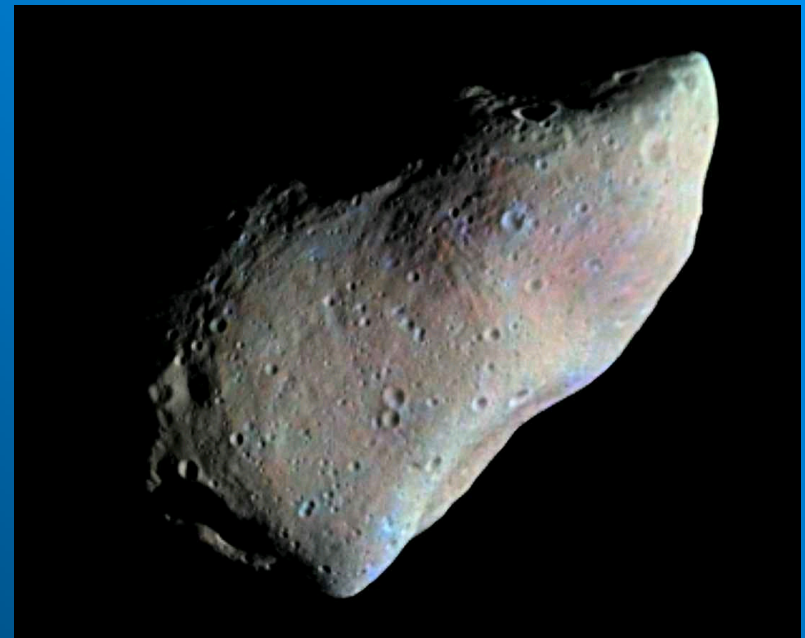
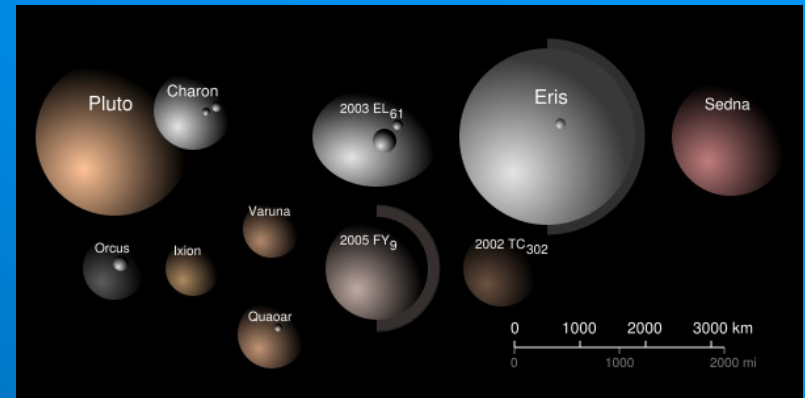
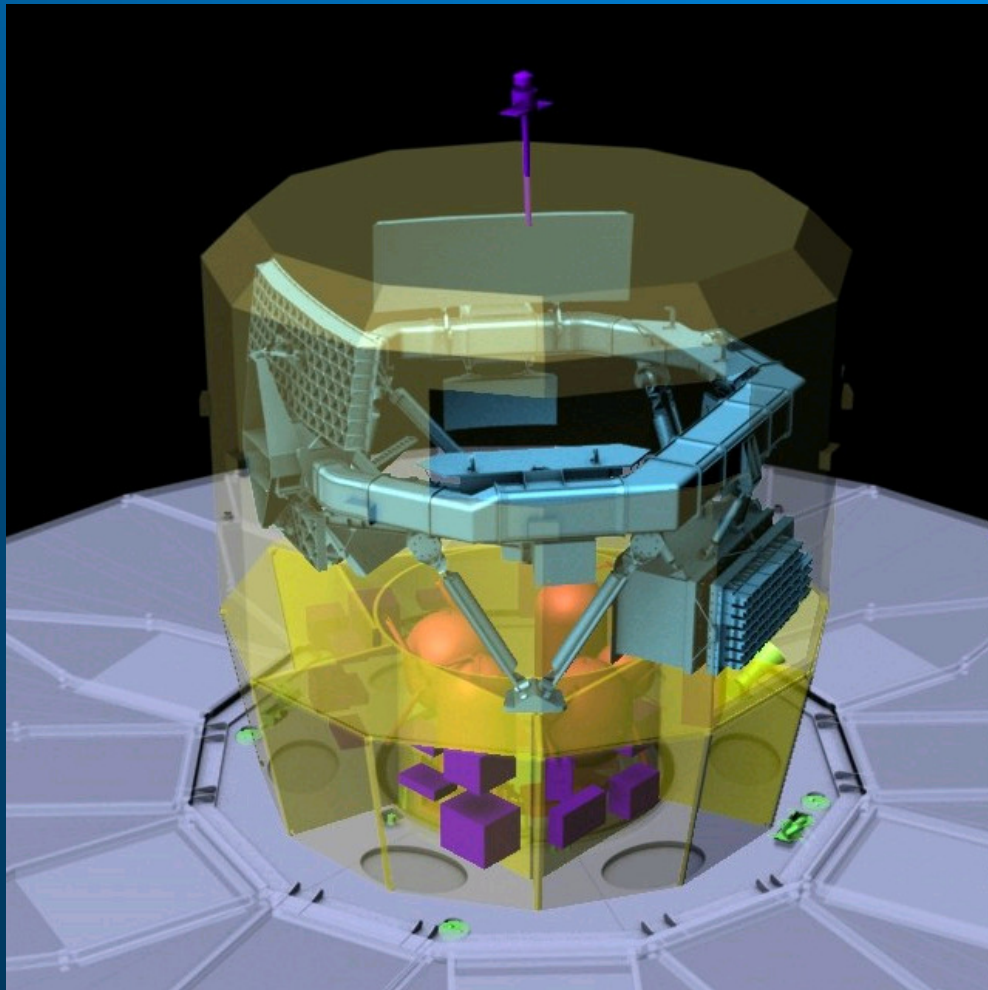


