



Curso de Formación de Profesorado
Cosmoeducando y accediendo al Universo
Noviembre 2018-Marzo 2019
Museo de la Ciencia y el Cosmos
La Laguna

El Sistema Solar: Conociendo el Vecindario

Julia de León

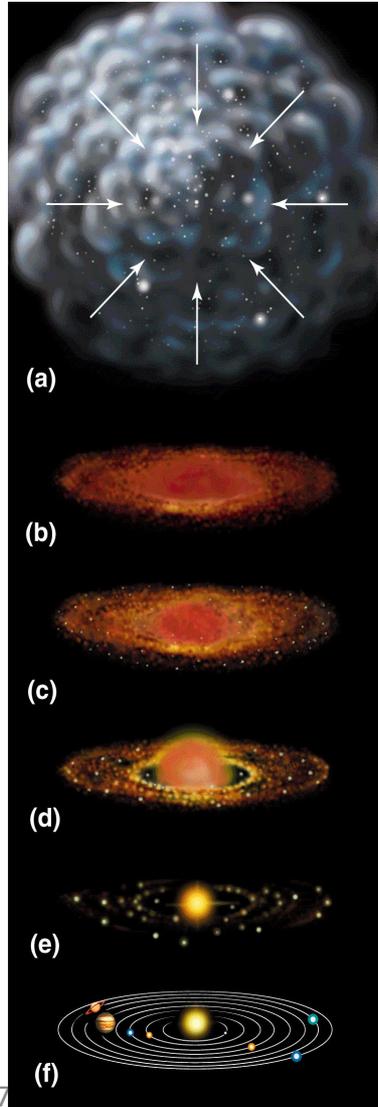
Investigadora del Instituto de Astrofísica de Canarias

1. Introducción
2. Planetas
 - *2.1 Anillos Planetarios*
3. Planetas enanos
4. Cuerpos menores
 - *4.1. Asteroides*
 - *4.2. Cometas / Objetos transicionales*
 - *4.3. Objetos trans-Neptunianos*
 - *4.4. Satélites helados*

1. Introducción

Los asteroides son los remanentes de las primeras etapas de formación de nuestro Sistema Solar, los ladrillos a partir de los cuales se crearon los planetas. Por esto se los denomina "planetesimales".

FORMACIÓN DEL SISTEMA SOLAR



- a) y b)** La nebulosa solar se colapsa y se aplana hasta formar un disco (protoplanetario).
- c)** Los granos de polvo se agrupan para formar pequeños cuerpos que, al colisionar unos con otros, crecer y forman los planetesimales (asteroides).
- d)** Los planetesimales continúan colisionando y creciendo.
- e) y f)** Tras cientos de millones de años se forman los planetas, que orbitan alrededor del Sol.

1. Introducción

Hace 4500 millones años!

Primeros sólidos

100.000-1 millón años (coagulación y acreción)

Núcleos planetas gigantes

1-5 millones de años

Formación Júpiter

2-5 millones de años

Nebulosa se disipa

10 millones de años

(fase T-Tauri)

Planetas interiores

100 millones de años

(Acreción colisional)

Migración lenta Urano y Neptuno 100-500 millones de años

Gran Bombardeo tardío (LHB)

700 millones años

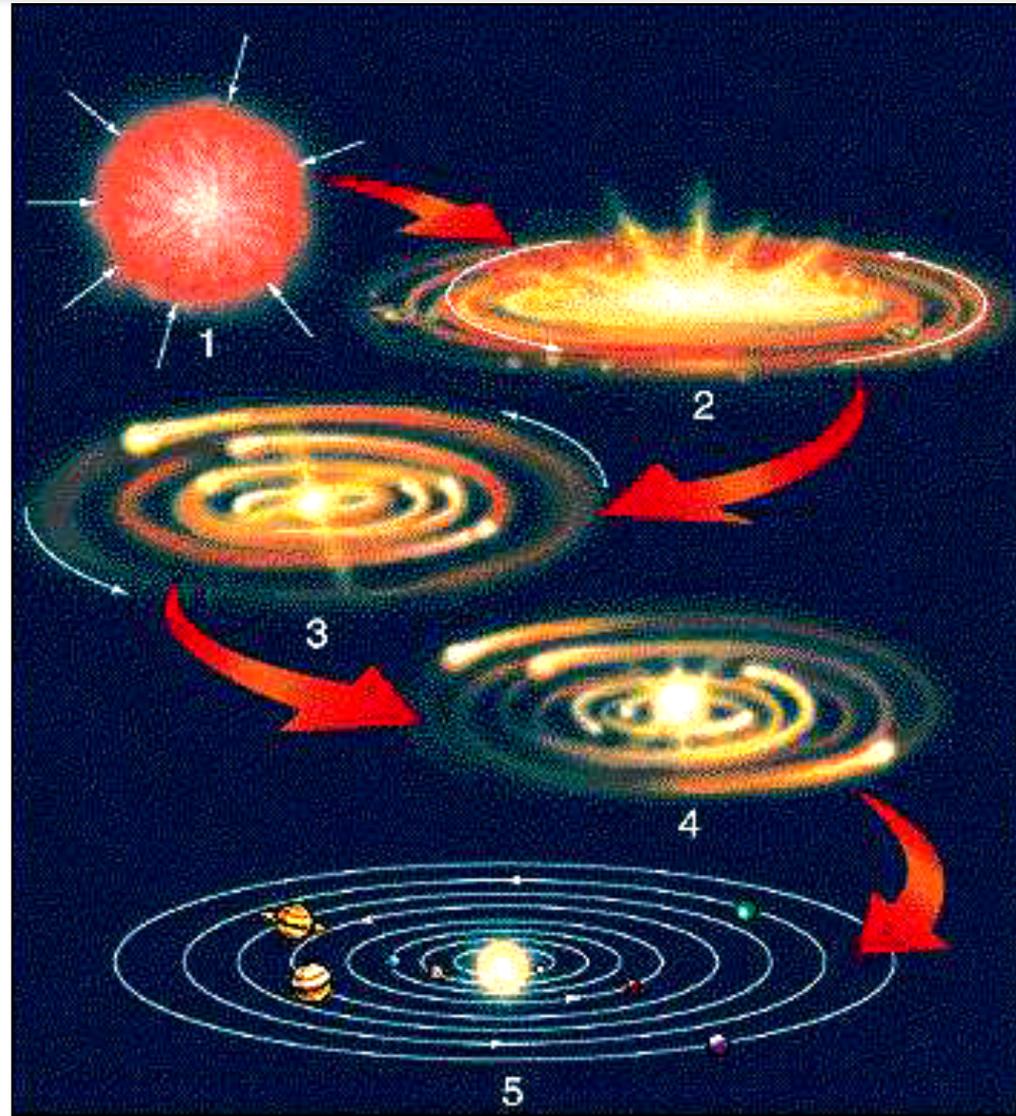
Primeras señales de vida

Tierra 1000 millones años

Evolución atmosférica, geológica, impactos cada vez menos frecuentes

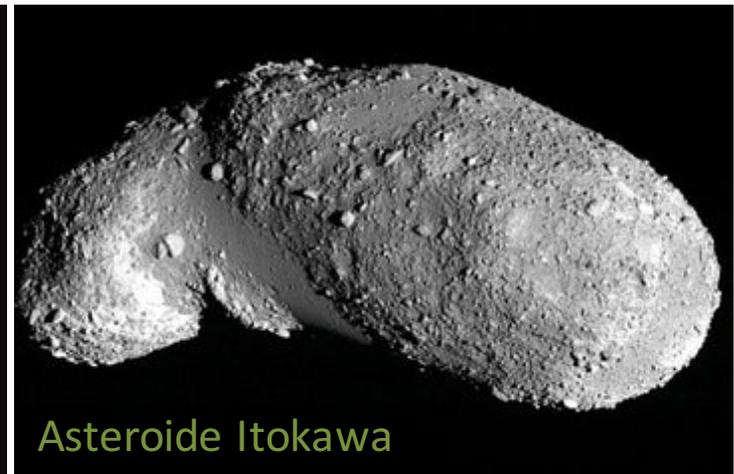
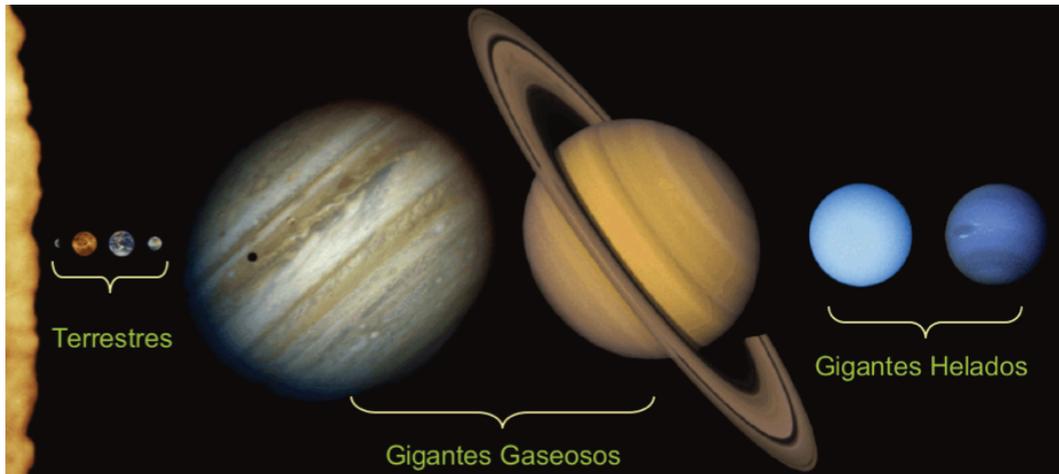
Ahora

27 febrero 2019



1. Introducción

El Sistema Solar está formado por: el Sol, los planetas, los satélites, los planetas “enanos”, y los cuerpos menores (+ heliosfera)



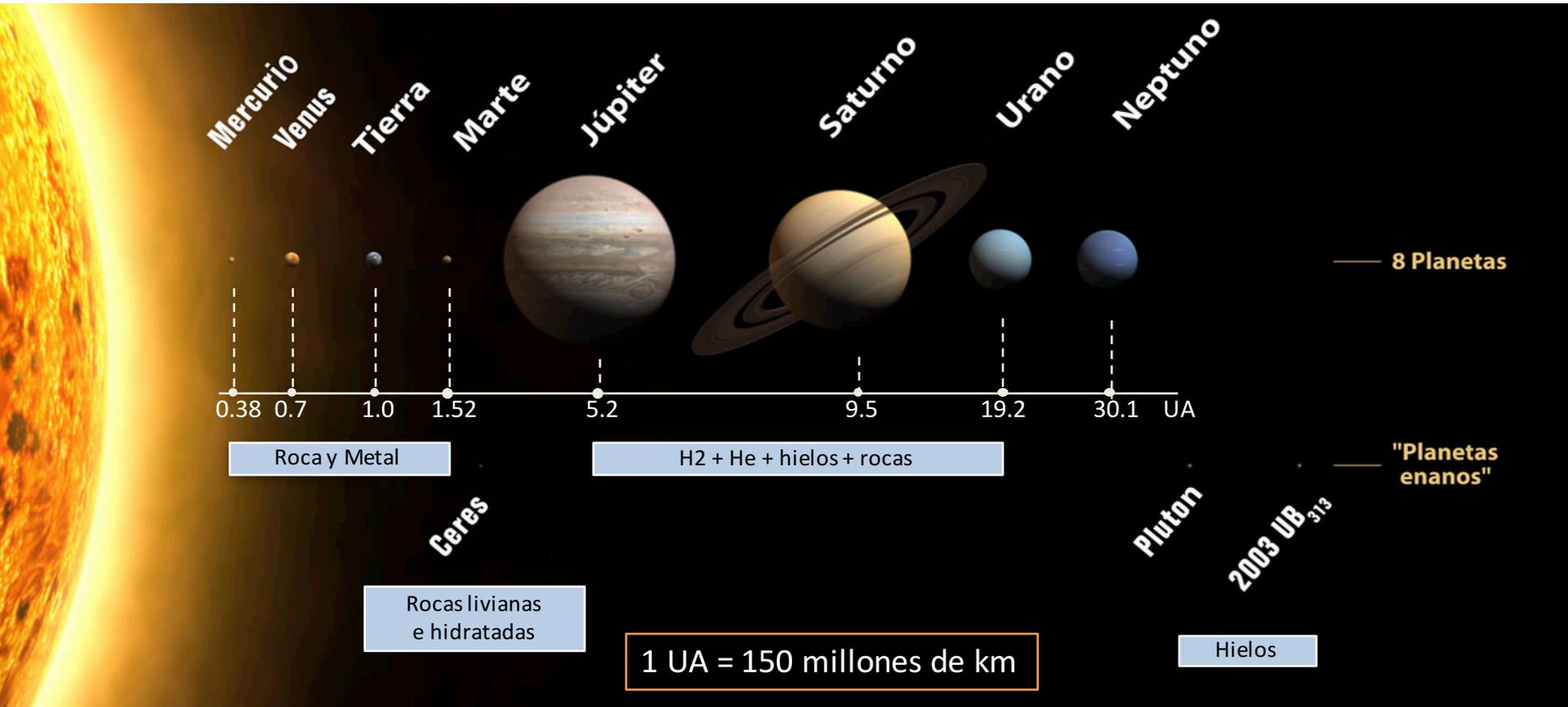
El 99.8% de la masa total está en el Sol

Júpiter	0.095%	317.7 M_{\oplus}
Saturno	0.029%	95.16 M_{\oplus}
Urano	0.004%	14.53 M_{\oplus}
Neptuno	0.005%	17.14 M_{\oplus}

El 98% del momento angular total está en los planetas

Sol	$1.1 \times 10^{41} \text{ kg m}^2/\text{s} = L_{\odot}$
Júpiter	$1.9 \times 10^{43} \text{ kg m}^2/\text{s} = 173 L_{\odot}$
Saturno	$7.8 \times 10^{42} \text{ kg m}^2/\text{s} = 71 L_{\odot}$
Tierra	$2.7 \times 10^{40} \text{ kg m}^2/\text{s} = 0.25 L_{\odot}$

1. Introducción



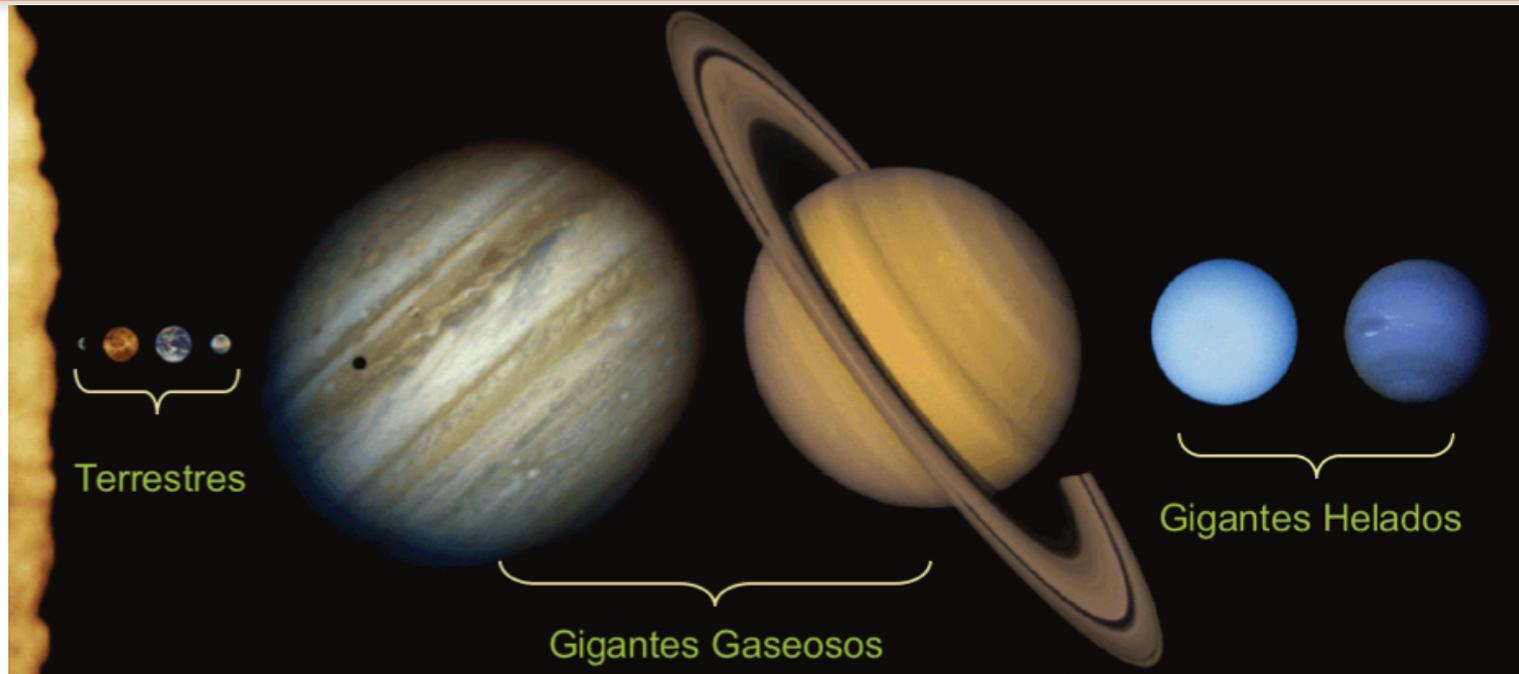
← Sistema Solar Interior

Planetas terrestres
Asteroides (+cometas)

