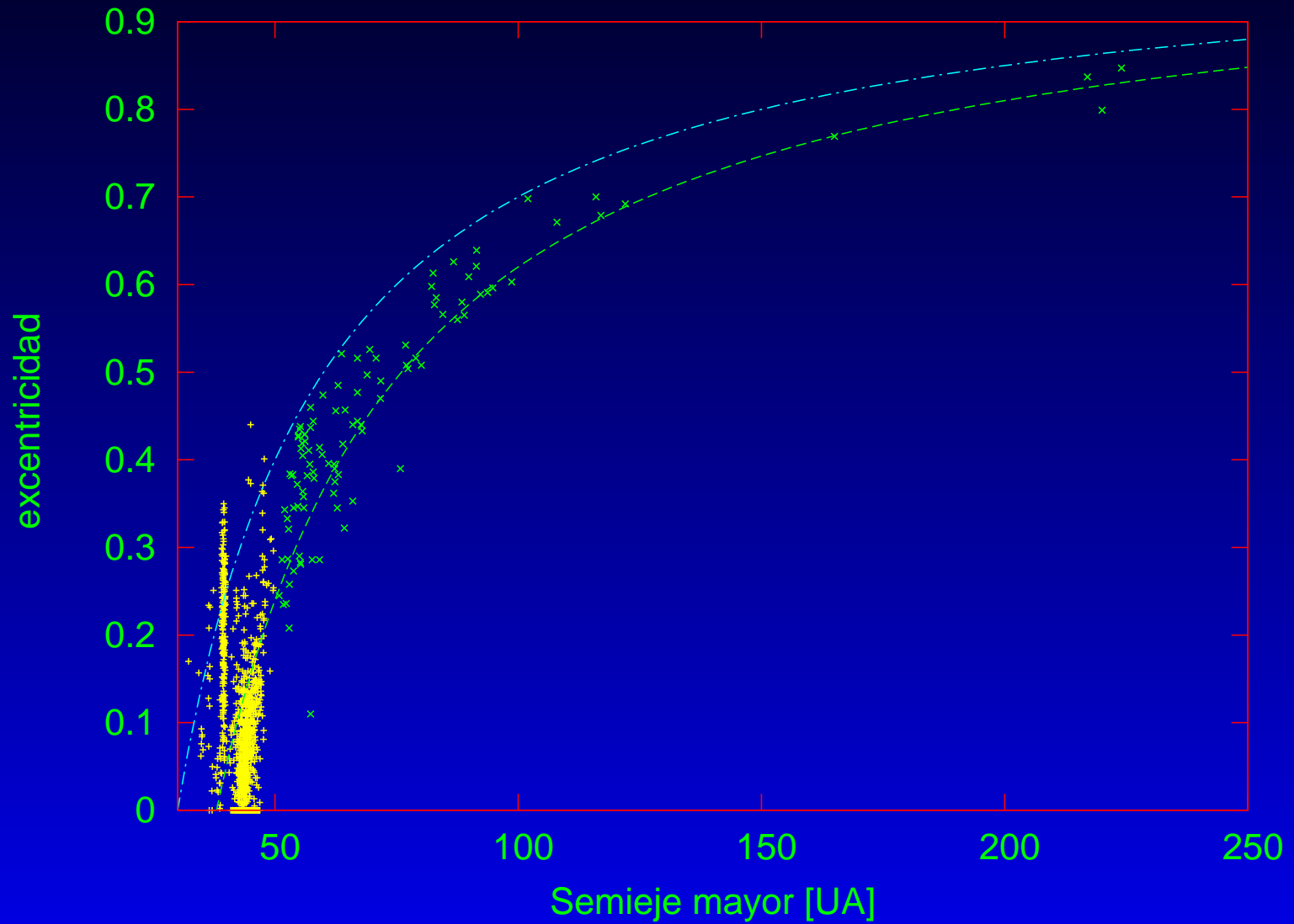
Estructura general de la región transneptuniana

Datos observacionales.

Las observaciones y los elementos orbitales de los TNOs se pueden obtener del MPC como la de todos los pequeños cuerpos. En esta base de datos, hay dos listas:

- Los Centauros, que da los elementos de los Centauros y los SDOs. Aquí los SDOs son considerados con $a > 50UA$
- Los TNOs que lista los TNOs excepto los SDOs. Tienen todos a entre plutinos y 50 UA.

Estructura general de la región transneptuniana



Estructura general de la región transneptuniana