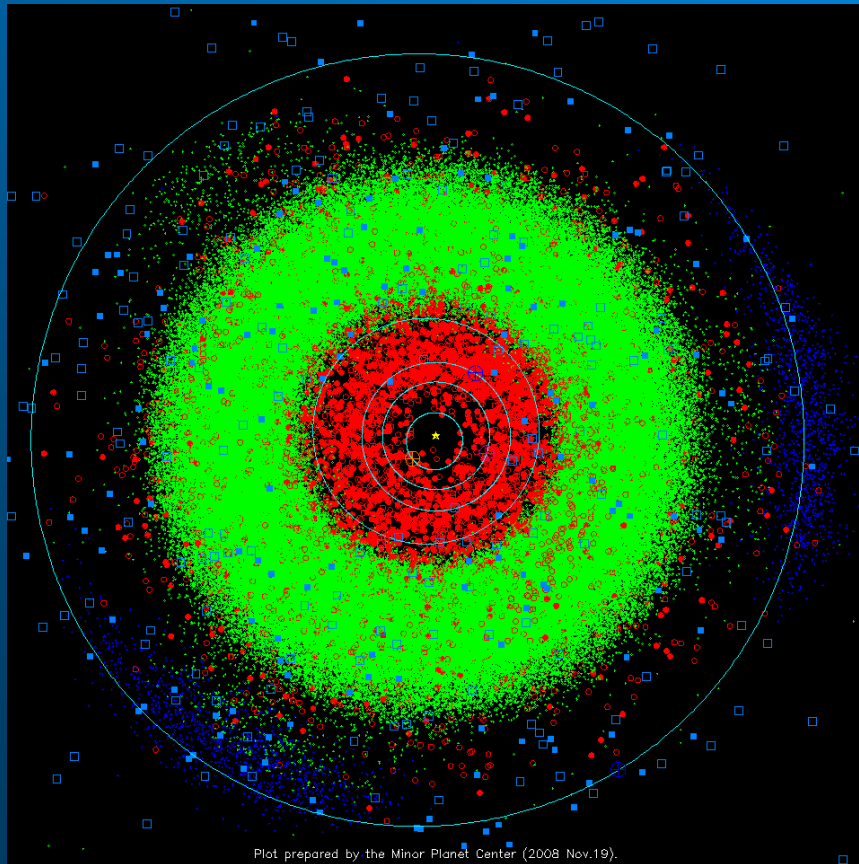
Gaia en el Sistema Solar

René Duffard
Instituto de Astrofísica de Andalucía – CSIC
Granada



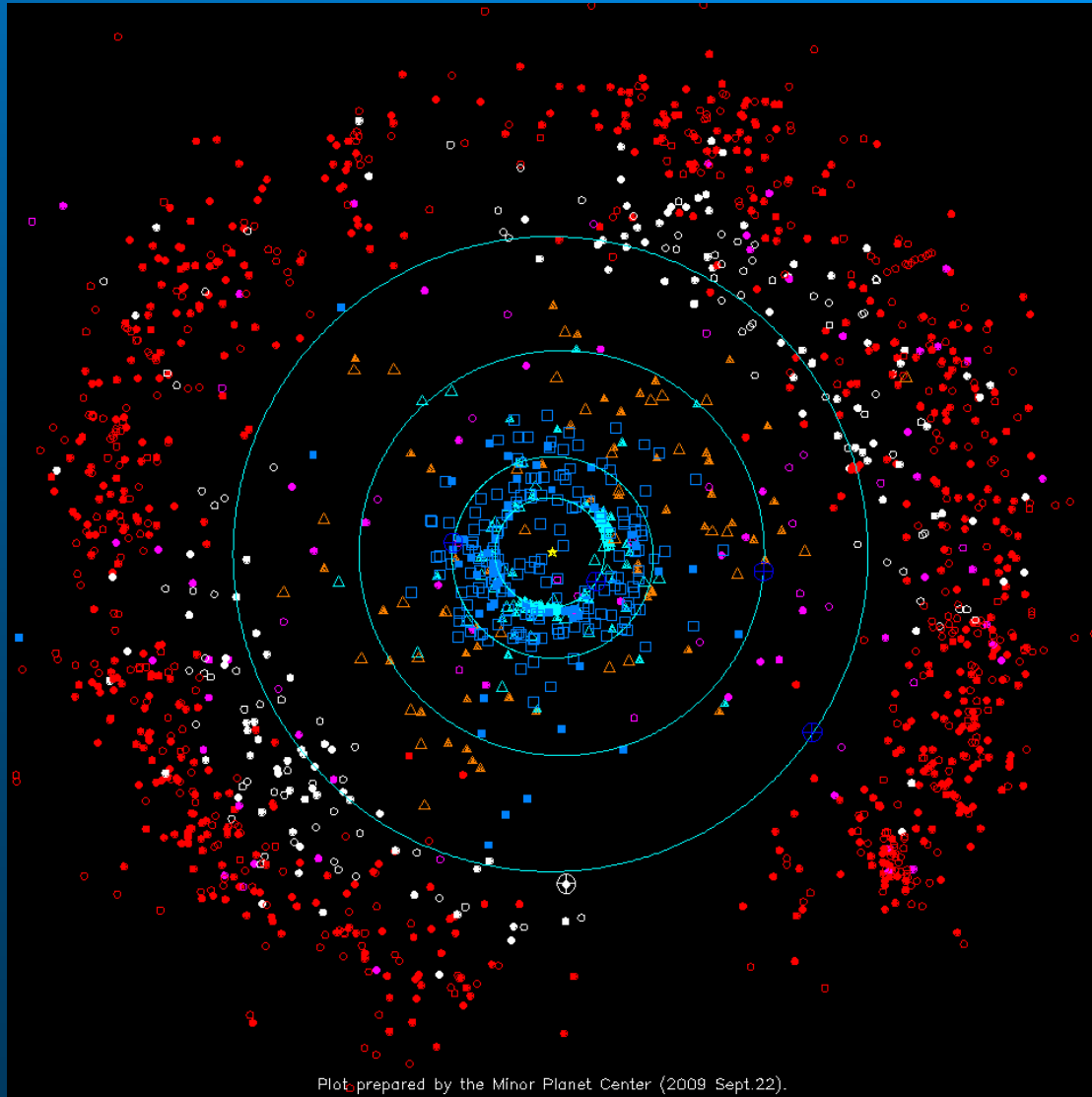
Introducción

- Planetas
- Satélites
- Cuerpos Menores



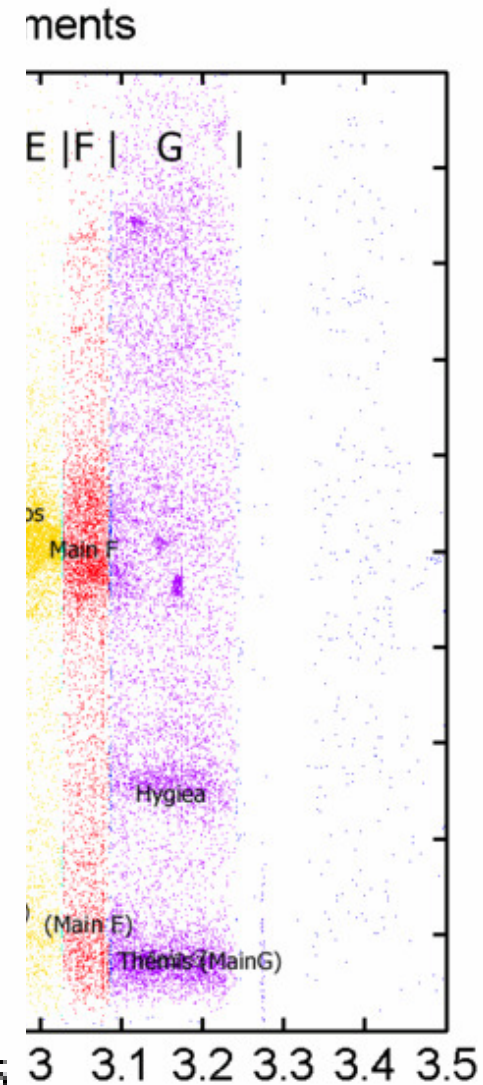
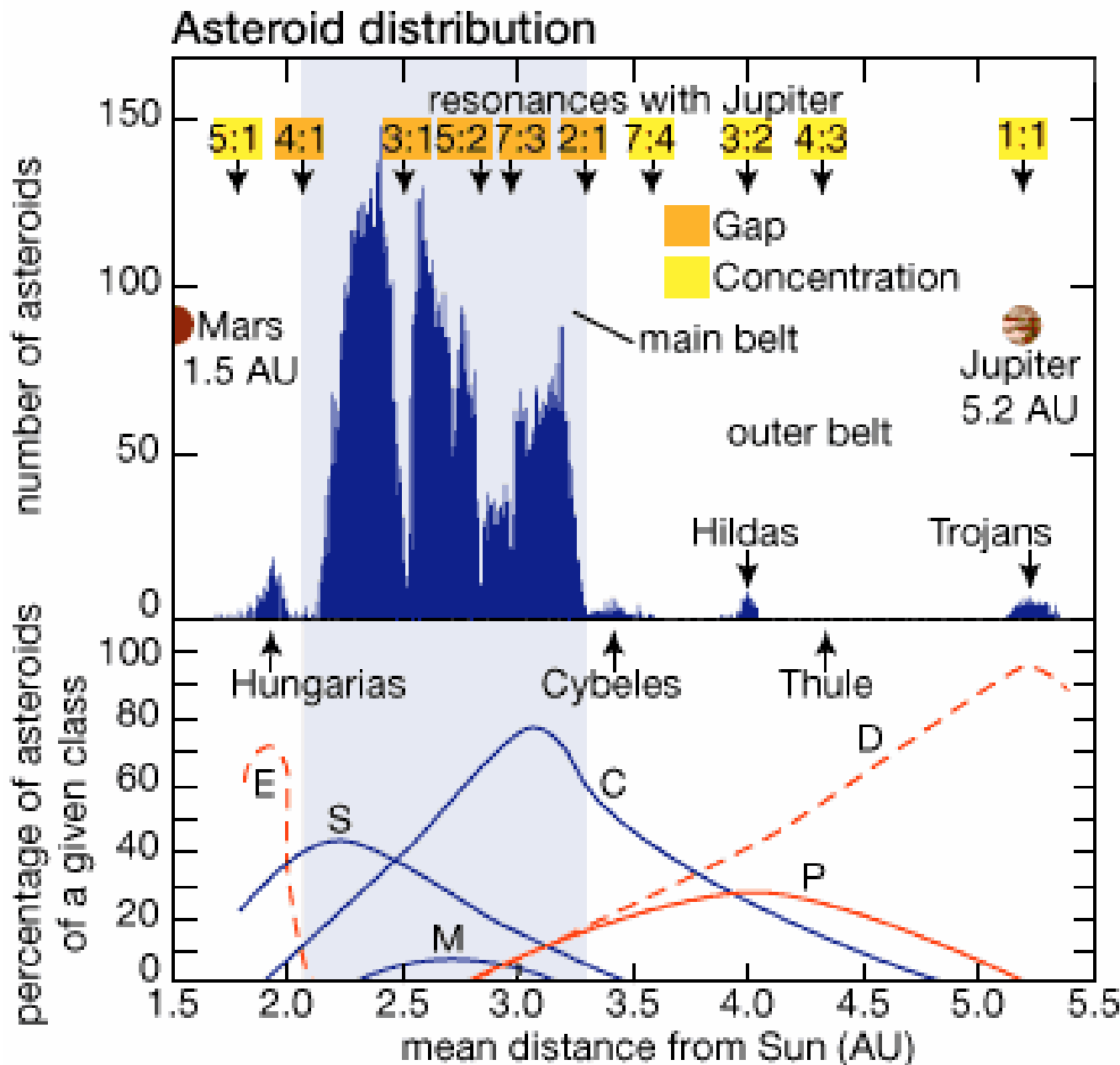
220 000 Asteroides Cinturón Principal
2000 NEAs
3000 Troyanos (Júpiter)

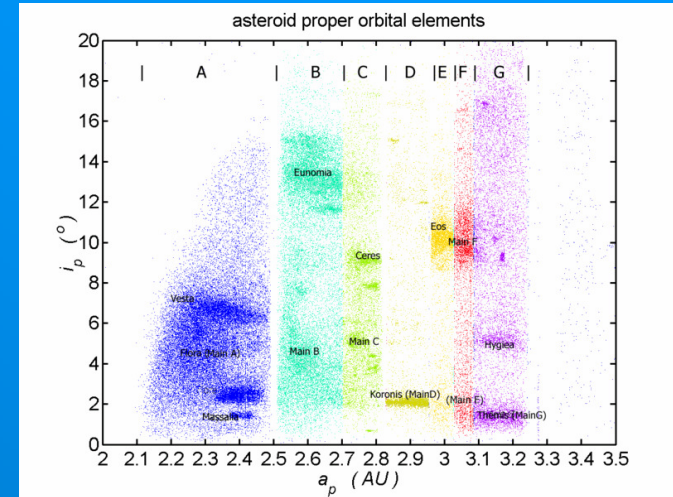
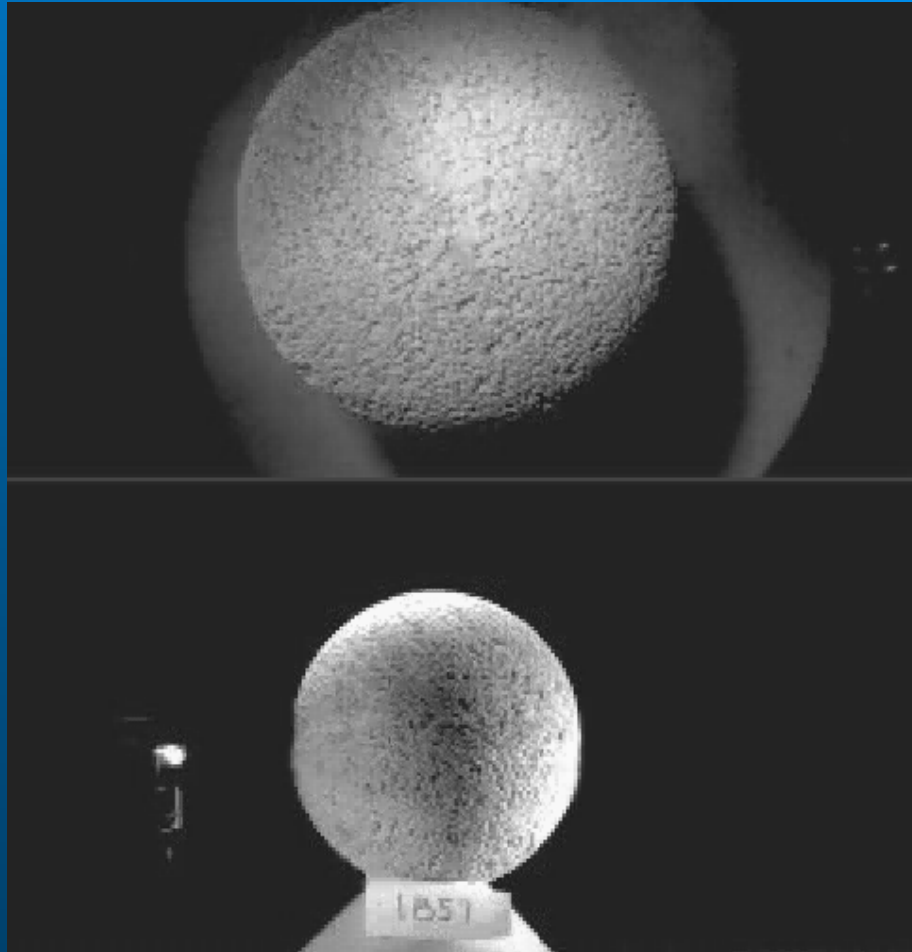
Cinturón exterior