← Sistema Solar Exterior

Planetas gigantes (gaseosos y helados)
Objetos helados (+cometas)
Planetas enanos

2. Planetas



- Mercurio, Venus, Tierra, Marte
- Pequeños (2.400-6.400 km)
- Silicatos y metales
- Corteza sólida y atmósfera pequeña (N_2 , O_2 , CO_2)

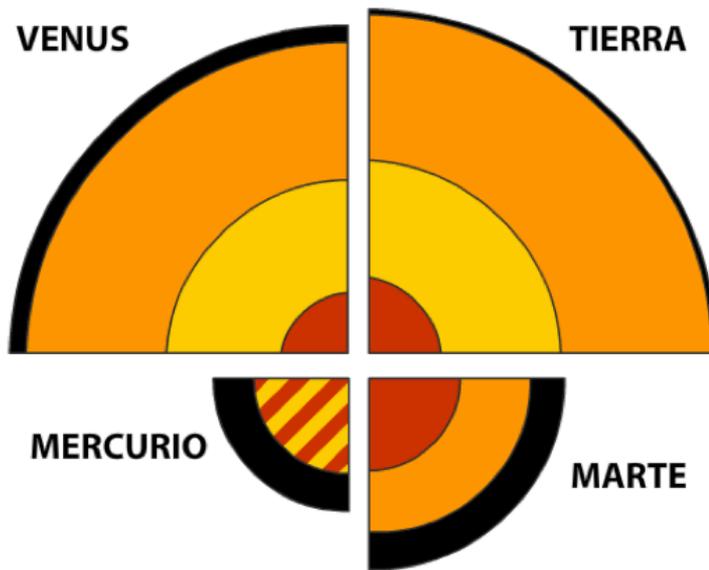
- Júpiter y Saturno
- Grandes: 67.000 y 54.000 km
- Entre 300 y 100 M_{\oplus}
- Compuestos de H y He
- Núcleo de materiales pesados ($\sim 10 M_{\oplus}$)

- Urano y Neptuno
- ~ 25.000 km
- Entre 15 y 17 M_{\oplus}
- Compuestos de H_2O , NH_3 , CH_4 y roca (silicatos + metal)
- Atmósfera $\sim 1 - 4 M_{\oplus}$ (H y He)

- intensos campos magnéticos
- numerosos satélites naturales
- anillos en el plano ecuatorial

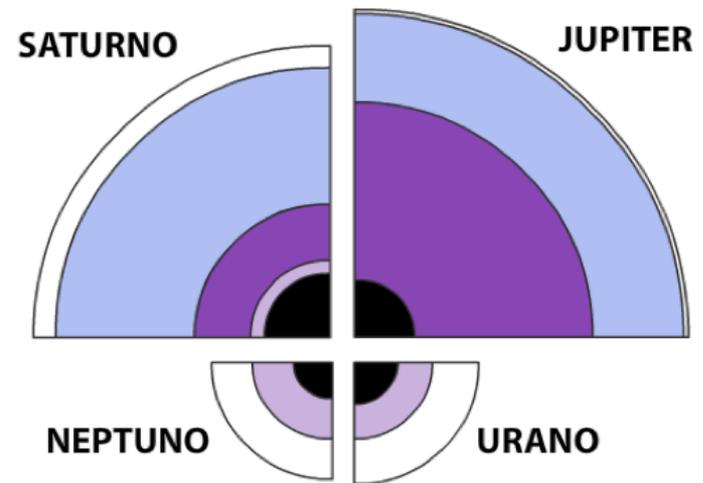
2. Planetas

Interiores diferenciados:
núcleo, corteza y manto



- Centro sólido de hierro
- Centro líquido de hierro
- Manto de silicato
- Corteza de silicato

Corte del interior

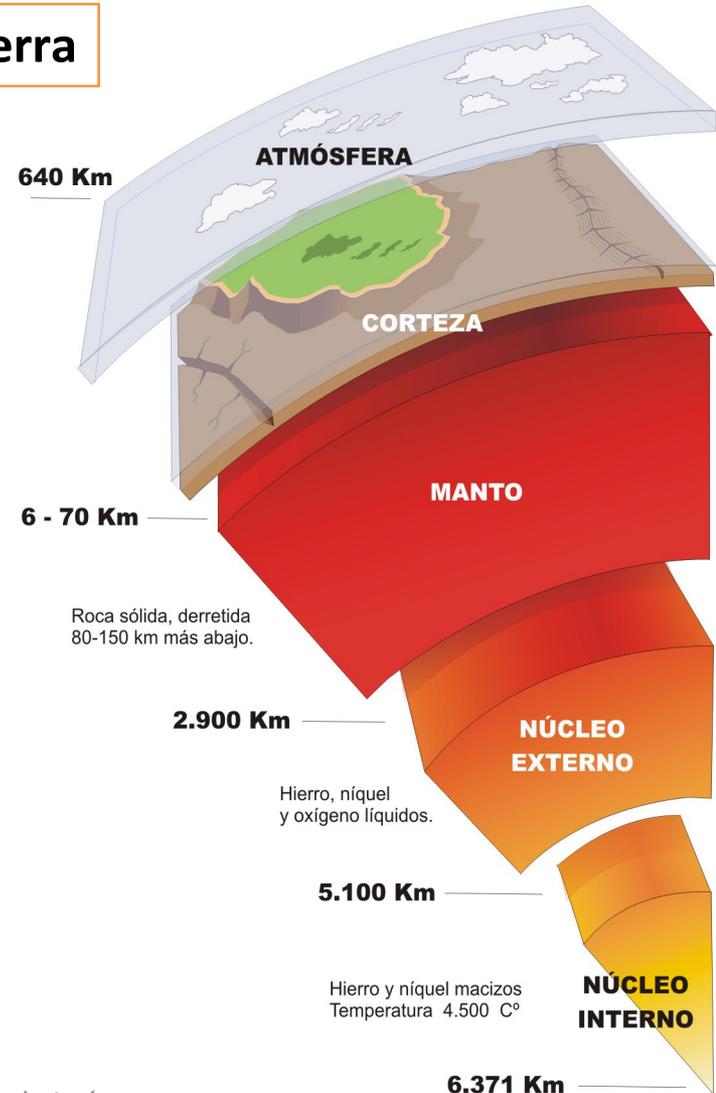
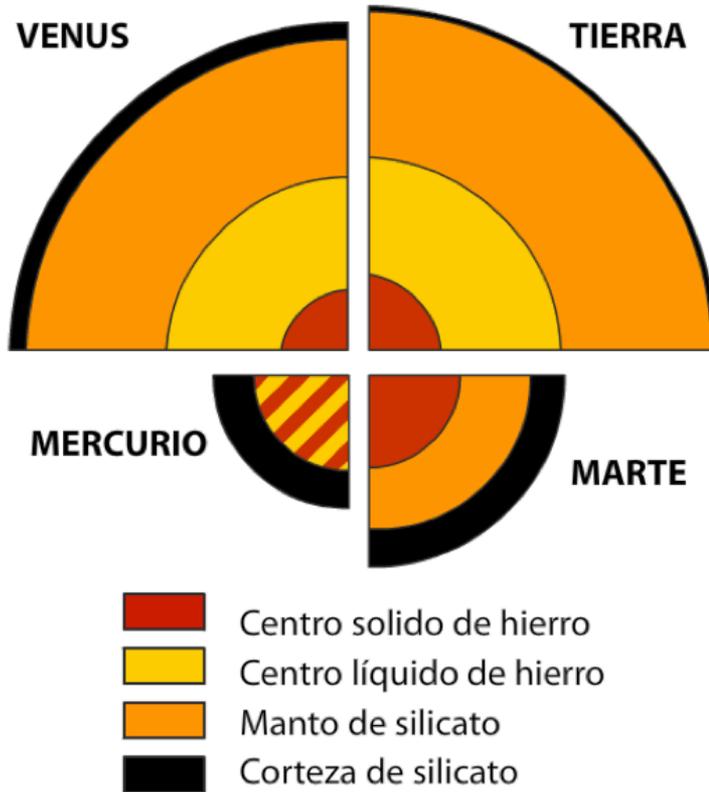


- Centro de silicato
- Centro de hielo
- Hidrógeno líquido metálico
- Hidrógeno líquido
- Hidrógeno gaseoso

2. Planetas

Interiores diferenciados:
núcleo, corteza y manto

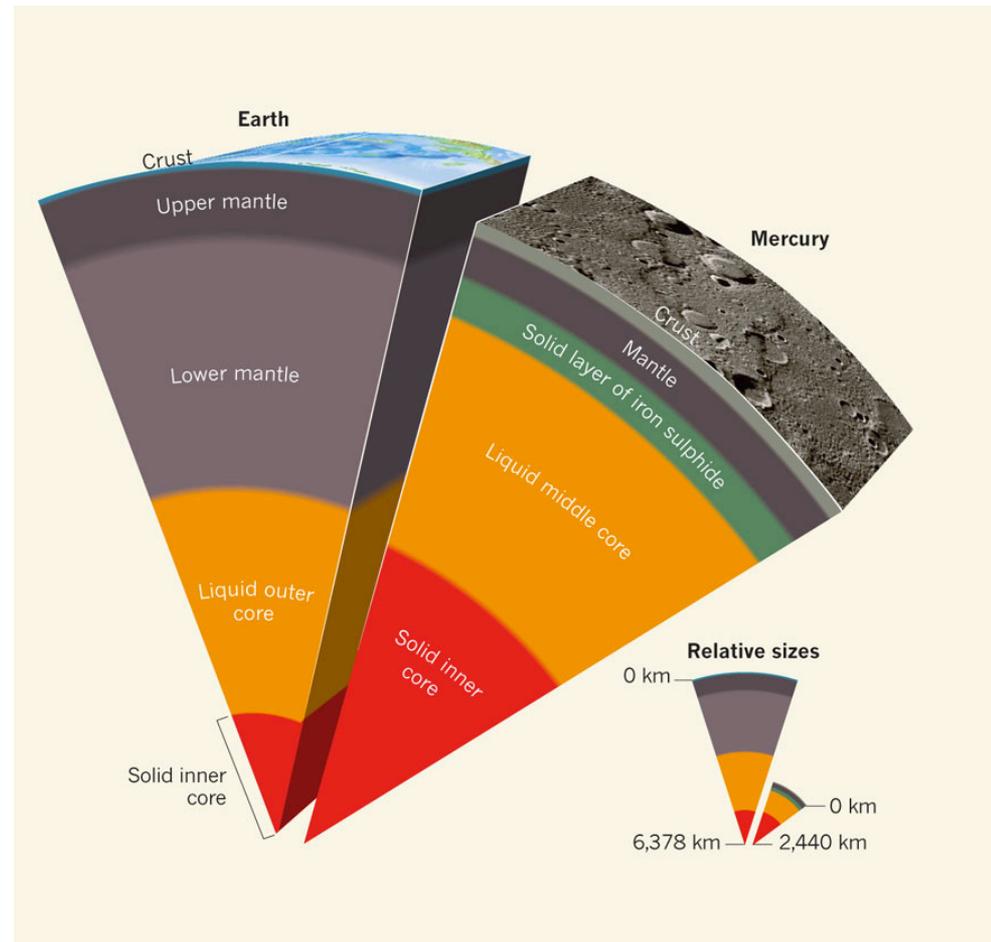
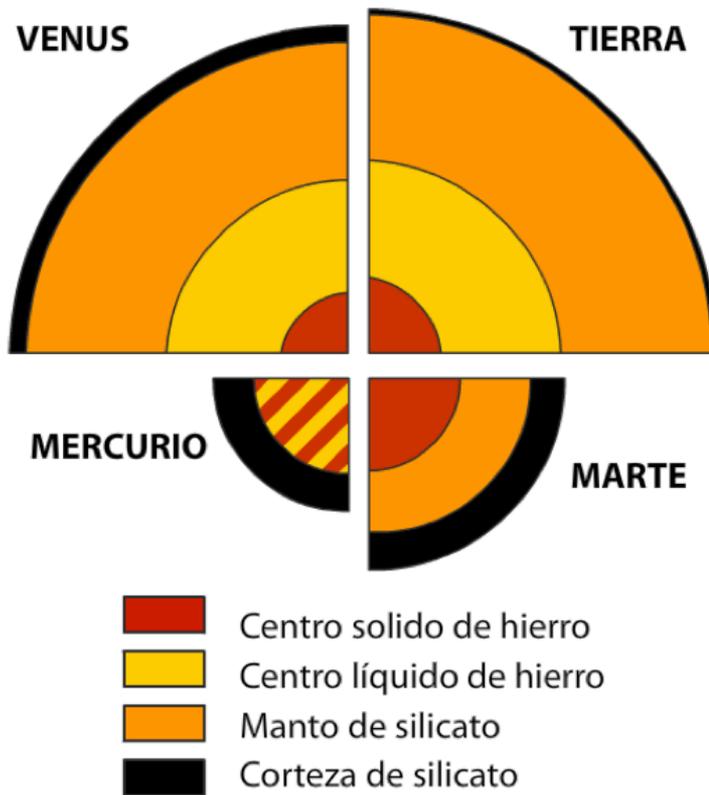
La Tierra



2. Planetas

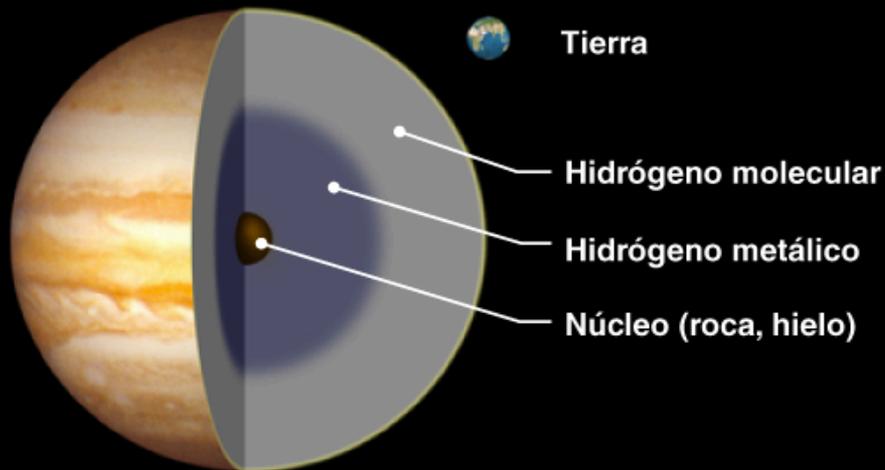
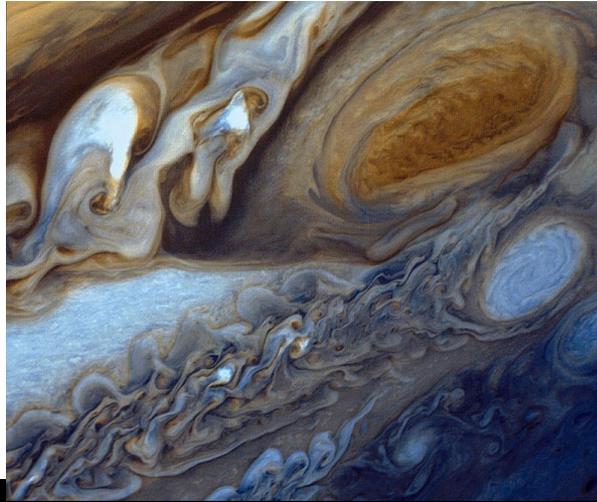
Interiores diferenciados:
núcleo, corteza y manto