300 Centauros
1100 TNOs
5 Planetas Enanos

Distribución espacial de los asteroides



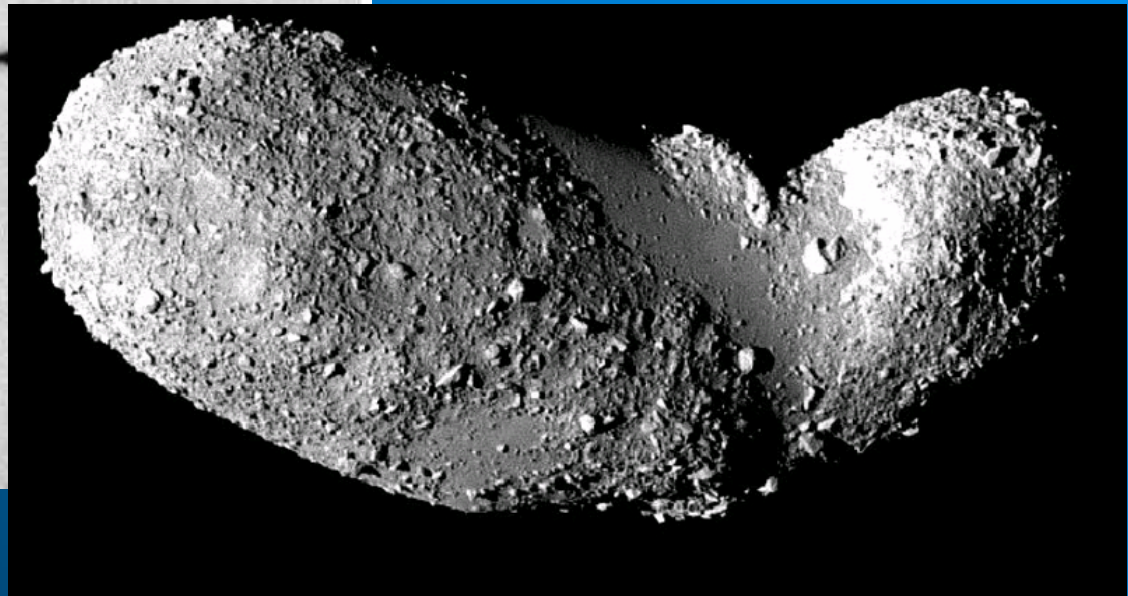
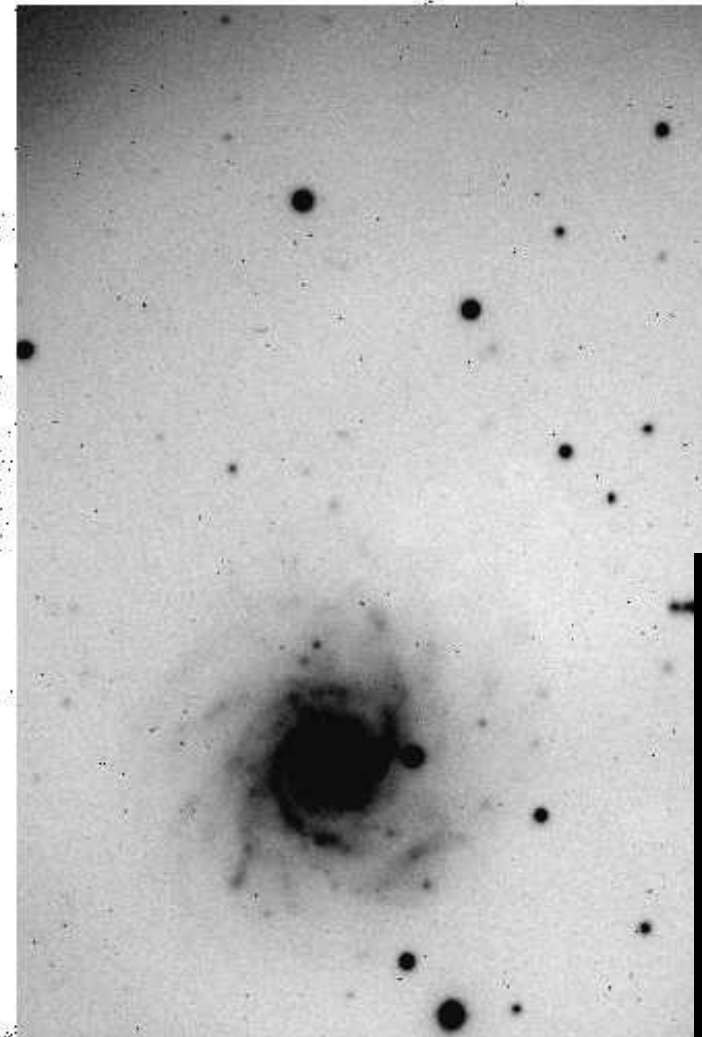


Puntos claves:

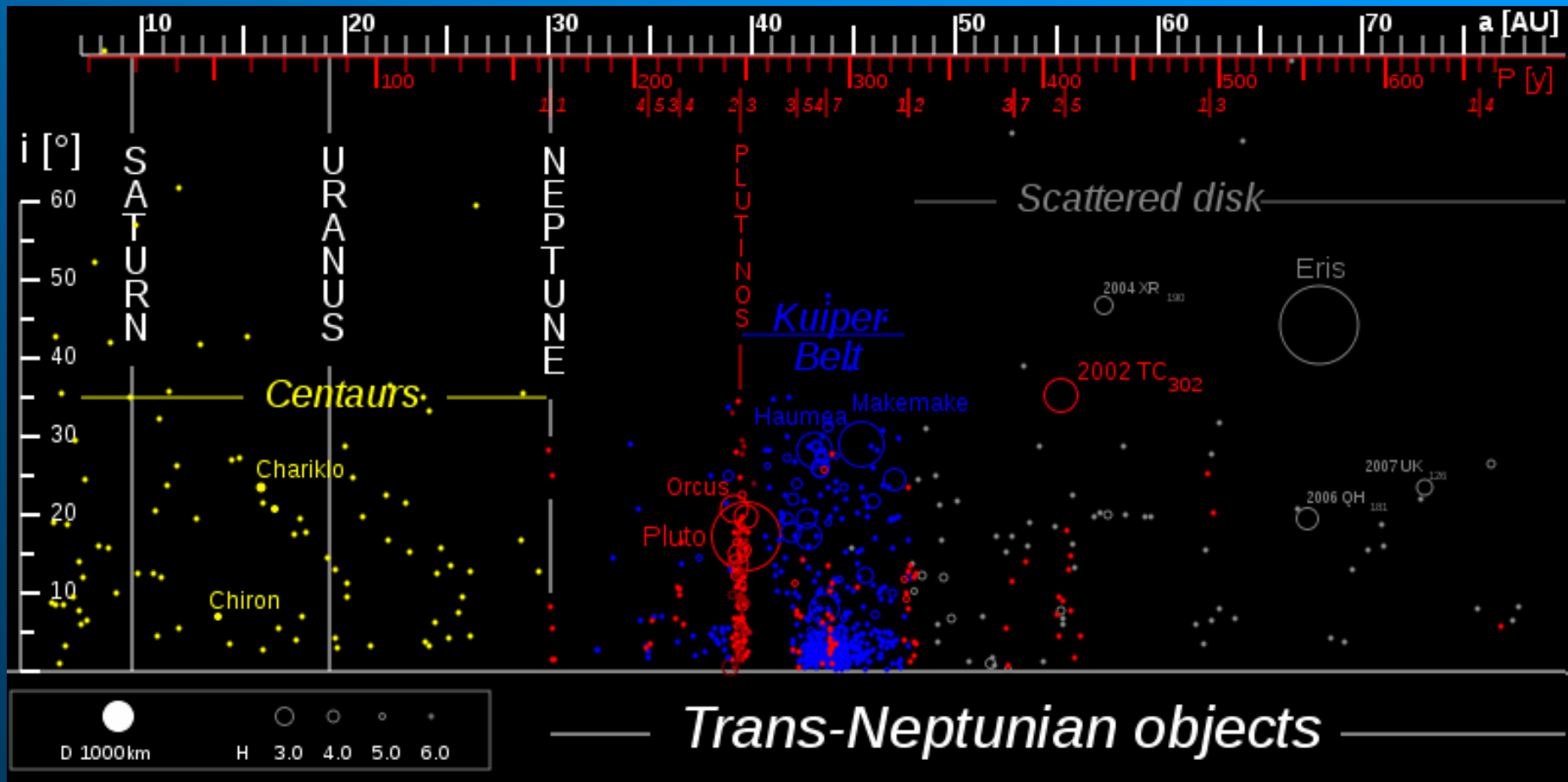
- Escala
- Fragmentación / fracturas
- Materiales
- Energías
- Gravedad

Función distribución de tamaños – Composición del interior del cuerpo

Tamaños y formas



Cinturón Trans-Neptuniano: distribución espacial



Dwarf Planets



Pluto



Eris

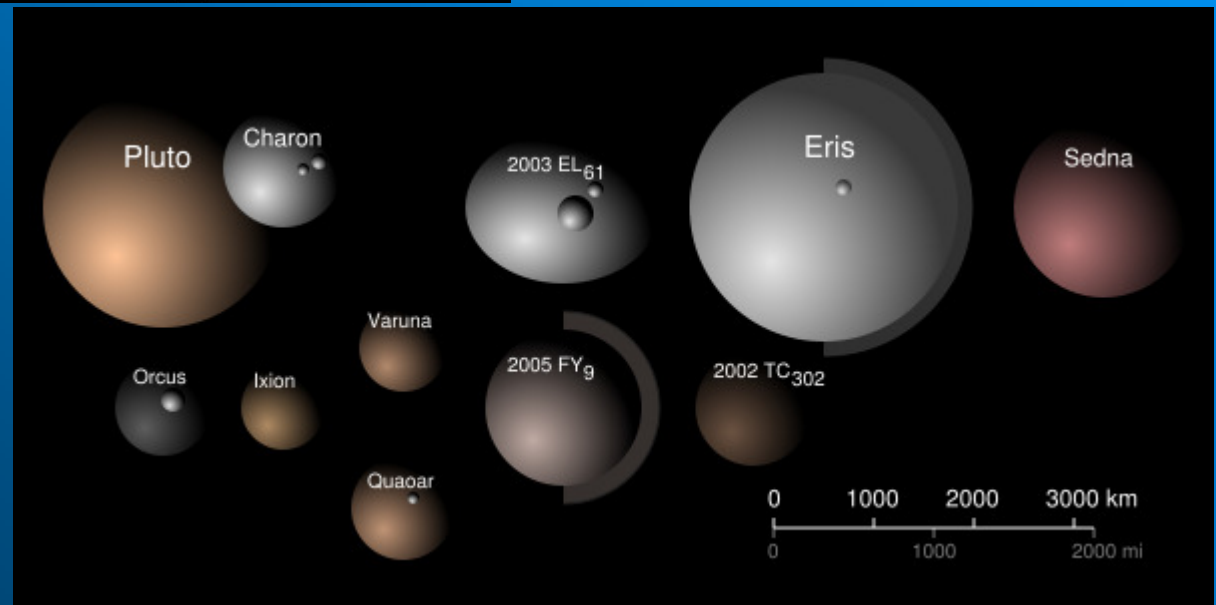


Ceres

Tamaños y formas

The Dwarf Planets: Pluto, Eris, & Ceres

Copyright 2006 Calvin J. Hamilton



Porqué asteroides/cometas/satélites ?

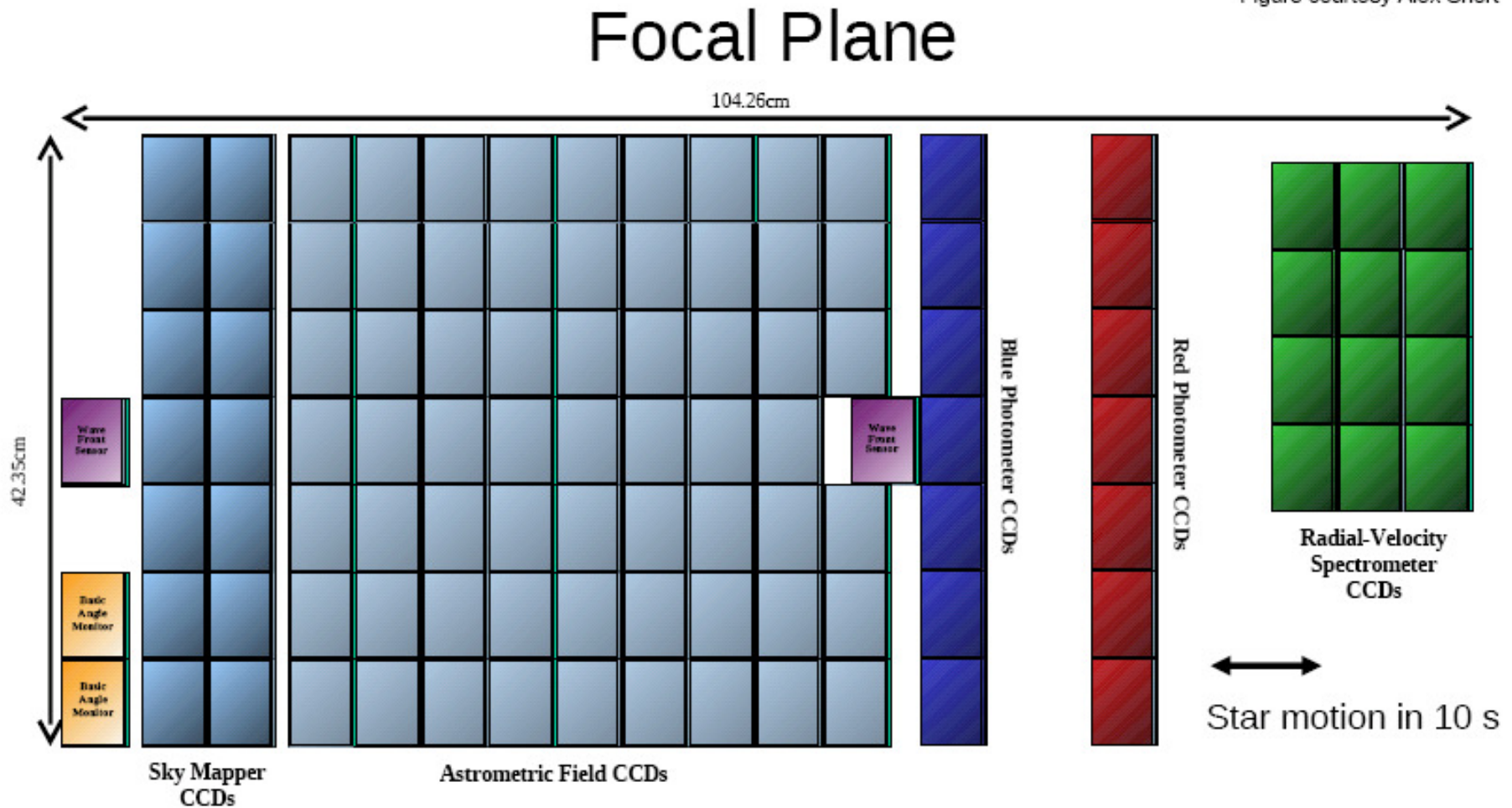
- Los asteroides son los remanentes de la formación del SS.
- Nos proveen información sobre colisiones mutuas.
- Cometas: material primitivo del SS.
- Satélites pequeños: capturados?

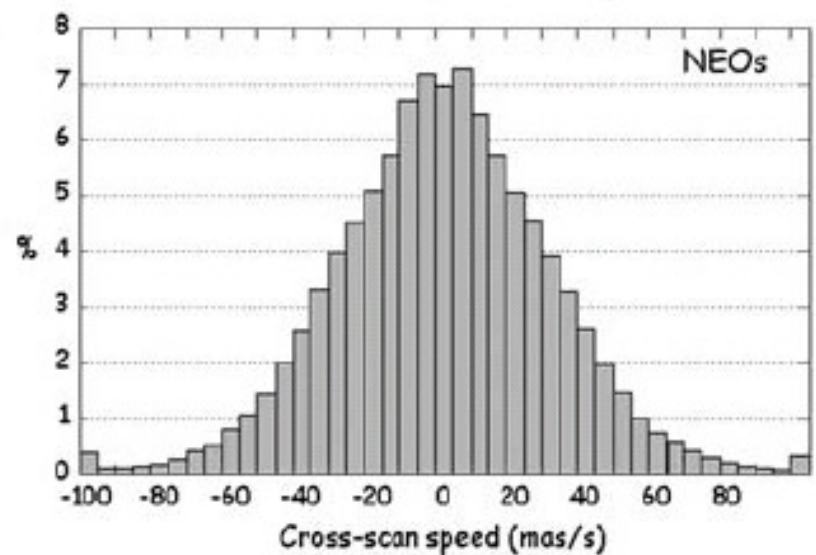
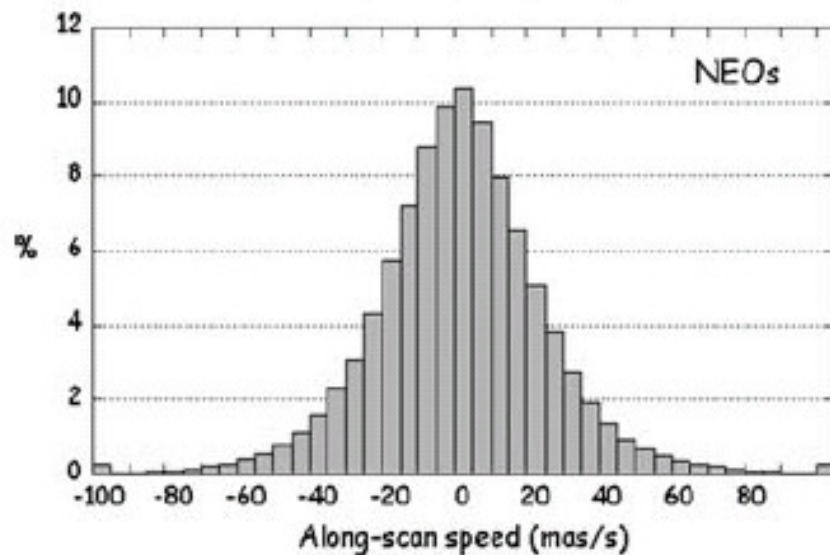
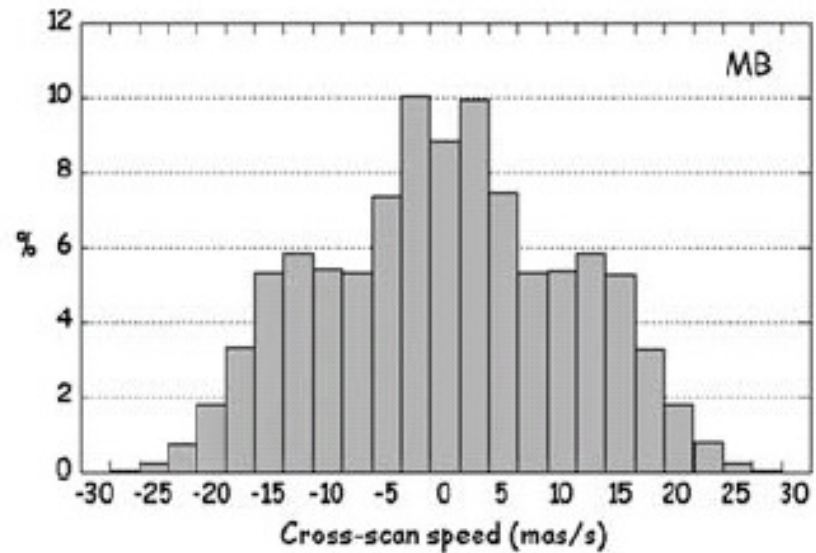
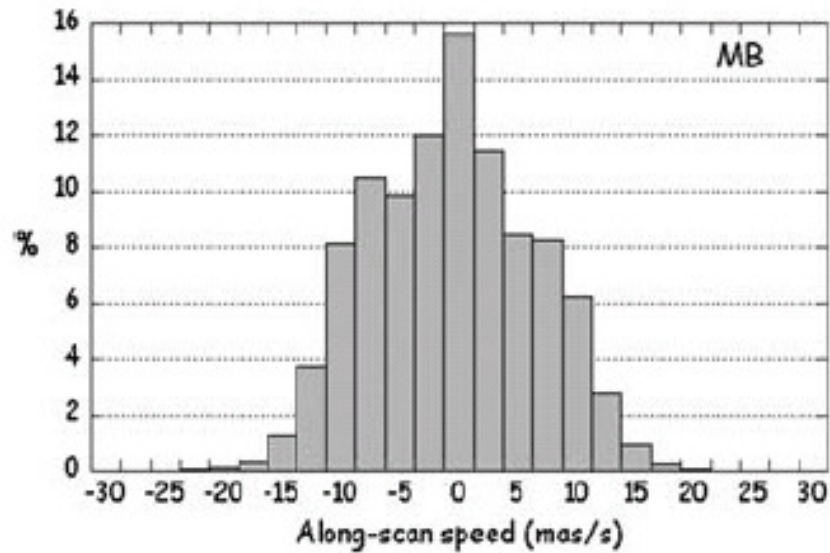
Para entender su estructura y evolución :