Mercurio



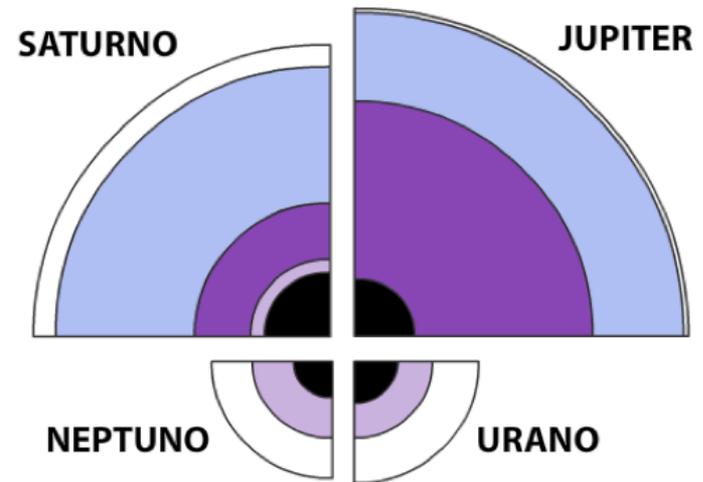
2. Planetas

Júpiter



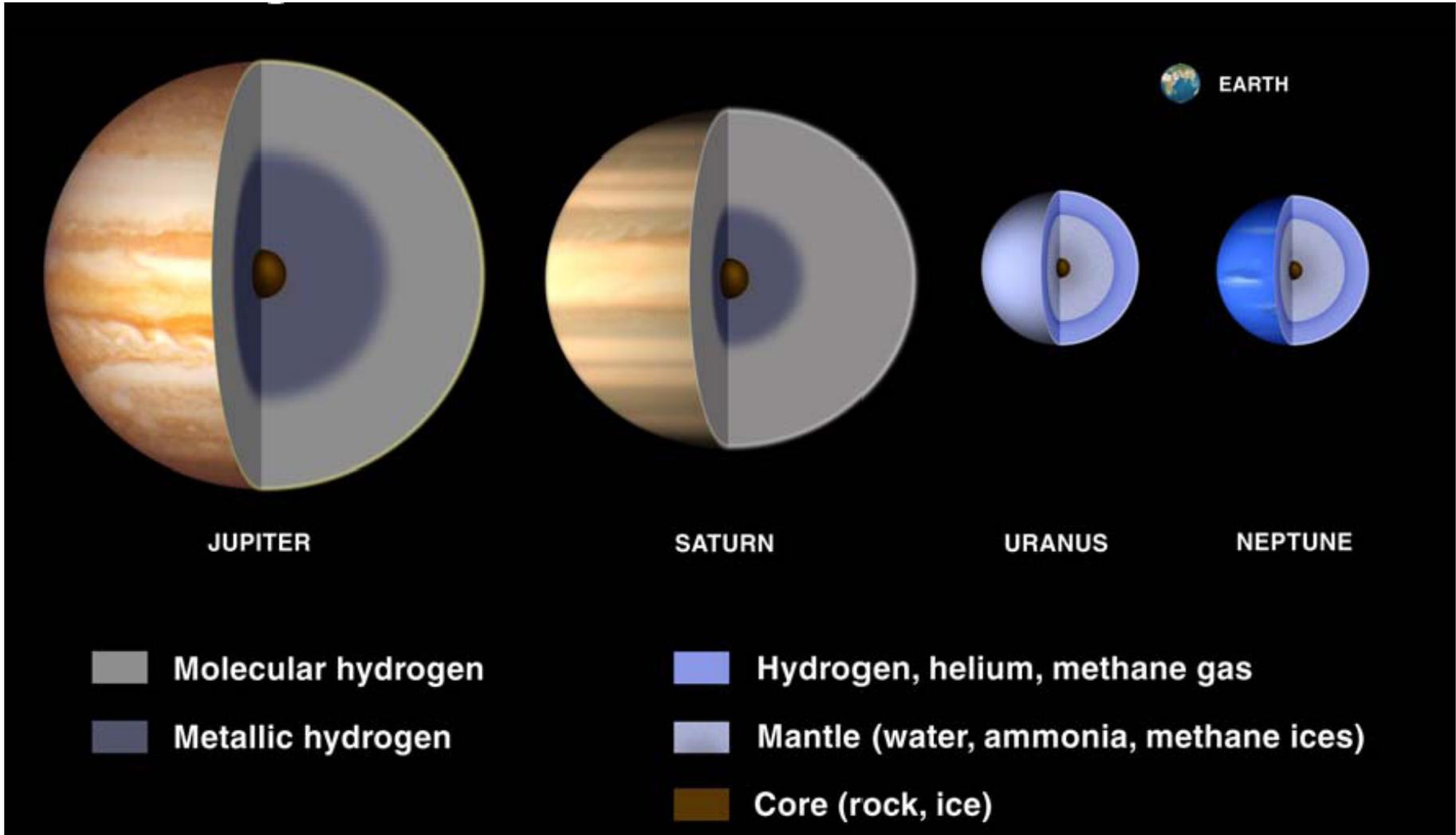
Júpiter

Corte del interior



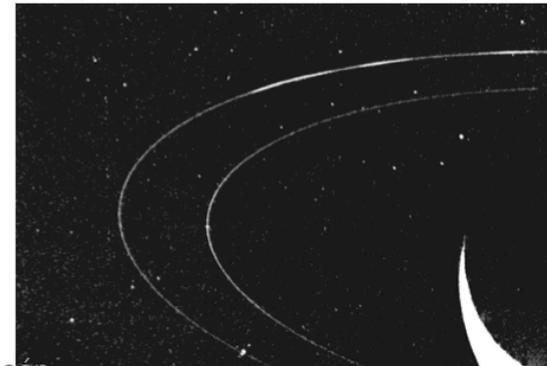
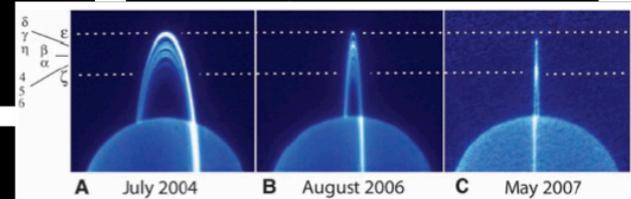
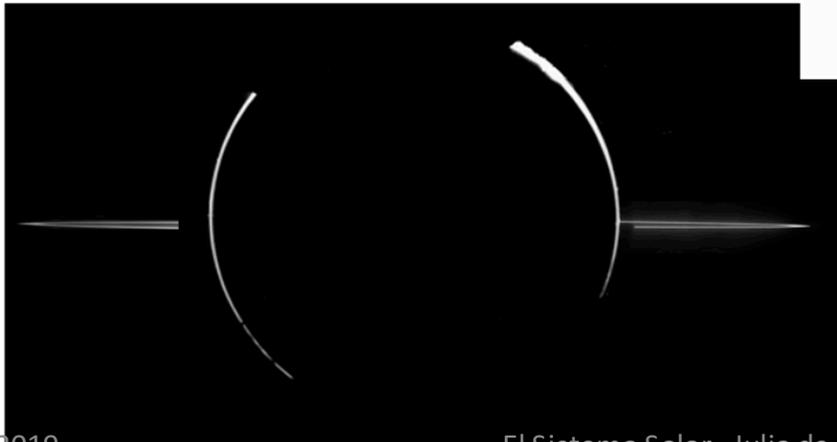
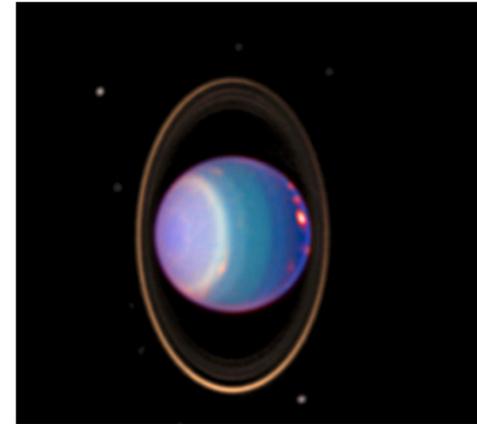
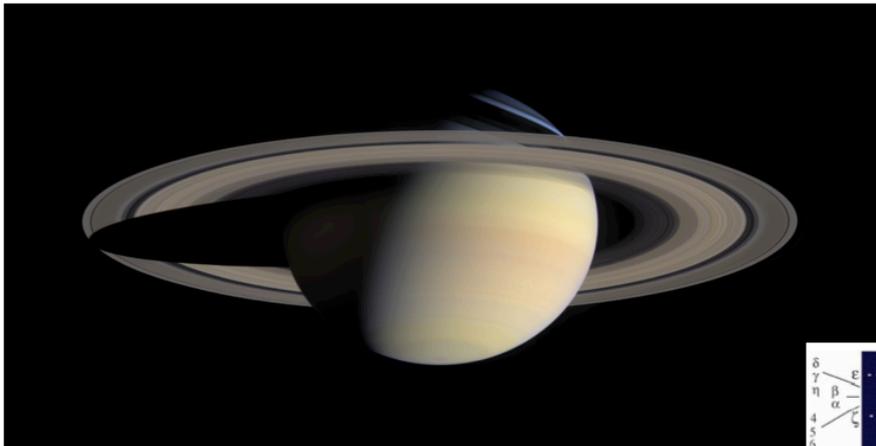
- Centro de silicato
- Centro de hielo
- Hidrógeno líquido metálico
- Hidrógeno líquido
- Hidrógeno gaseoso

2. Planetas



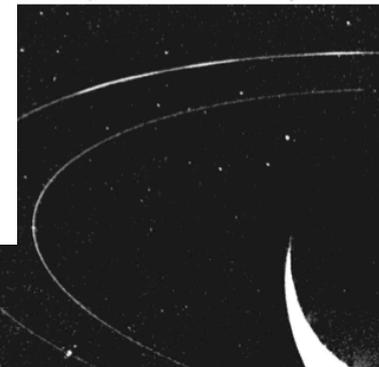
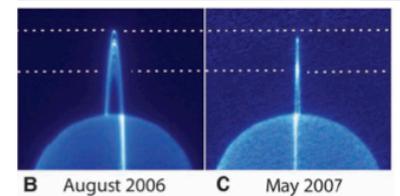
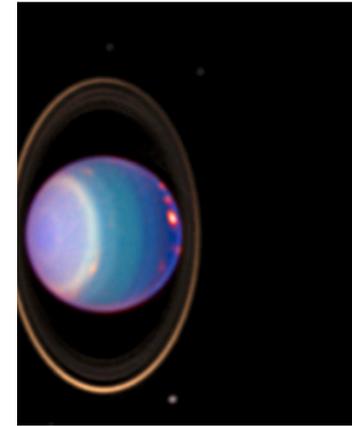
2.1 Anillos planetarios

- Estructuras en forma de anillo formadas por pequeñas partículas de hielo y/o polvo (< 1m) que giran alrededor de un planeta próximas a su plano equatorial



2.1 Anillos planetarios

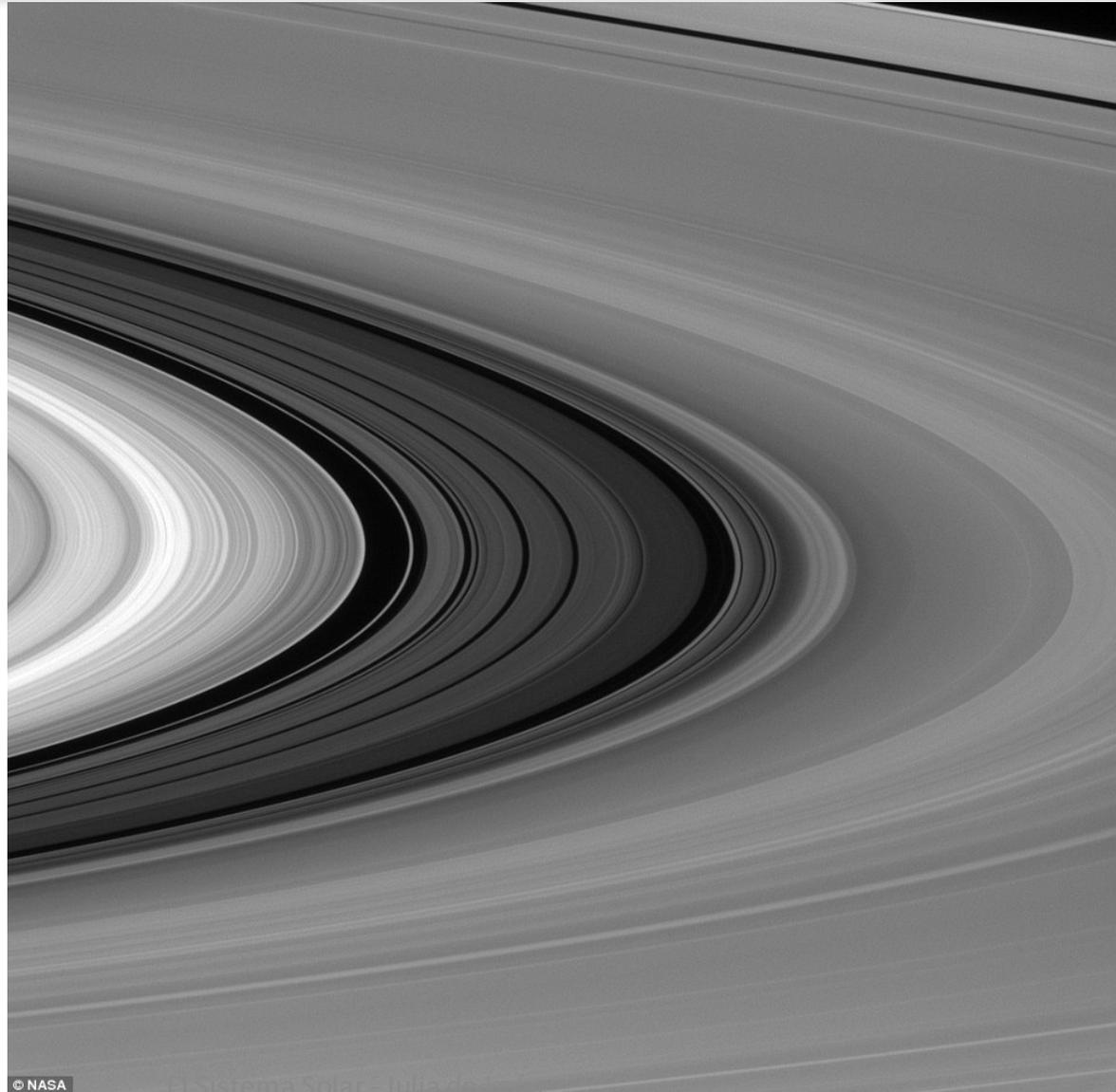
- Estructuras en forma de anillo formadas por pequeñas partículas de hielo y/o polvo (< 1m) que giran alrededor de un planeta próximas a su plano ecuatorial
- Presentes en los 4 planetas gigantes, con extensión variable entre 2 y 3 radios del planeta y masas en torno a unas 10^{-8} veces la masa de los satélites
- Pueden crearse tanto a partir de un cuerpo destruido (*tidal disruption*) en el límite de Roche, como ser un satélite que no llegó a formarse
- Se observan multitud de estructuras dinámicas:
 - Colisiones
 - Resonancias gravitatorias con los satélites
 - Satélites “pastores” (confinamiento)
 - Ondas, cuñas radiales, etc...