- Los grandes desconocidos : densidad, porosidad, albedo...
- Cuerpos sólidos o agregados gravitacionales (Rubble-piles)?
- Origen de las formas
- Historia Colisional
- Riesgo de impacto y como prevenirlo

Misión Gaia y los cuerpos menores

Figure courtesy Alex Short





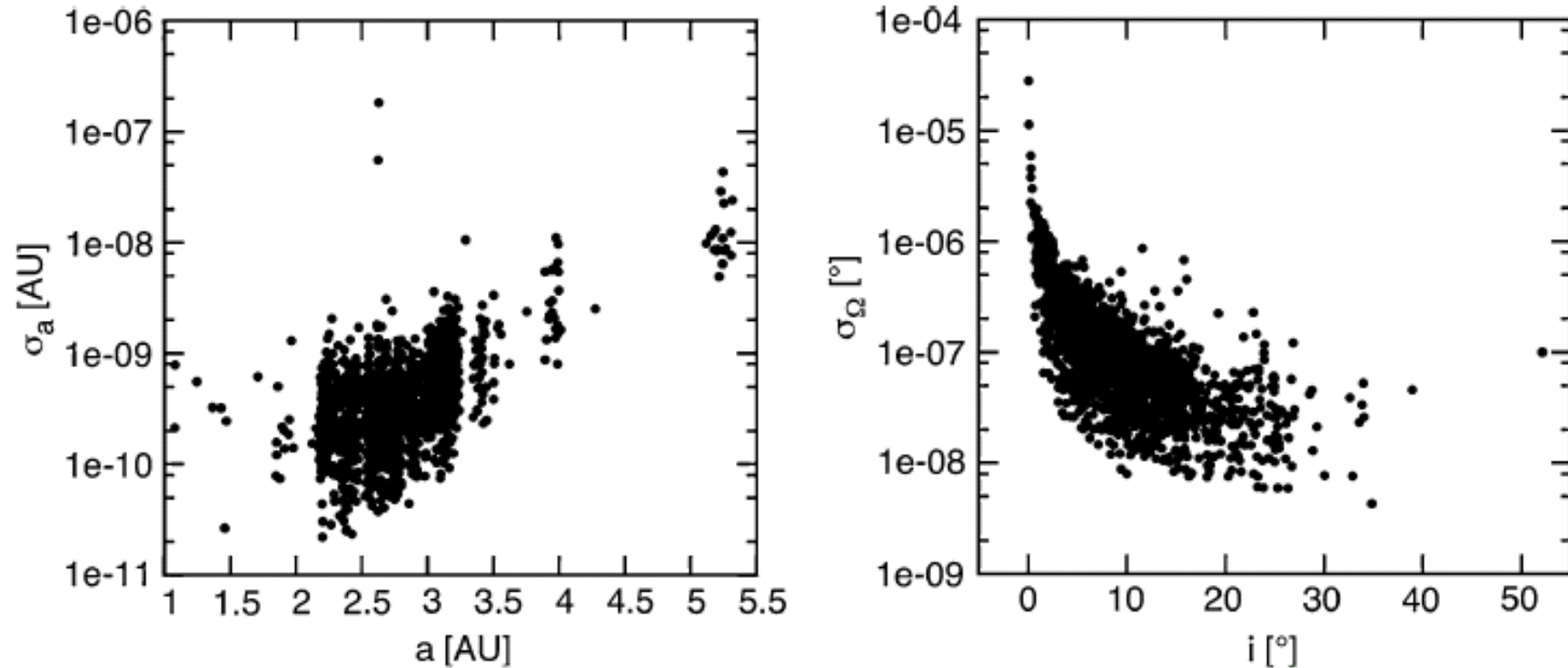
Distribución de velocidades (respecto a las estrellas) medidas en el plano focal.

TNOs \rightarrow 1 mas/sec

Mignard 2007

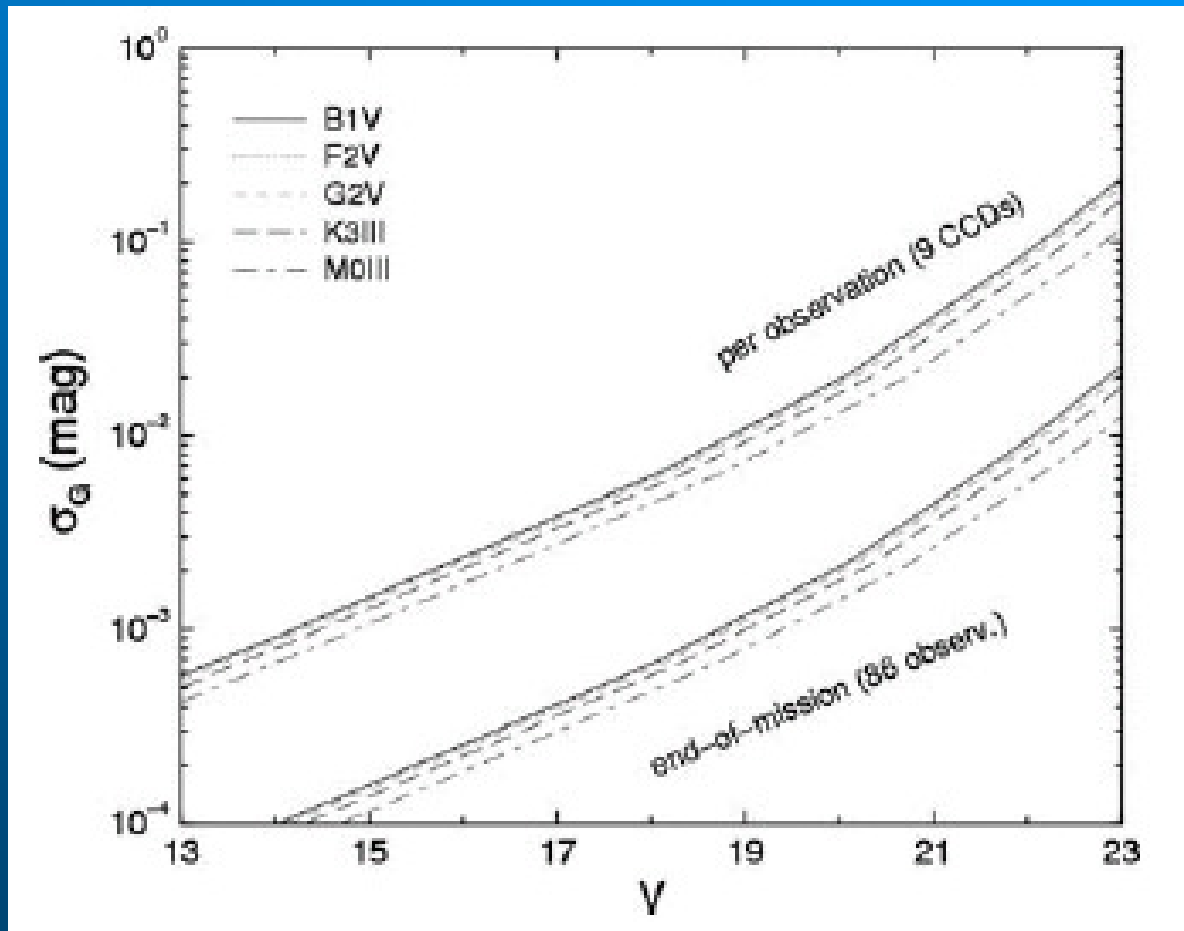
- | | Desde Tierra | Desde Gaia
(cada obs.) |
|---------------|---------------|---------------------------|
| • Astrometría | ~0.2-1 arcsec | ~0.2-1 mas |
| • Fotometría | ~0.05 mag | ~ 0.005 mag |
| • V lim | ~23 | ~ 20 |
- Gaia observará 3×10^5 objetos en movimiento y los datos pueden ser usados para:
 1. Mejora en la precisión de la órbita
 2. Formas y Tamaños
 3. Determinación de masas (densidades) de los objetos mayores
 4. Familias dinámicas
 5. Asteroides y satélites de planetas
 6. Detección de actividad cometaria