2.1 Anillos planetarios

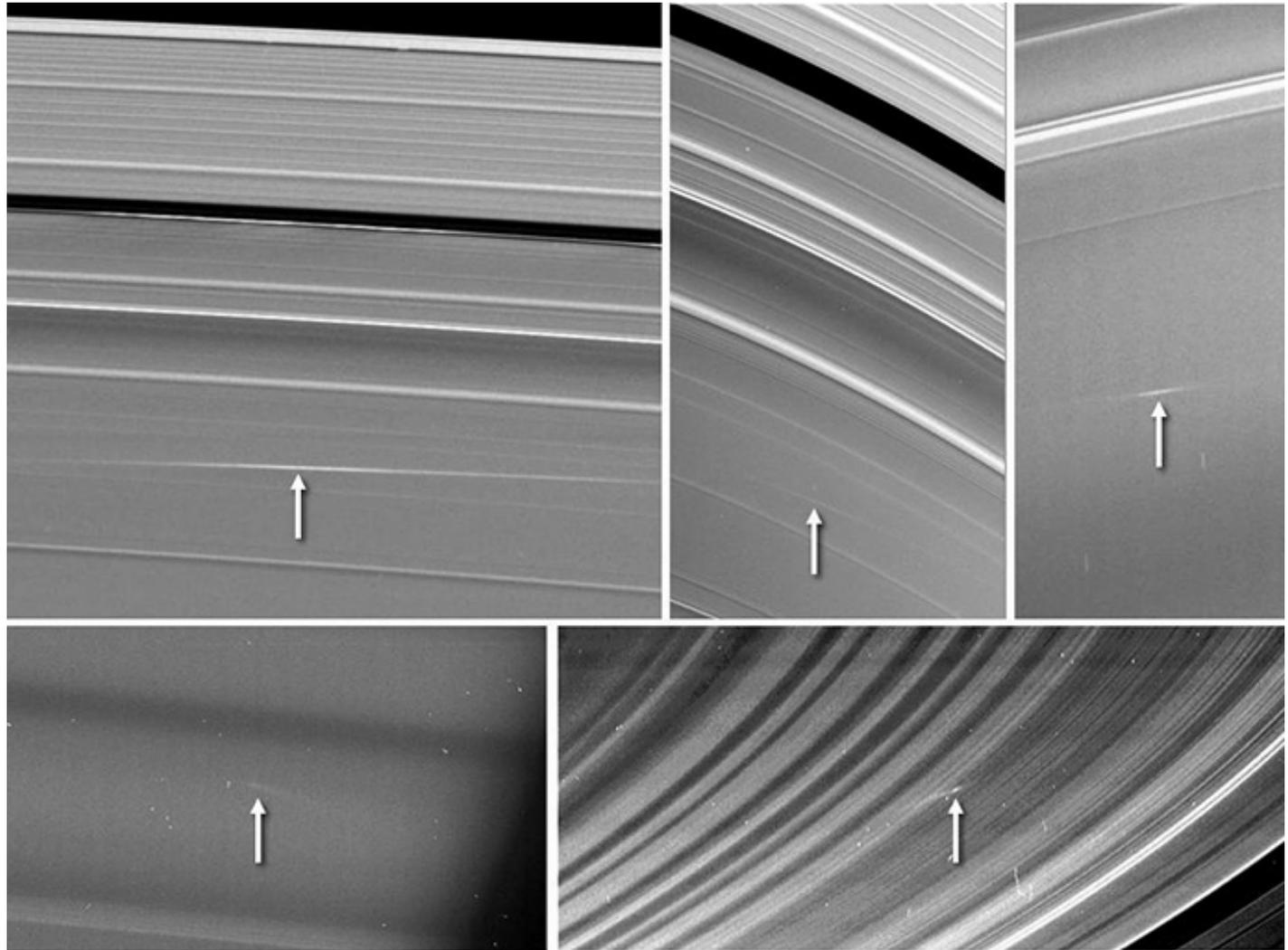
Saturno

Complejo sistema de anillos jóvenes formados principalmente por hielos



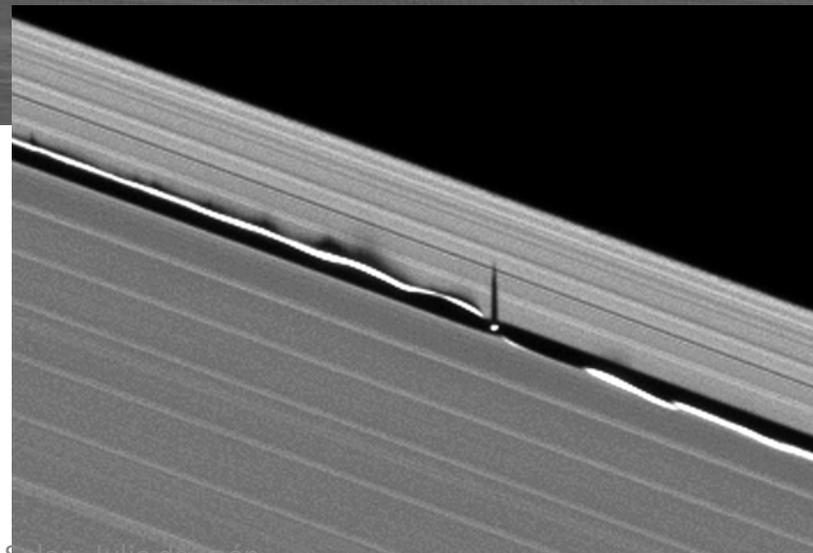
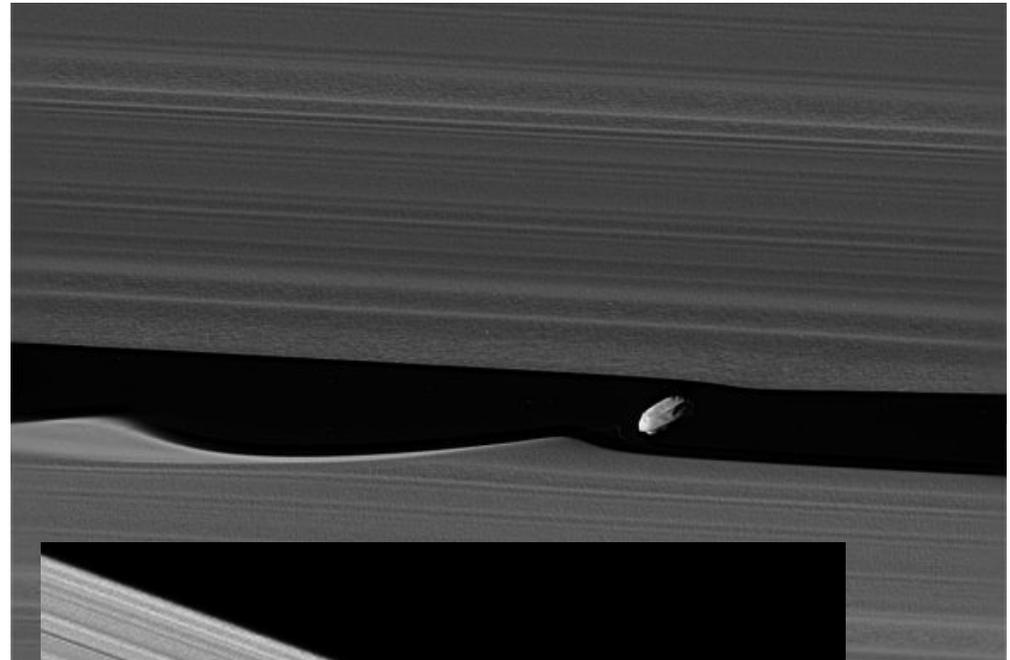
Saturno

Colisiones



Saturno

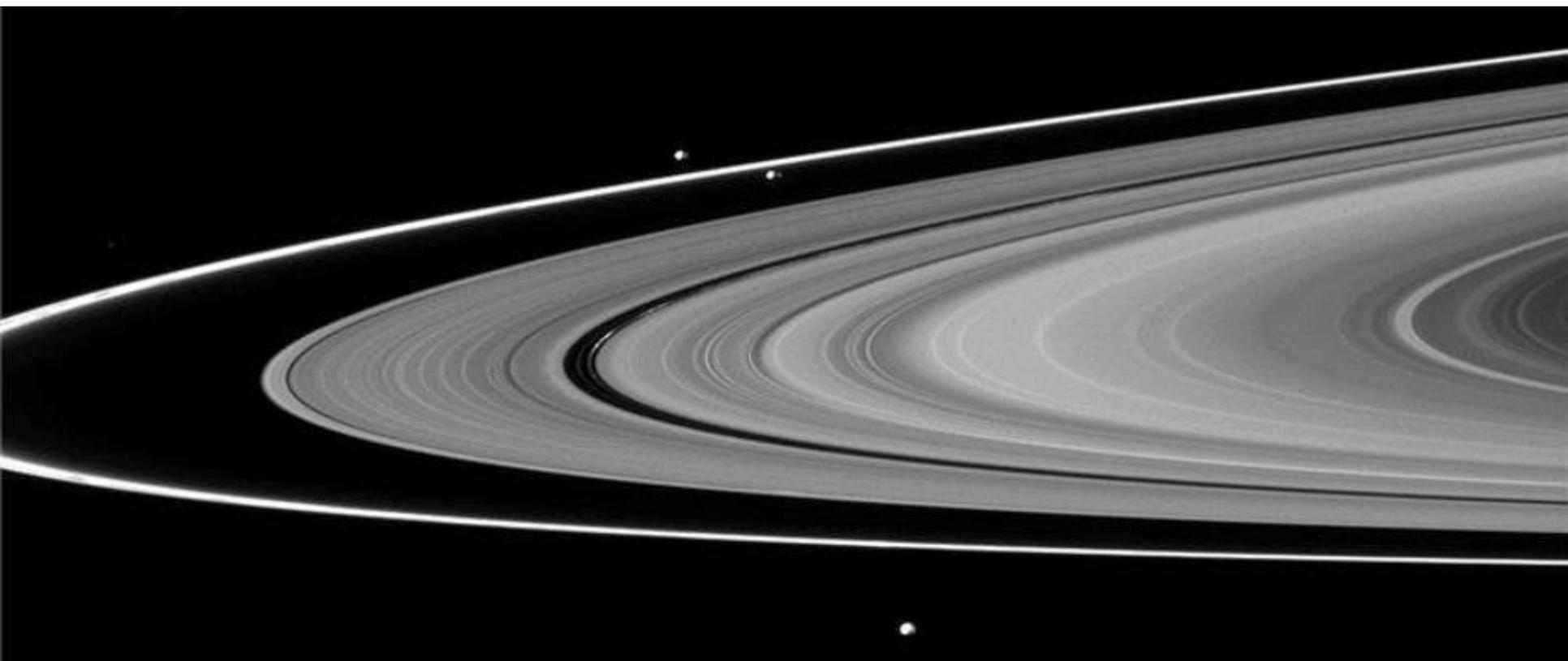
Ondas



2.1 Anillos planetarios

Saturno

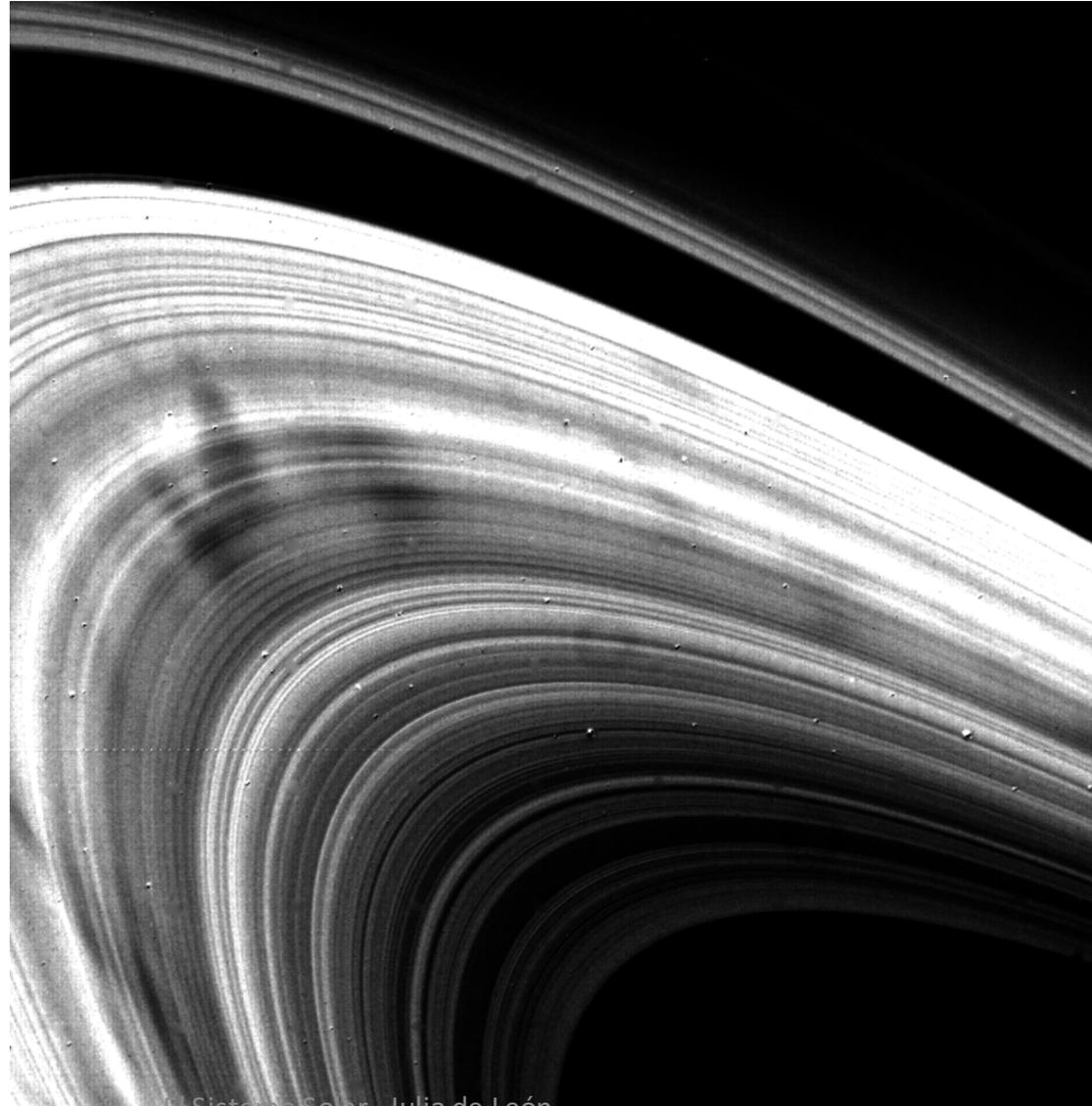
Satélites “pastores”



Saturno

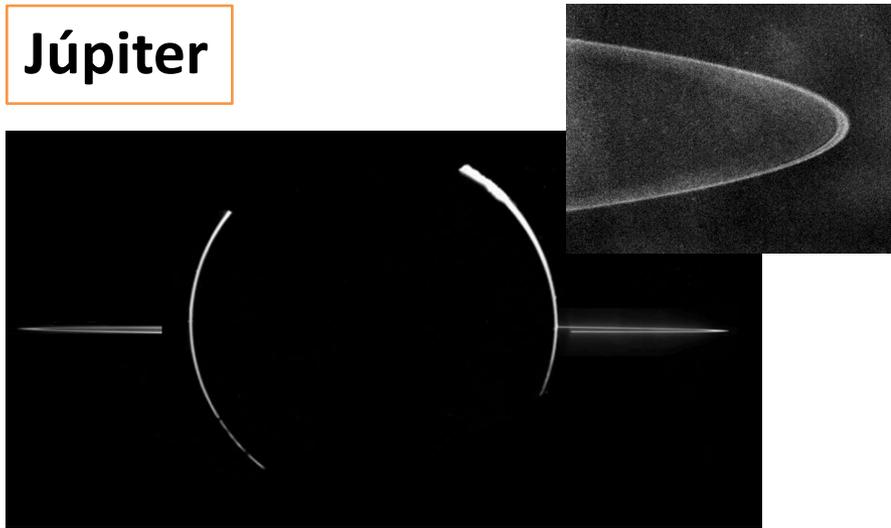
Spokes

Hypótesis: partículas de polvo con alta carga de electricidad interaccionando con el campo magnético de Saturno