1.- Cálculo de órbitas

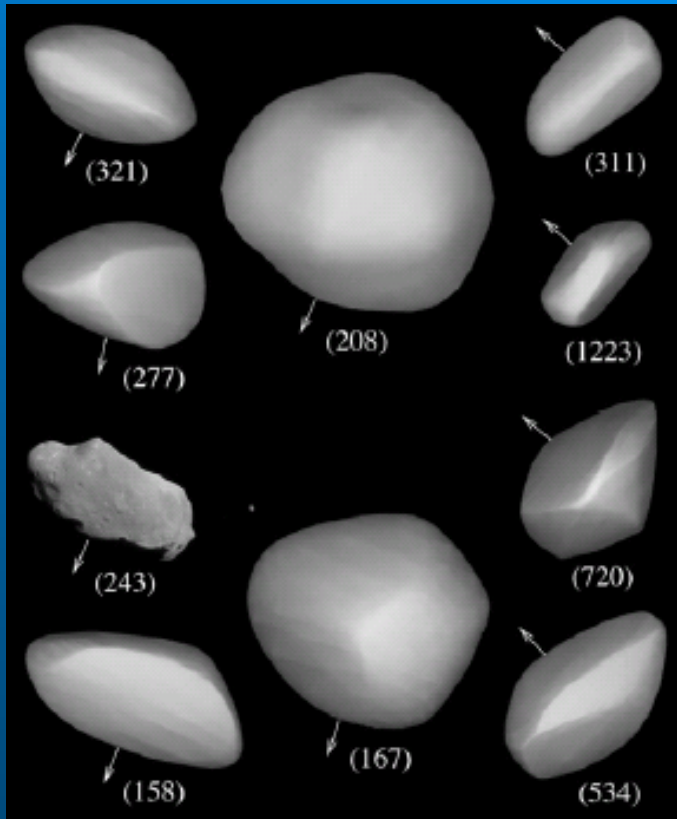


**Precisión del cálculo de las órbitas al final de la misión.
Basado en 1815 asteroides numerados (simulación).**

2. Precisión Fotométrica



Alta precisión vs. Observación esporádica



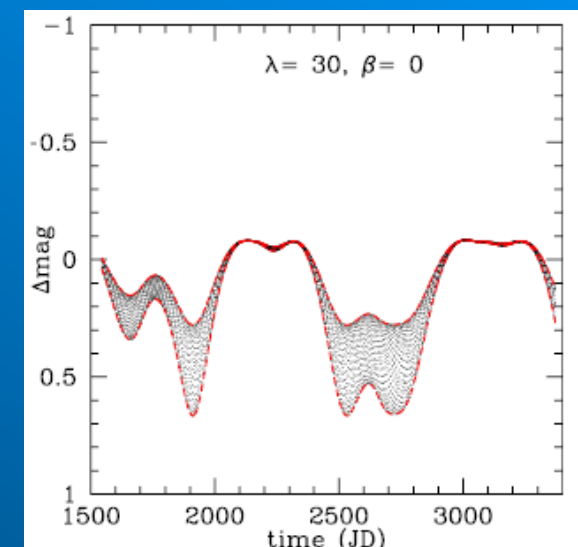
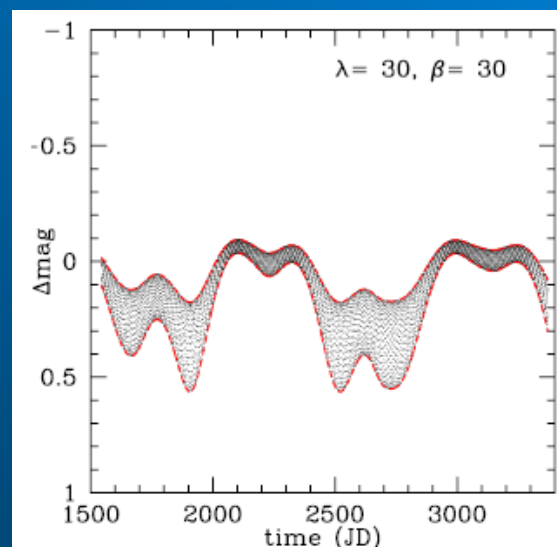
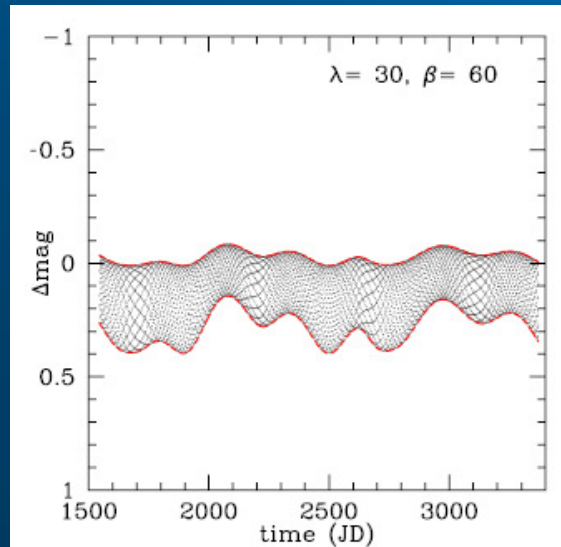
La magnitud del objeto depende de:

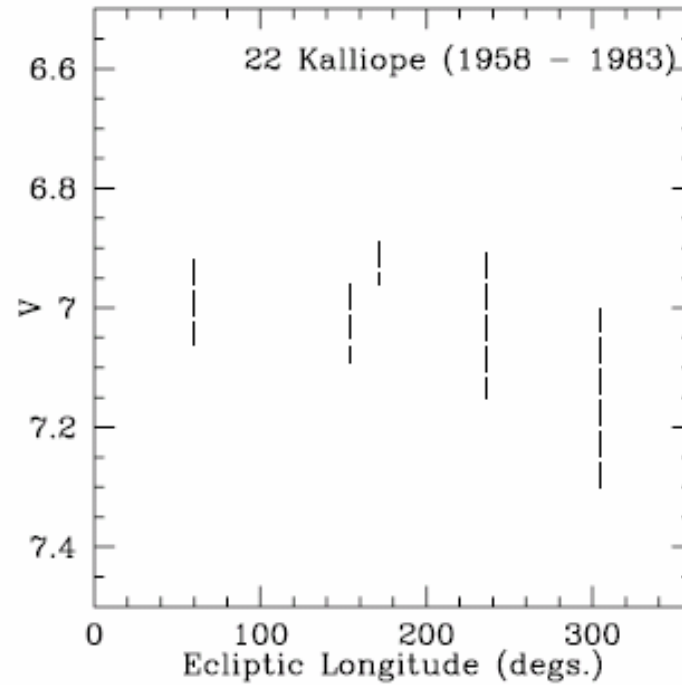
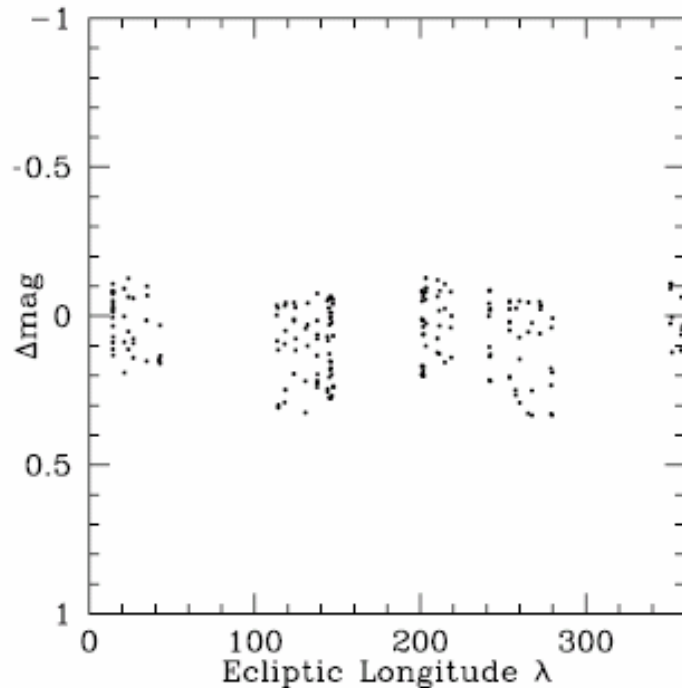
Período rotación

Forma (elipsoide de rotación)