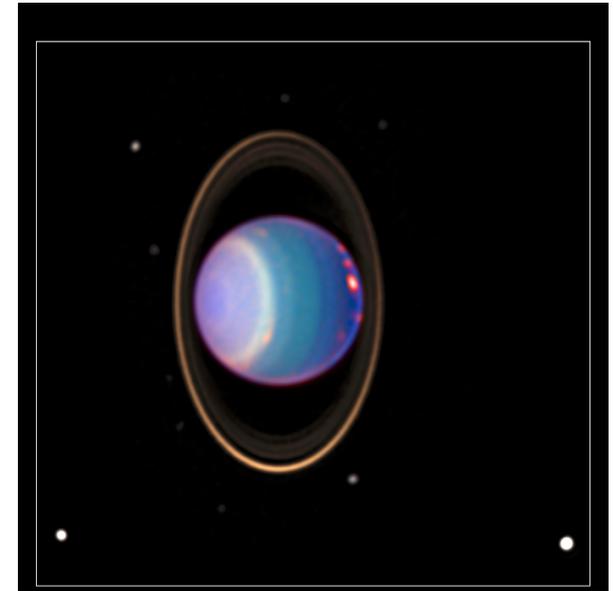


2.1 Anillos planetarios

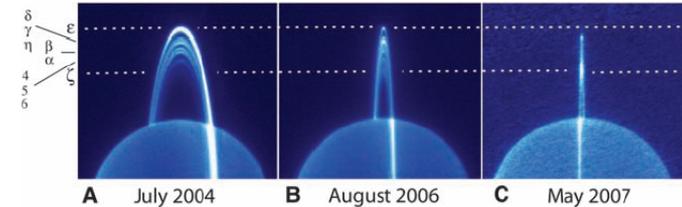
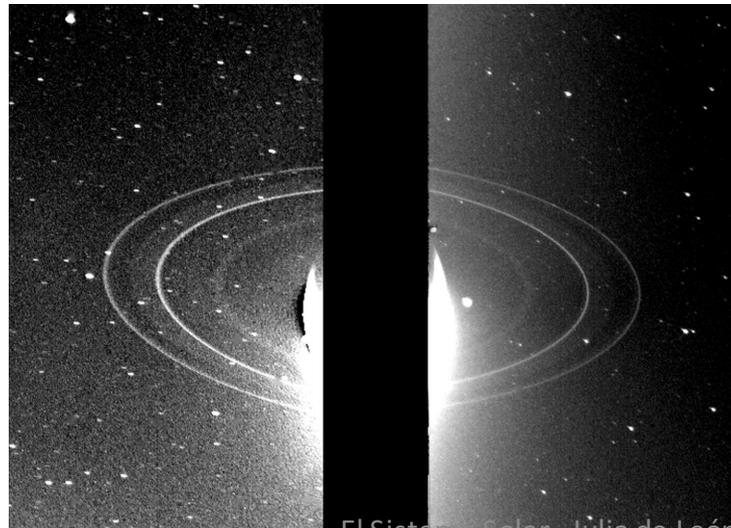
Júpiter



Urano



Neptuno



3. Planetas enanos

¿Qué *&%**\$!!! son los planetas enanos?

Al aumentar el número de objetos descubiertos de tamaño similar (incluso mayor) a Plutón, el 24 de agosto de 2006, la Unión Astronómica Internacional (IAU) se reunió para revisar la definición de planeta. Un **planeta** es un cuerpo celeste que:

1

Orbita alrededor del Sol

2

Tiene suficiente masa para que su gravedad supere las fuerzas de cuerpo rígido, de manera que asuma una forma en equilibrio hidrostático (prácticamente esférica).

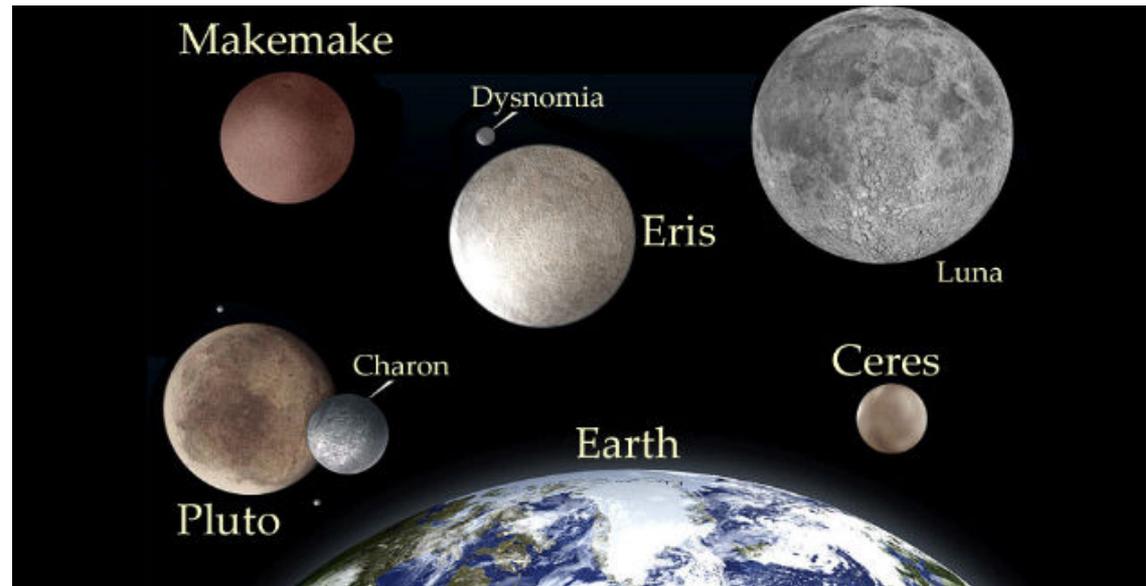
3

Ha limpiado la vecindad de su órbita de otros pequeños cuerpos.

1 + 2 + 3 = *Planeta*

1 + 2 = *Planeta "enano"*

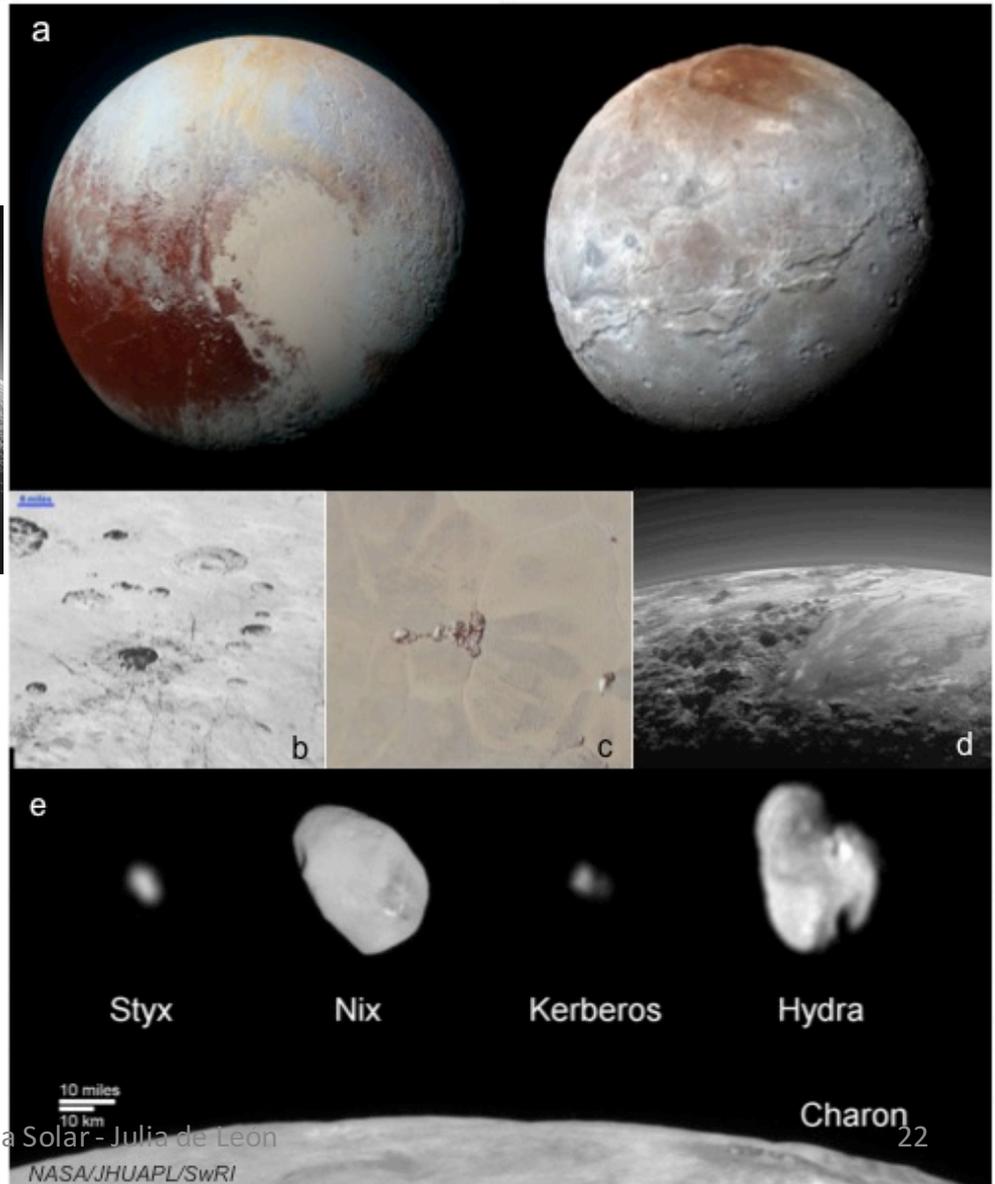
1 = *cuerpo menor*



3. Planetas enanos



Plutón - Caronte

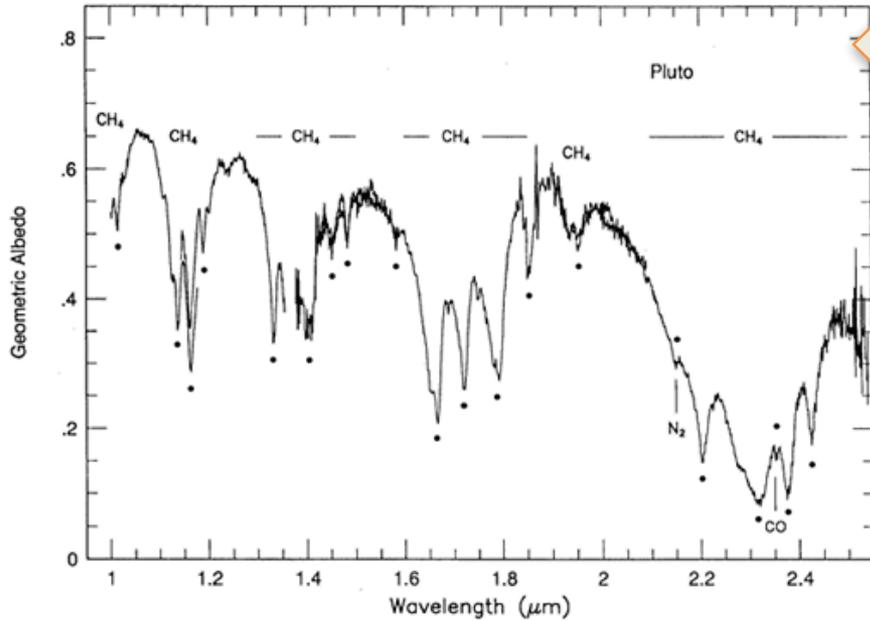


27 febrero 2019

El Sistema Solar - Julia de Leon

NASA/JHUAPL/SwRI

3. Planetas enanos

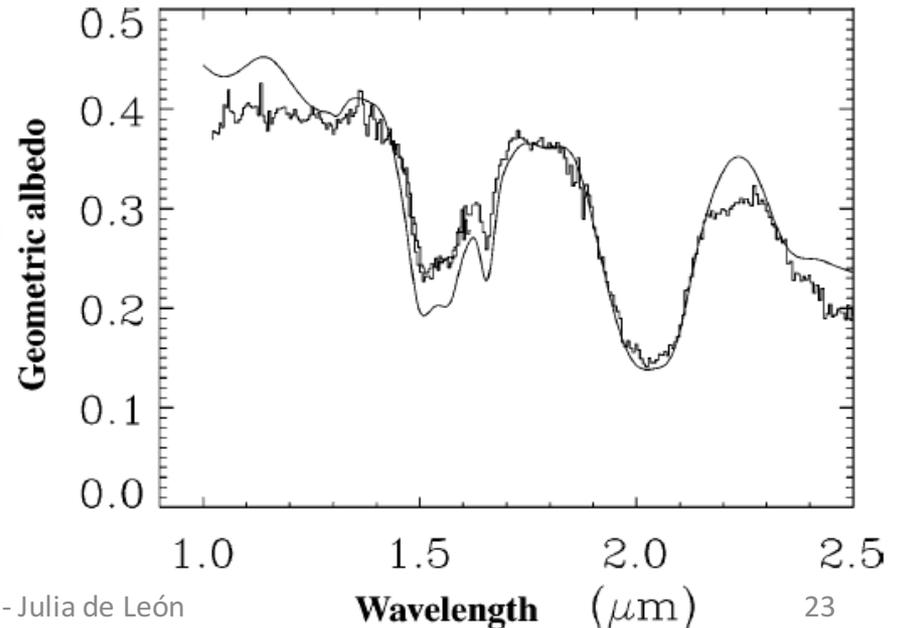


Plutón

- profundas bandas de hielo de metano
- pequeñas bandas de N₂ y CO
- no bandas de hielo de agua
- color rojo en el visible → orgánicos en la superficie?

Caronte

- profundas bandas de hielo de agua
- agua cristalina
- débiles bandas de hielo de amoníaco y amoníaco hidratado?
- de color neutro por debajo de 1.2 μm



4. Cuerpos Menores



Asteroides

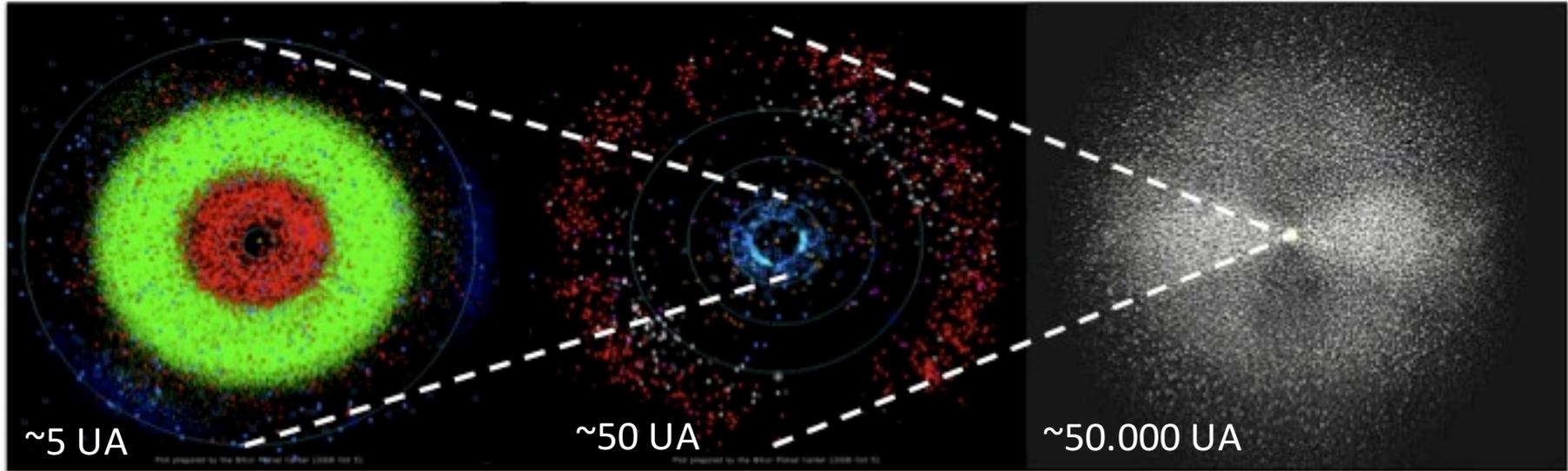


Cometas



Objetos trans-Neptunianos

4. Cuerpos Menores



~5 UA

~50 UA

~50.000 UA

Cinturón principal
de asteroides

Cinturón trans-Neptuniano
(o cinturón de Kuiper)

Nube de Oort

Objetos rocosos y metálicos

Objetos helados: hielo & silicatos

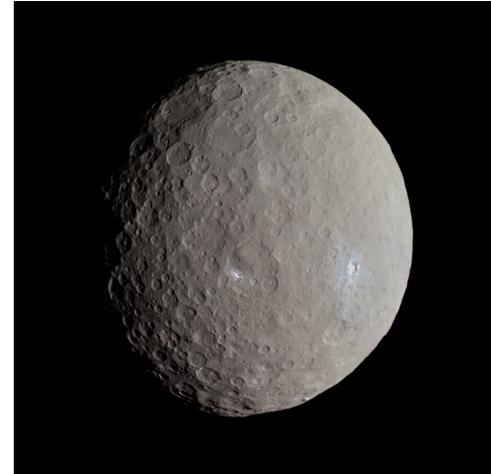
Los cometas son dispersados tanto desde el cinturón trans-Neptuniano como desde la nube de Oort

4.1 Asteroides

Según la Real Academia Española:

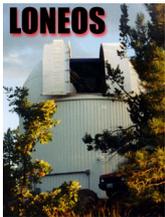
asteroide. (Del gr. ἀστεροειδής, de figura de estrella).

1. adj. De forma de estrella.
2. m. Cada uno de los planetas telescópicos, cuyas órbitas se hallan comprendidas, en su mayoría, entre las de Marte y Júpiter.



(1) Ceres fue el primer asteroide descubierto en 1801 por el padre Giuseppe Piazzi (Observatorio de Palermo)

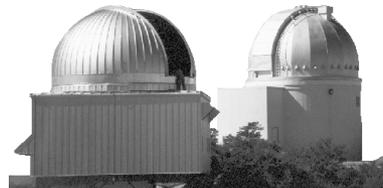
Desde los 80 los descubrimientos son de varios miles al año gracias a programas dedicados de búsqueda. En la actualidad existen más de 750.000 conocidos



LONEOS



CSS



Spacewatch



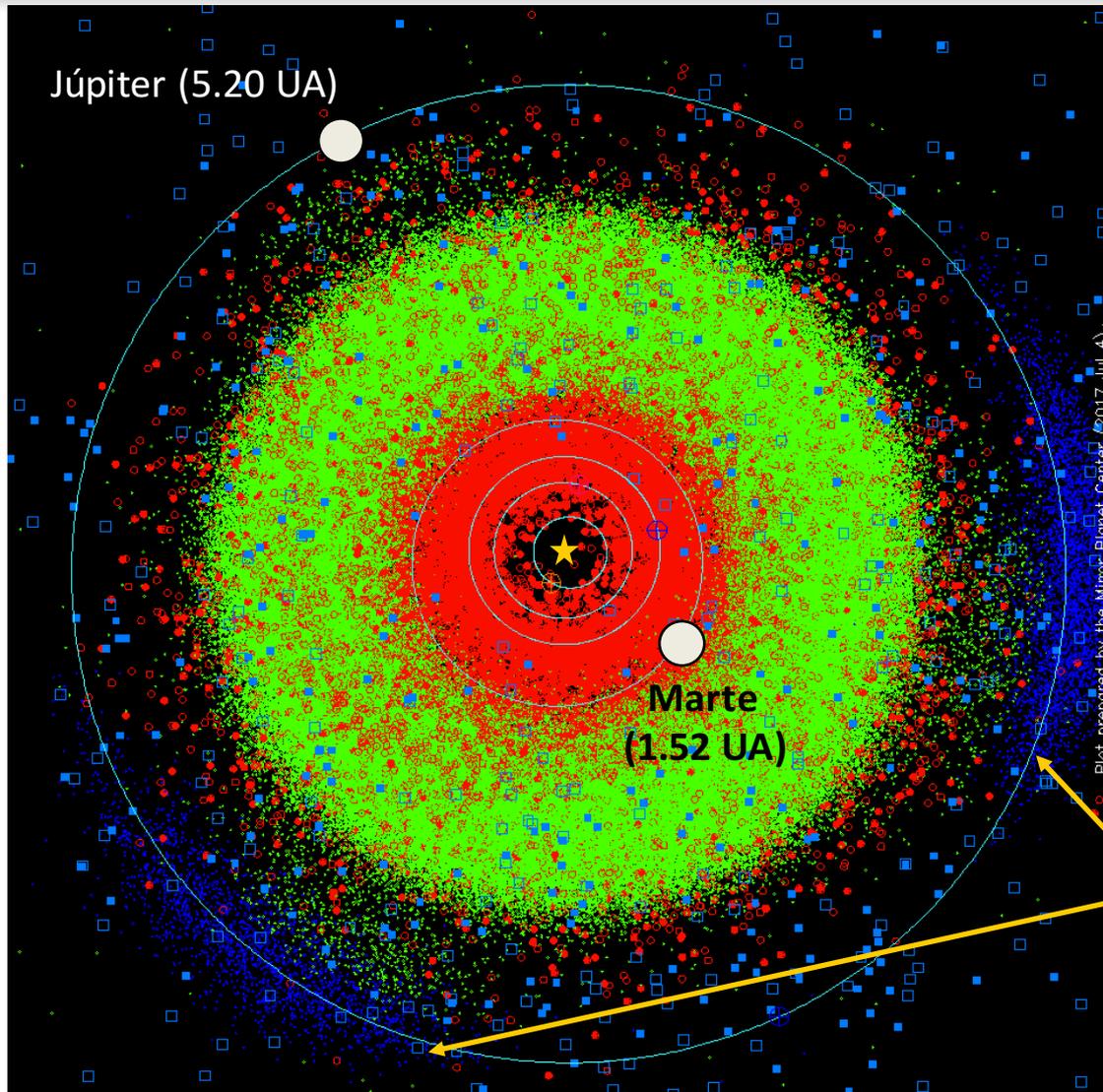
LINEAR



Pan-Starrs



4.1 Asteroides



Asteroides cercanos a la Tierra
(Near-Earth Asteroids, NEAs) ●

$$q \leq 1.3 \text{ UA} \text{ y } Q \geq 0.98 \text{ UA}$$

Mars Crossers

$$1.30 < q < 1.66 \text{ UA}$$

Asteroides del cinturón
principal (Main Belt, MBs) ●

Interior -- [2.06 - 2.50] UA

Central -- [2.50 - 3.28] UA

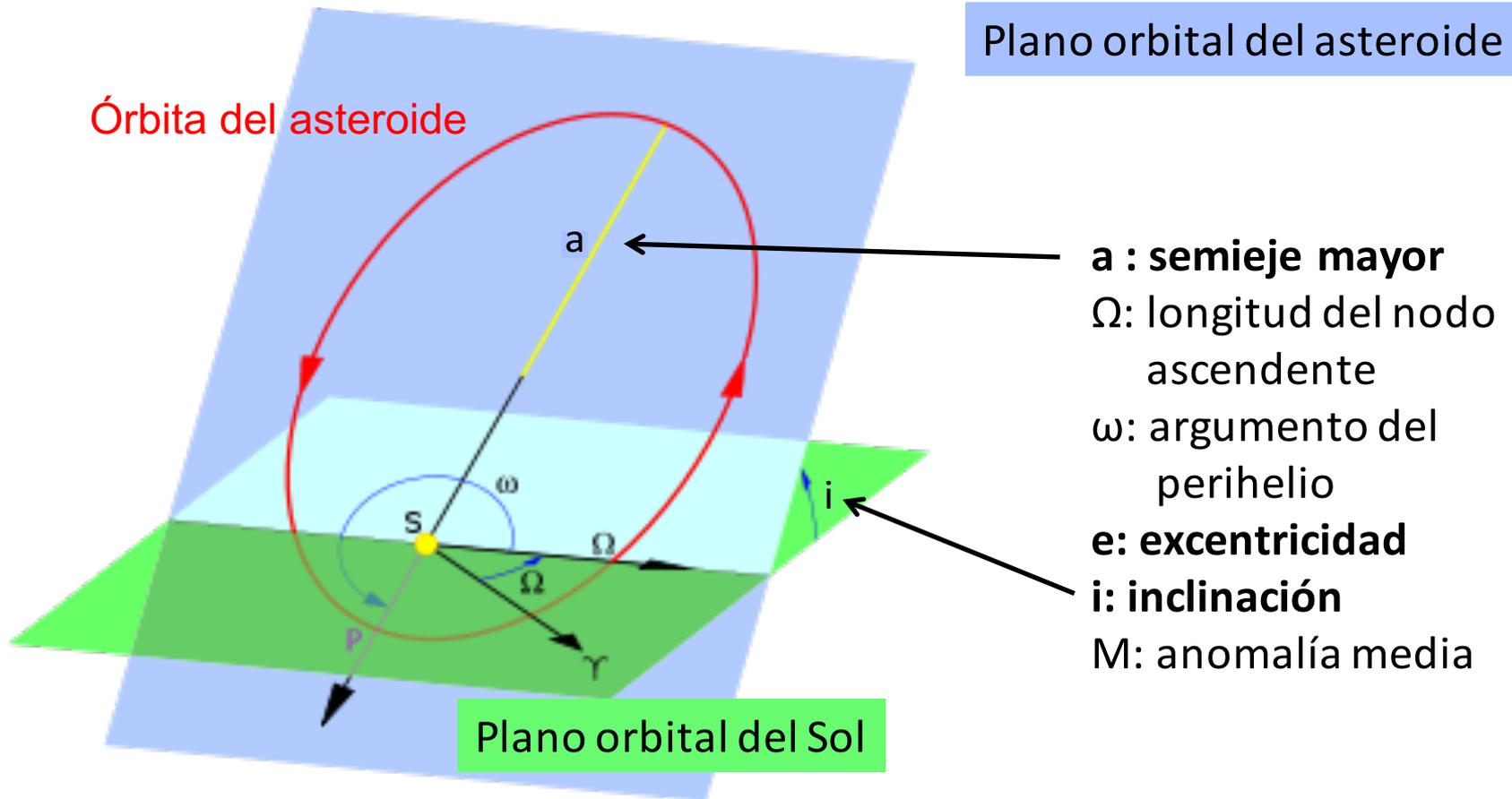
Exterior -- [3.28 - 5.20] UA

Asteroides Troyanos de
Júpiter ●

puntos de Lagrange L4 y L5

Cometas ■ □

4.1 Asteroides



4.1 Asteroides



HOME ABOUT CONTACT

Running Tallies

Near-Earth Objects Discovered

THIS MONTH:	15
THIS YEAR:	906
ALL TIME:	18456

Minor Planets Discovered

THIS MONTH:	24
THIS YEAR:	3662
ALL TIME:	779736

Comets Discovered

THIS MONTH:	1
THIS YEAR:	24
ALL TIME:	4024

Observations

THIS MONTH:	188985
THIS YEAR:	8.6 million
ALL TIME:	190.8 million

The Minor Planet Center (MPC) is the single worldwide location for receipt and distribution of positional measurements of minor planets, comets and outer irregular natural satellites of the major planets.

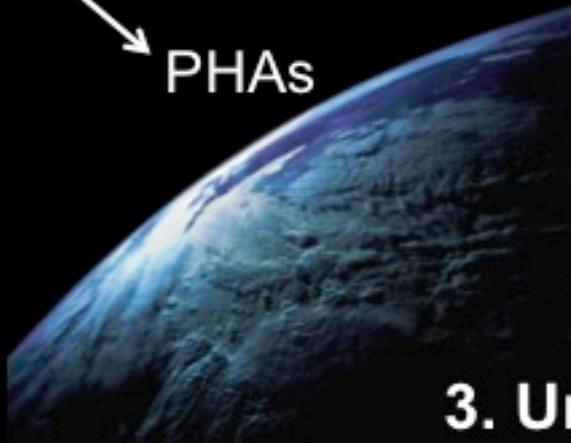
The MPC is responsible for the identification, designation and orbit computation for all of these objects. This involves maintaining the master files of observations and orbits, keeping track of the discoverer of each object, and announcing discoveries to the rest of the world via electronic circulars and an extensive website. The MPC operates at the Smithsonian Astrophysical Observatory, under the auspices of Division F of the International Astronomical Union (IAU).

4.1 Asteroides

1. Acercamiento a la Tierra

Near-Earth Asteroids (NEAs)
(meteoroides $1\mu\text{m}$ -1m)

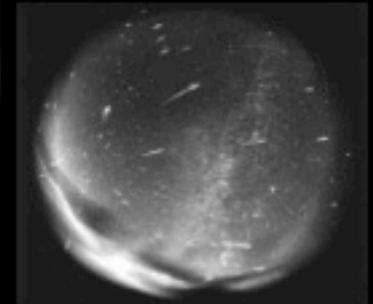
↓
PHAs



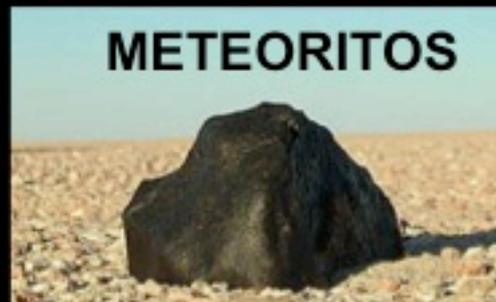
2. Atravesando la atmósfera

METEOROS/BÓLIDOS

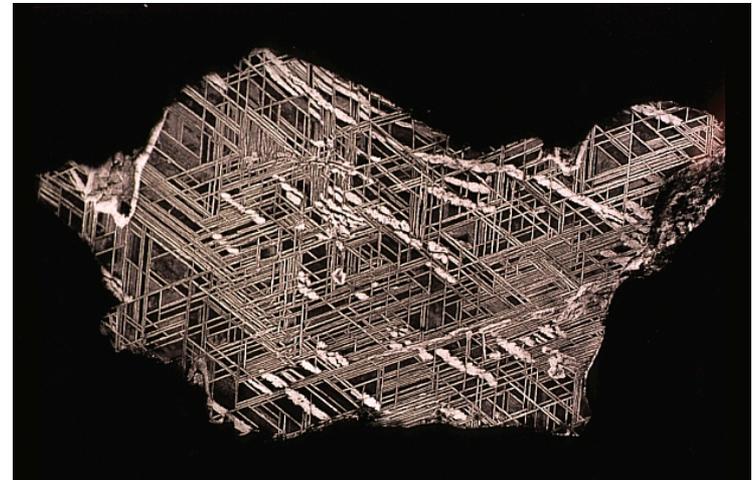
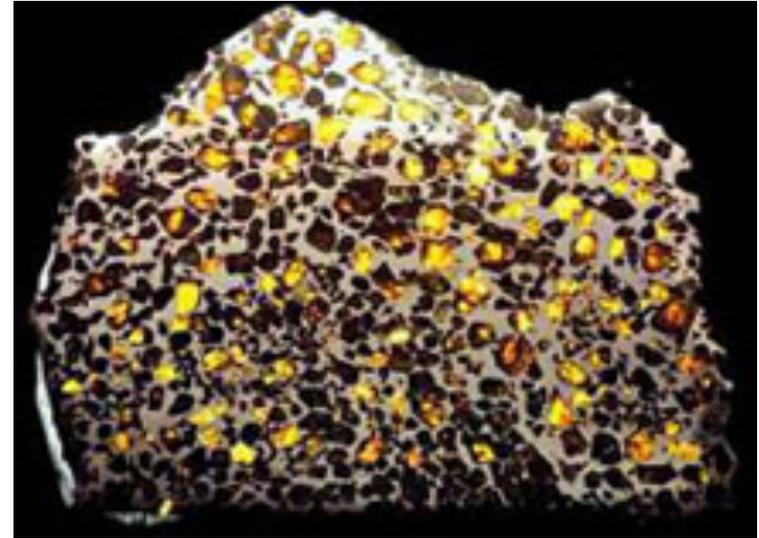
(lluvia de estrellas)