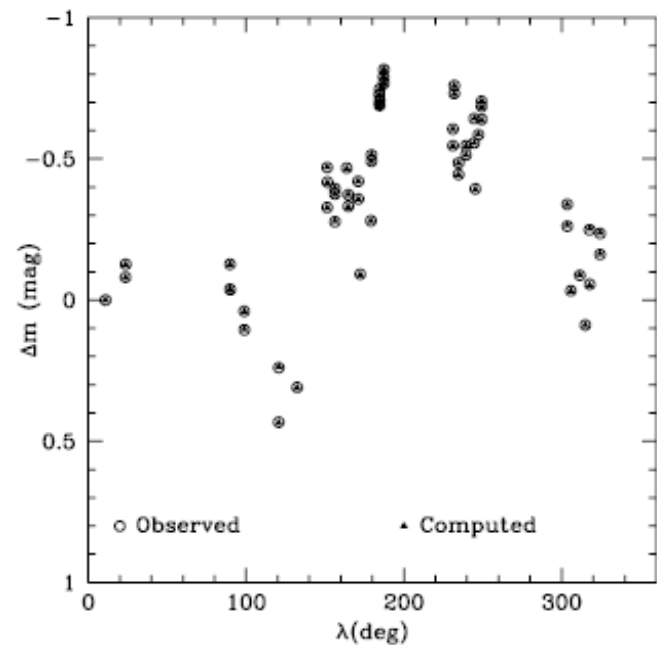
Orientación del eje de rotación

$$b/a = 0.7 \quad c/a = 0.5, \lambda, \beta$$





**Cellino et al.
2006**



**Algoritmo Genético que resuelve el problema:
 $P, b/a, c/a, \lambda, \beta$**

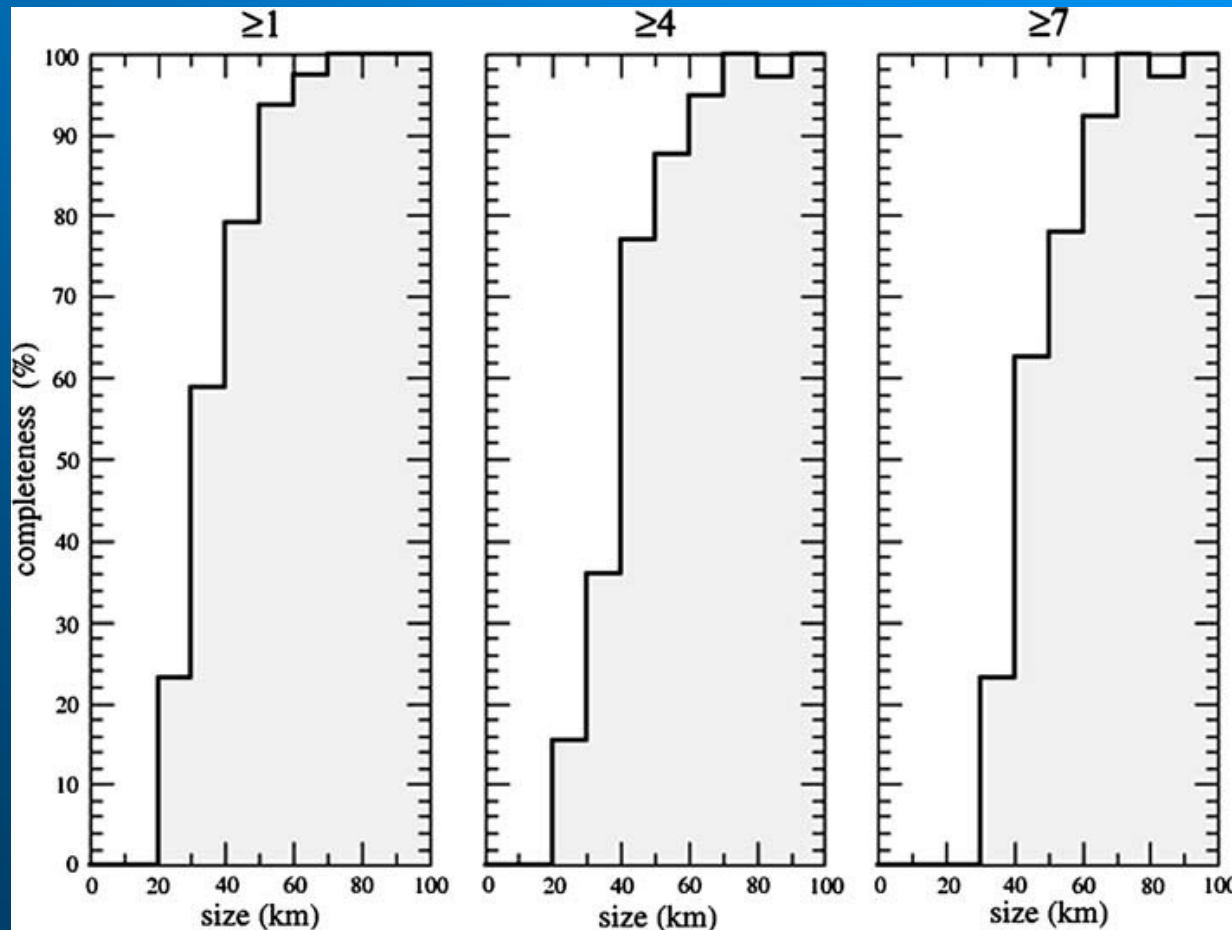
Con datos de Gaia se podrá obtener:

**Dirección de polo de rotación
Forma del elipsoide
Periodo de rotación**

Para no menos de 10 000 asteroides del CP

Tamaños

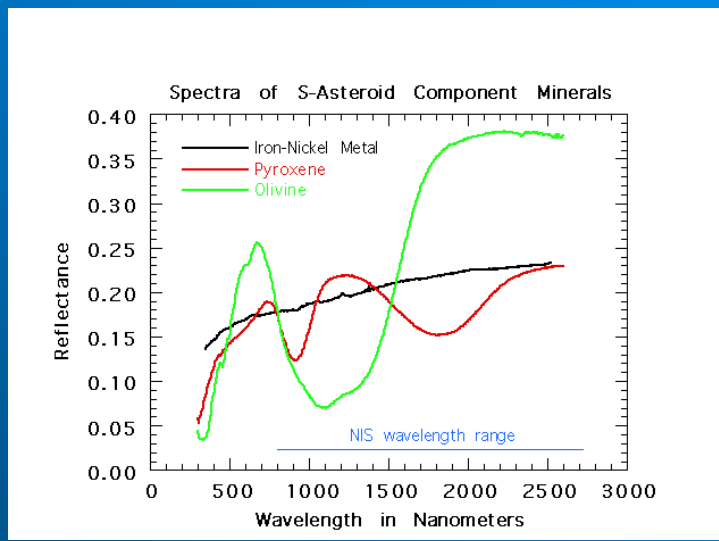
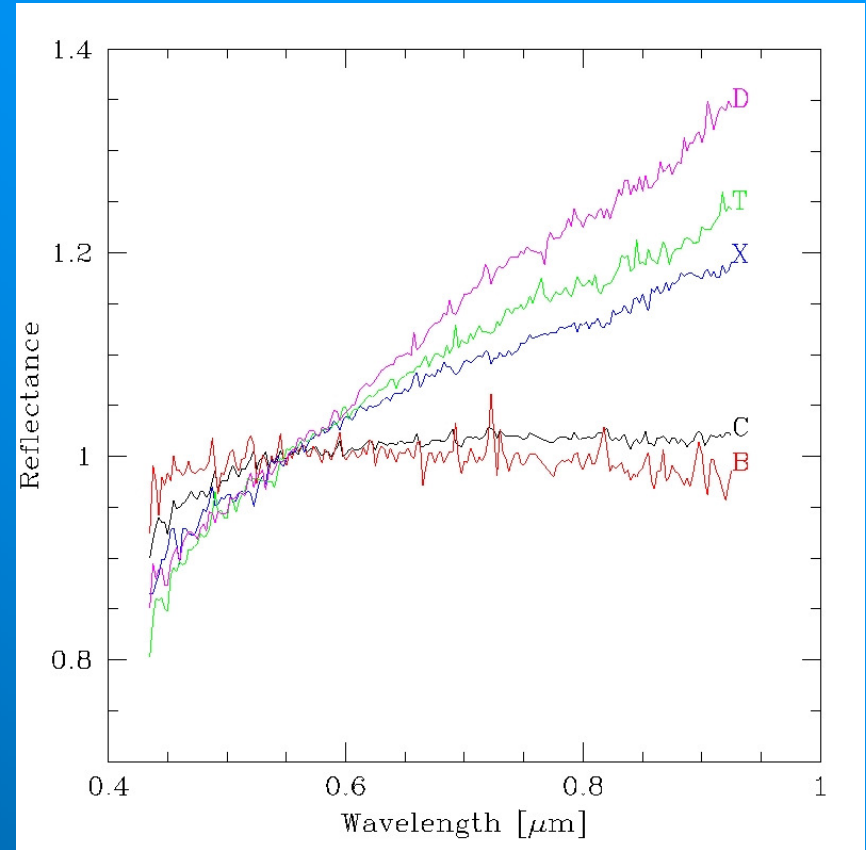
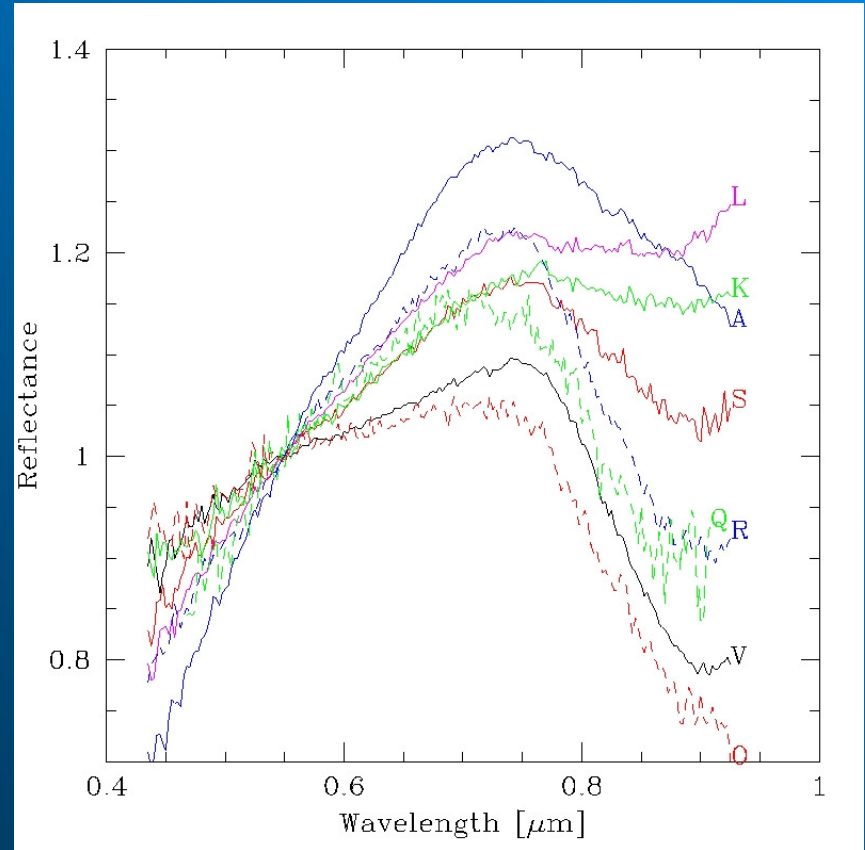
Porcentaje estimado de asteroides del CP que tendrán su tamaño angular medido por Gaia con una precisión mejor que el 10%, por lo menos una, cuatro y siete veces (de izquierda a derecha) durante el tiempo de vida de Gaia.