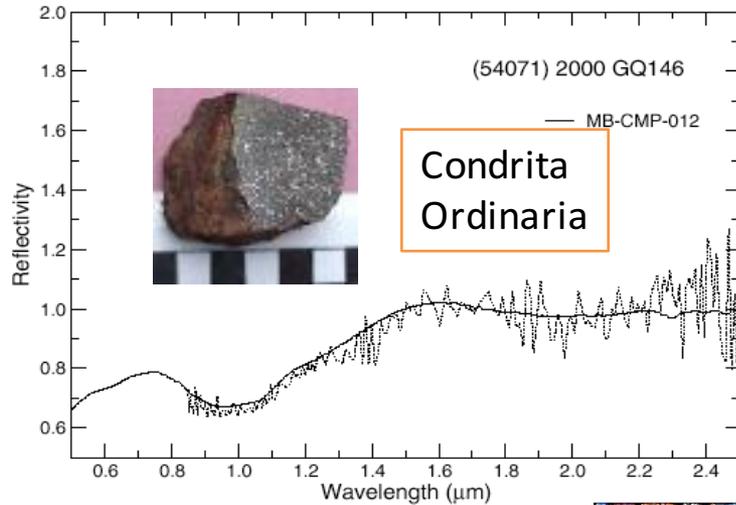
3. Una vez en la superficie



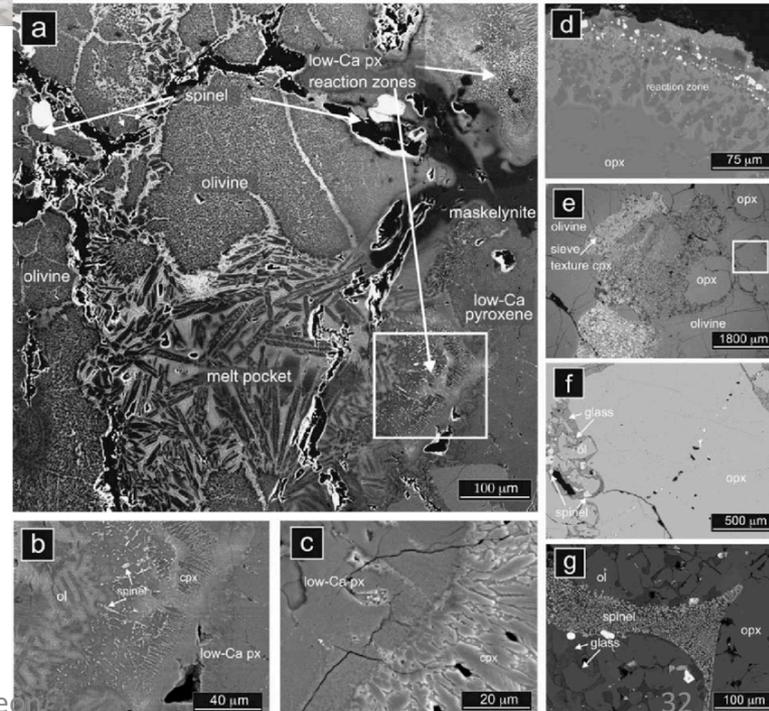
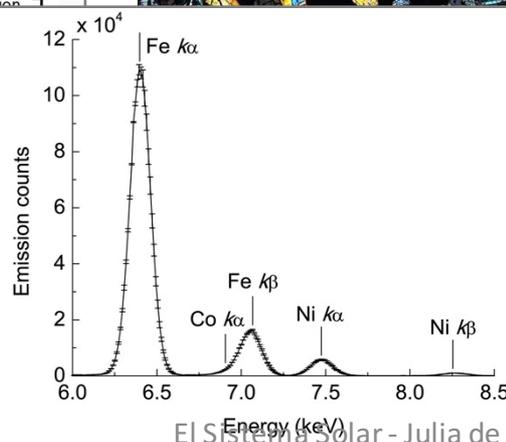
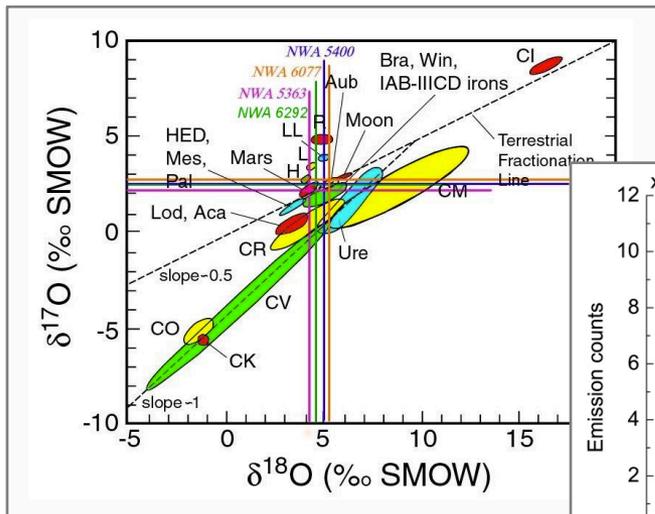
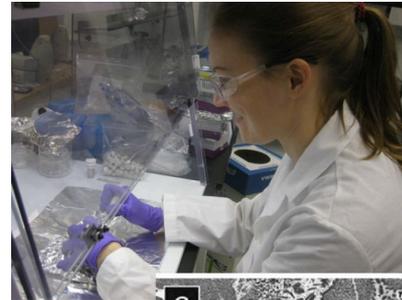
4.1 Asteroides



4.1 Asteroides

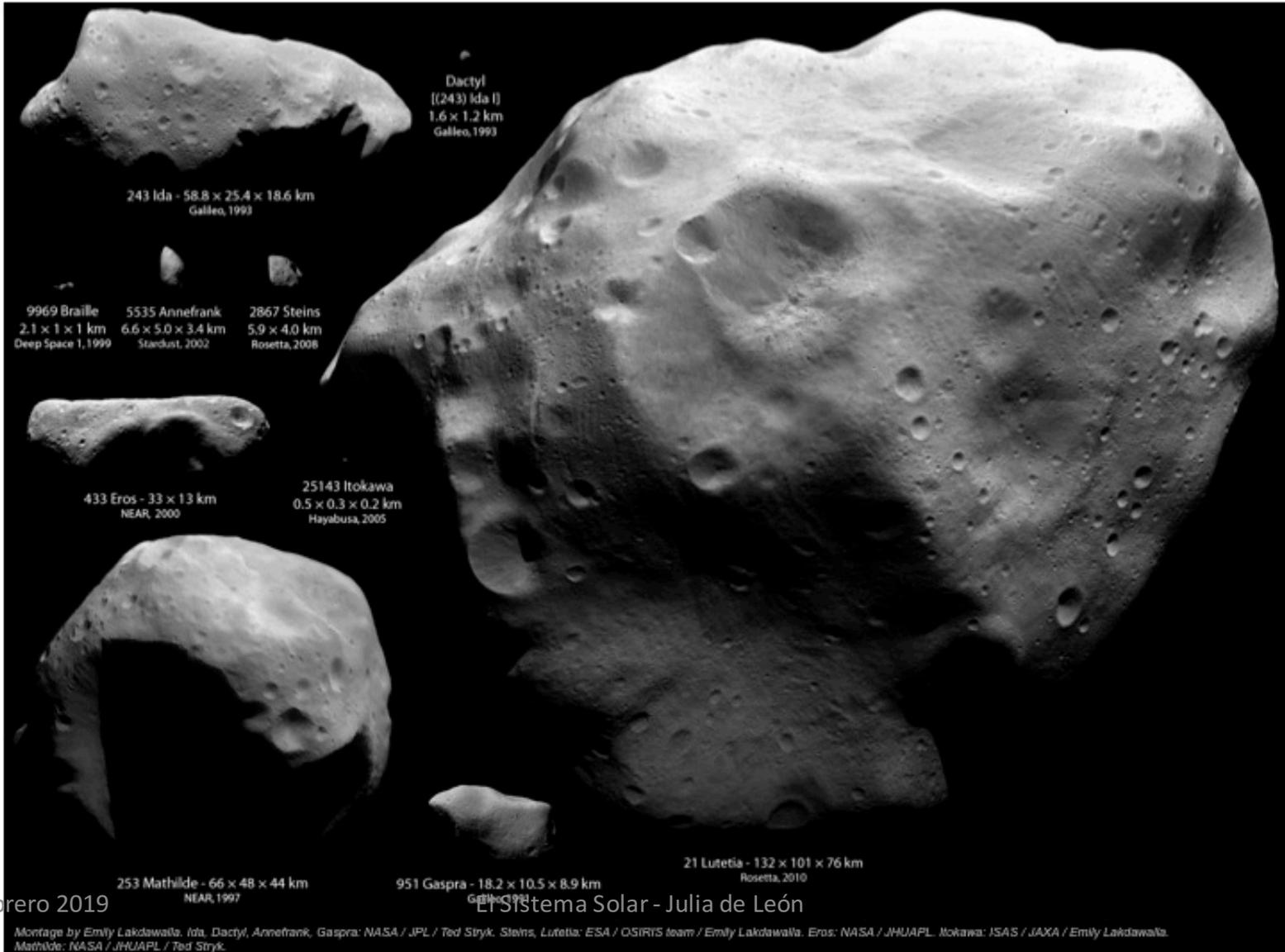


Meteoritos en el laboratorio:
análisis geoquímicos, rayos-X, SEM, etc...



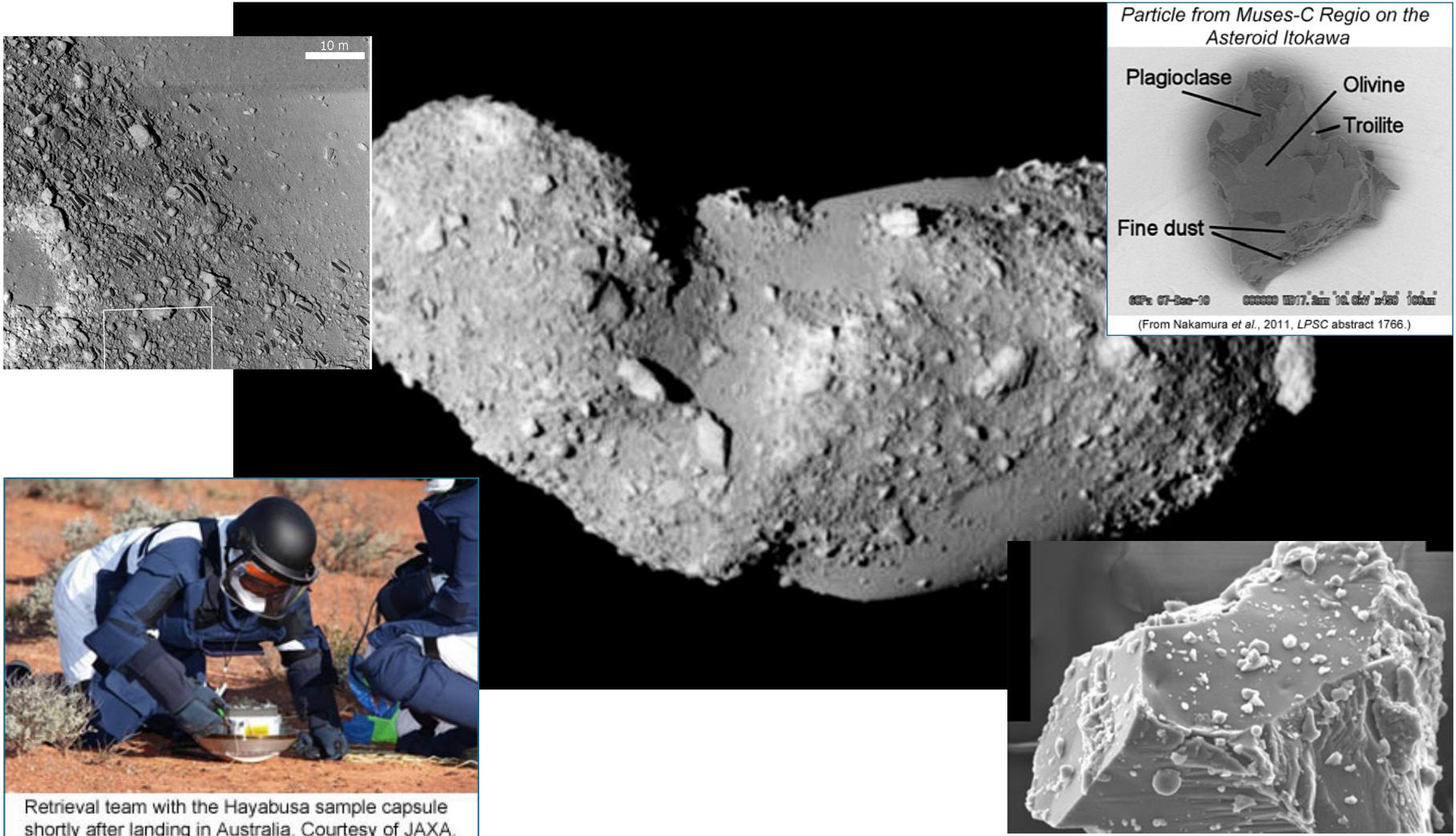
4.1 Asteroides

Lo mejor de los asteroides... es que los podemos visitar!



4.1 Asteroides

Hayabusa – Itokawa (tipo S) Primera misión de tipo retorno de muestras



Particle from Muses-C Regio on the Asteroid Itokawa

Plagioclase
Olivine
Troilite
Fine dust

SEP: 07-Dec-10 000000 1017.2um 10.0um x100 100um

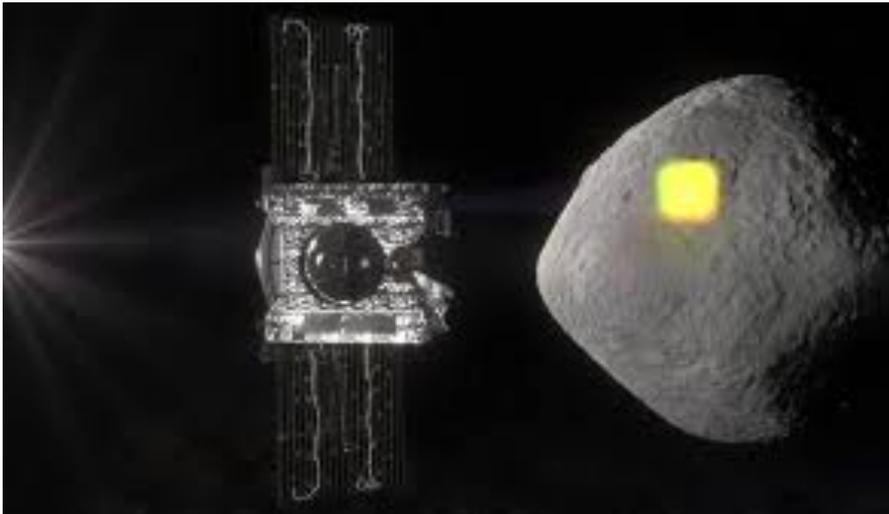
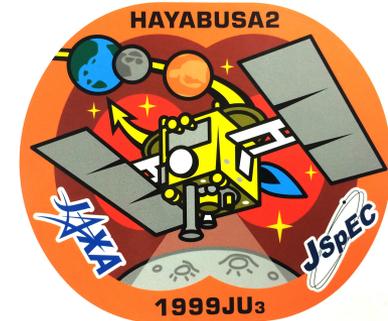
(From Nakamura *et al.*, 2011, *LPSC* abstract 1766.)

Retrieval team with the Hayabusa sample capsule shortly after landing in Australia. Courtesy of JAXA.