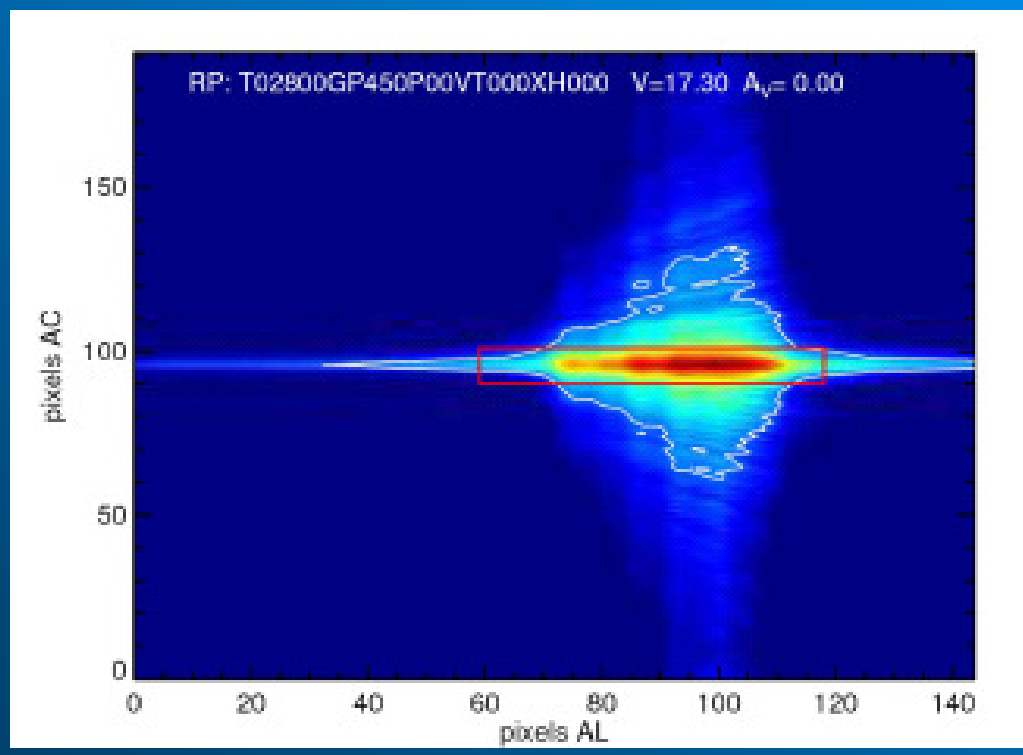
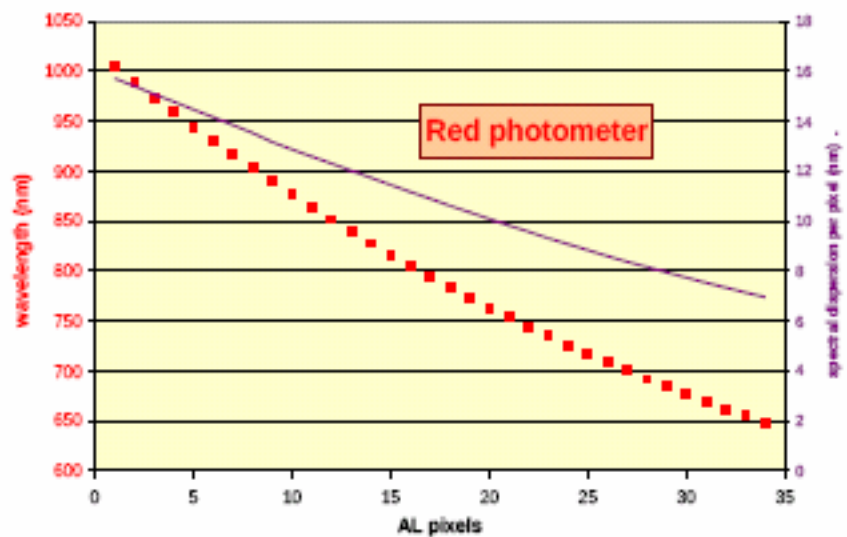
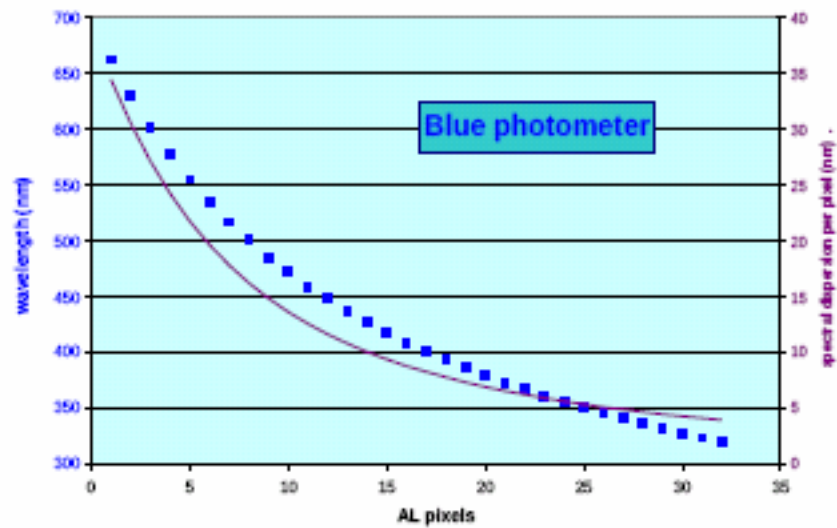


3. Determinación de la masa

- 1.- Análisis de la órbita de un (posible) satélite
- 2.- Análisis de las perturbaciones producidas en un encuentro cercano a otro cuerpo.
- Gaia observará todos los sistemas binarios (múltiples) del CP, Troyanos y Centauros.
- Para aprox. 100 objetos las masas de determinarán por el método de encuentros cercanos

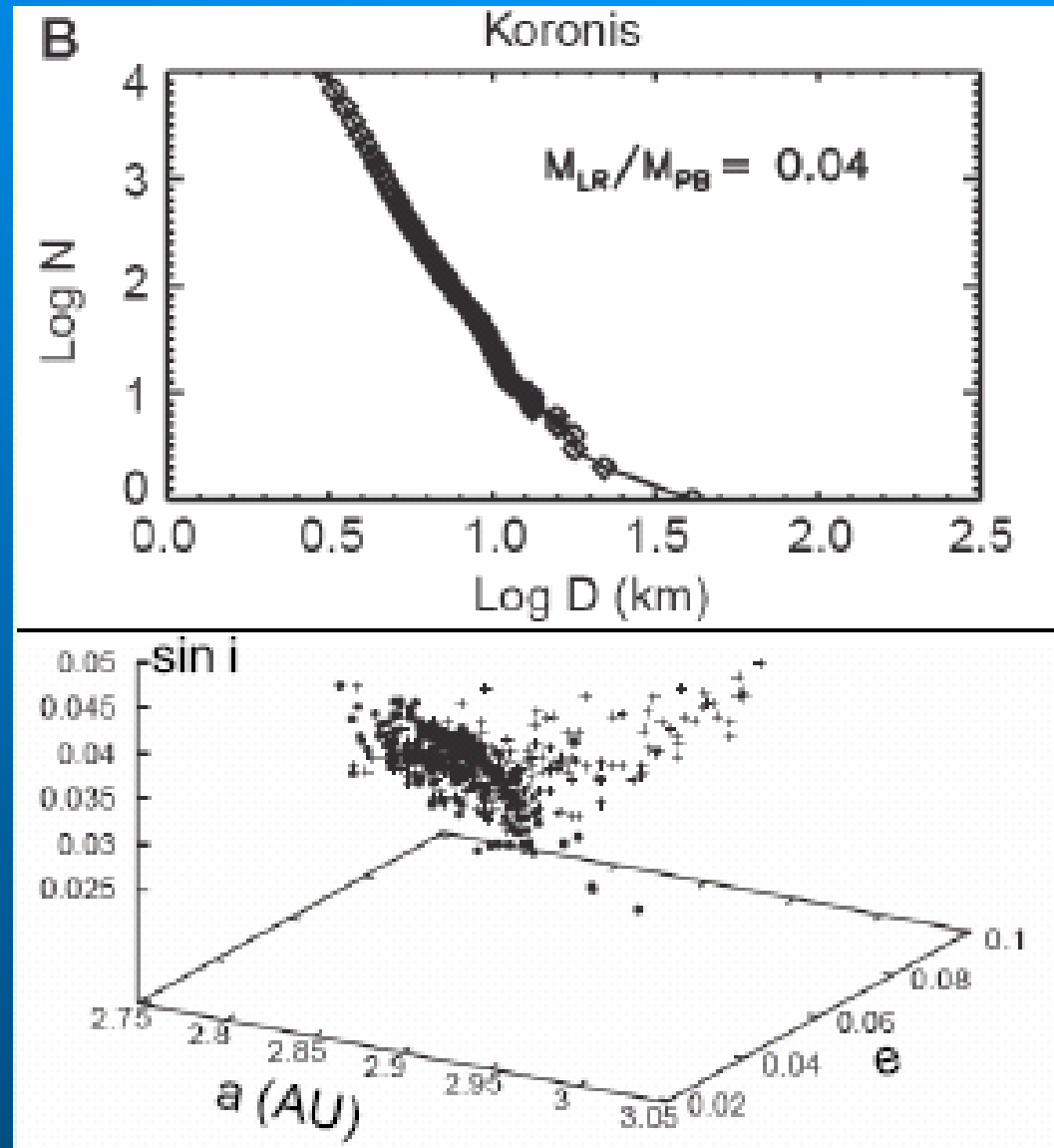
Espectroscopía: Mineralogía de la superficie





Un caso de estudio

- Función de distribución de tamaños y dispersión de la familia en función de los elementos orbitales.
- Los sistemas binarios son frecuentes en estos procesos.
- Binarios = densidades !!!
- Mineralogía de los fragmentos



Resumen

- Todos los objetos observados tendrán $V < 20$, tamaño angular < 200 mas
- ~70 observaciones / objeto / 5 años
- Astrometría y fotometría para:
 - $3 \cdot 10^5$ asteroides del CP & NEAs
- Cometas y TNOs
- asteroides / satélites
- propiedades espectroscópicas (baja dispersión)
- Actividad en asteroides
- Formas, tamaños y dirección de polo

Grupos en España

- **Valladolid, Barcelona:** dinámica, astrometría. Determinación de órbitas. Tamaños.
- **Alicante:** Fragmentación/familias. Distribución de tamaños en el CP/TNOs. Predicción de ocultaciones.
- **Granada, Canarias:** Espectros. TNOs. Predicción de ocultaciones. Objetos Binarios. Familias