27 febrero 2019

4.1 Asteroides

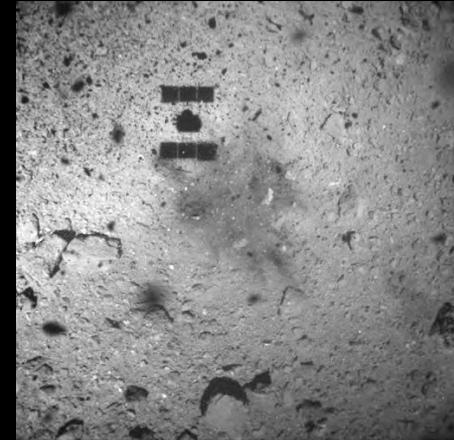
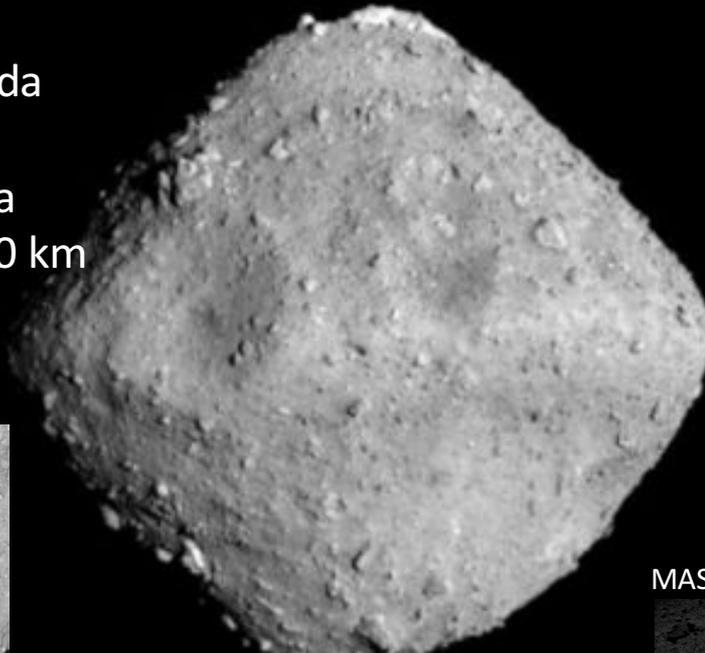
Otras dos misiones están preparándose para traer material de asteroides...



4.1 Asteroides

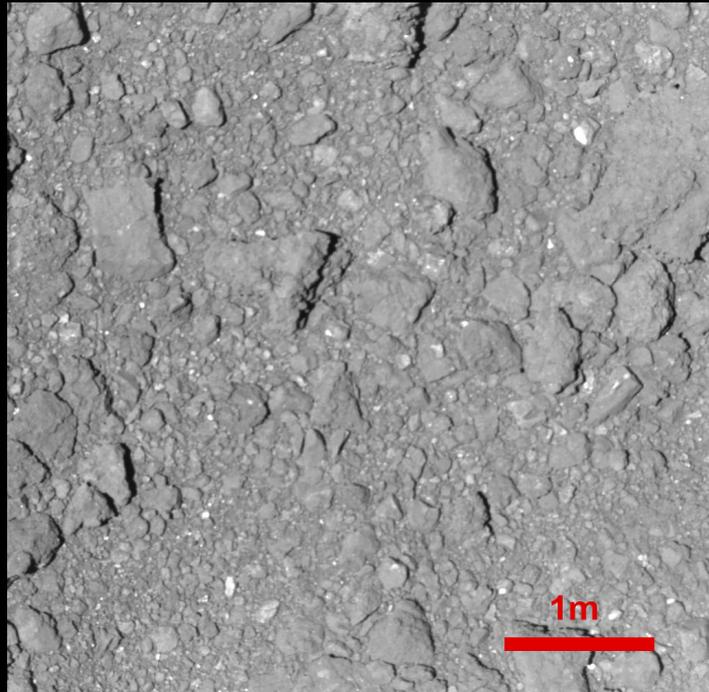


Imagen de Ryugu obtenida por la sonda Hayabusa2 el 26 de junio de 2018, a una distancia de unos 20 km



Maniobra recogida de muestras 20-21 de febrero de 2019

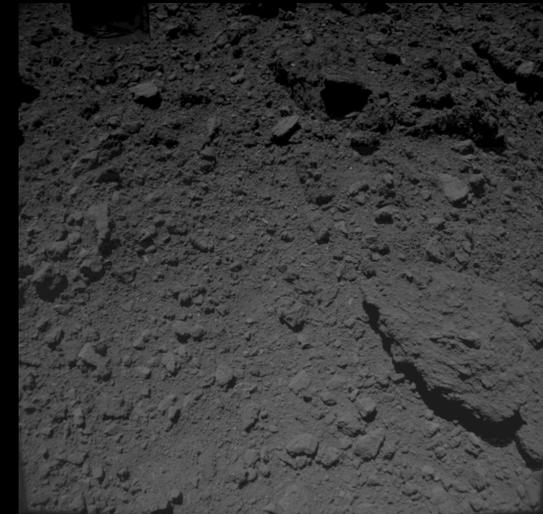
Imagen de Ryugu obtenida el 15 de octubre de 2019, a una distancia de unos 22 metros



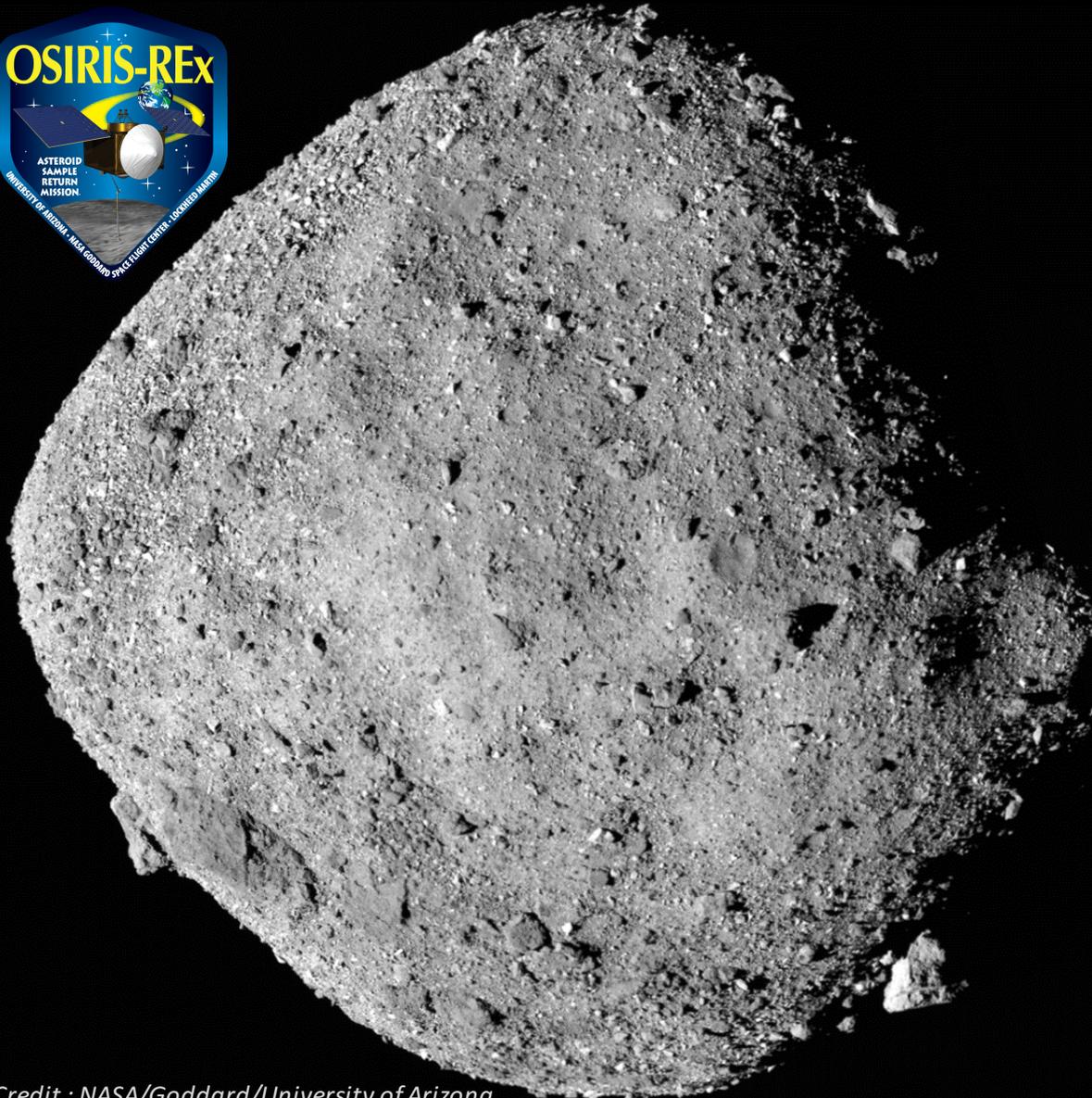
Minerva11 – 21 septiembre 2018



MASCOT (Lander) – 3 octubre de 2018



4.1 Asteroides



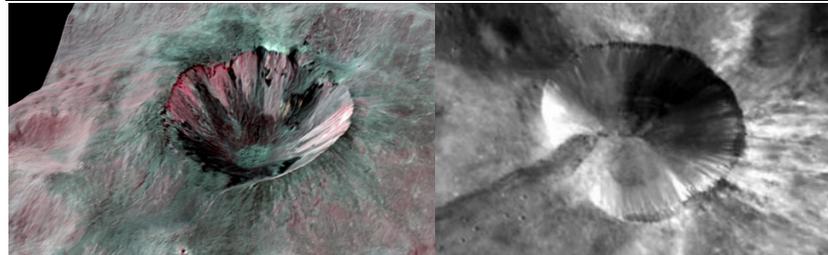
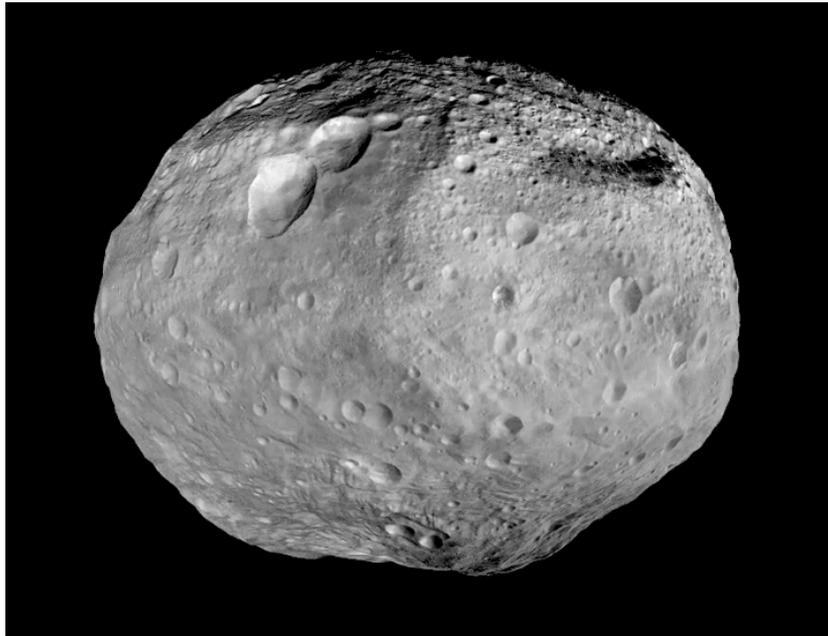
OCAMS PolyCam images (sharpened) from 2018-11-13

Imagen de Bennu
obtenida por la sonda
OSIRIS-REx el 2 de
diciembre de 2019, a
una distancia de unos
24 km

4.1 Asteroides

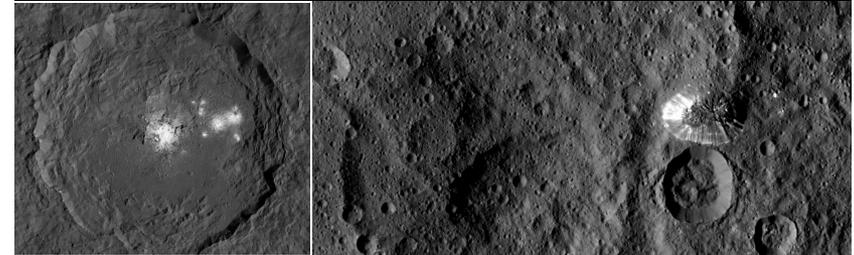
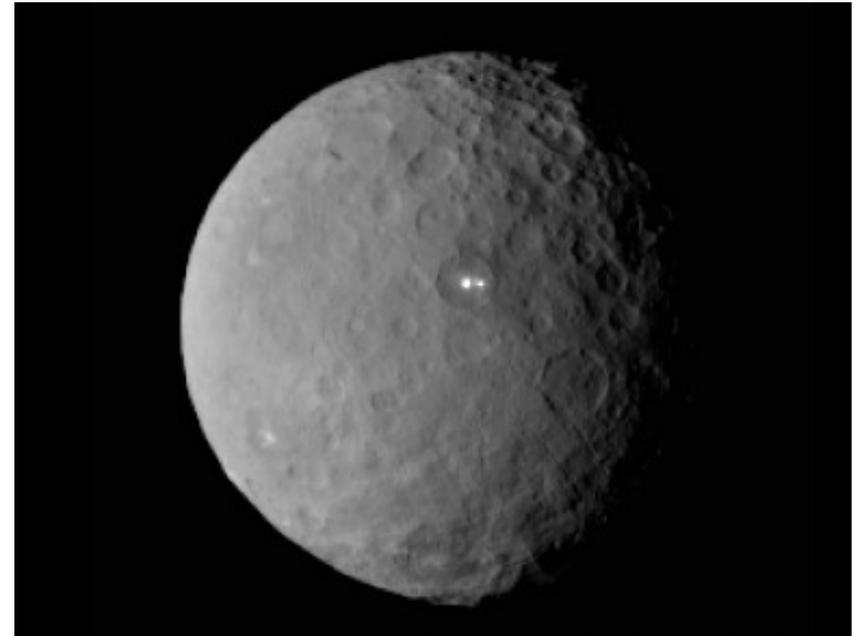
Misión Dawn de la NASA: nave espacial que orbitó los asteroides (4) Vesta y (1) Ceres

Vesta es un asteroide diferenciado (núcleo, manto y corteza), compuesto principalmente de silicatos



27 febrero 2019

Ceres es un asteroide primitivo (creemos que también diferenciado, compuesto de silicatos hidratados y compuestos orgánicos)



El Sistema Solar - Julia de León



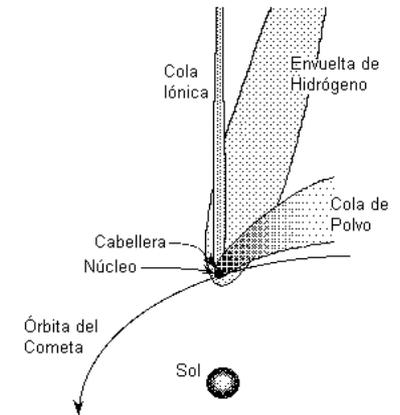
Bolas de hielo sucio (Whipple 1950)

Tamaños de los núcleos: 0.5-20 km & albedos ~ 2 - 5%

- Sublimación de hielos liberan gas
- Fotodisociación, fotoionización
- Excitación y emisión (fluorescencia)



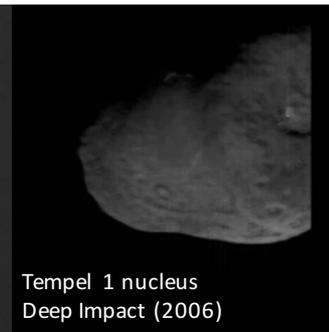
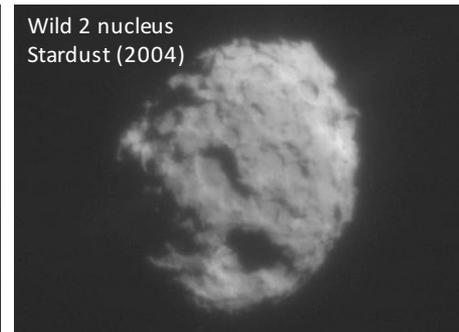
Componentes de un Cometa



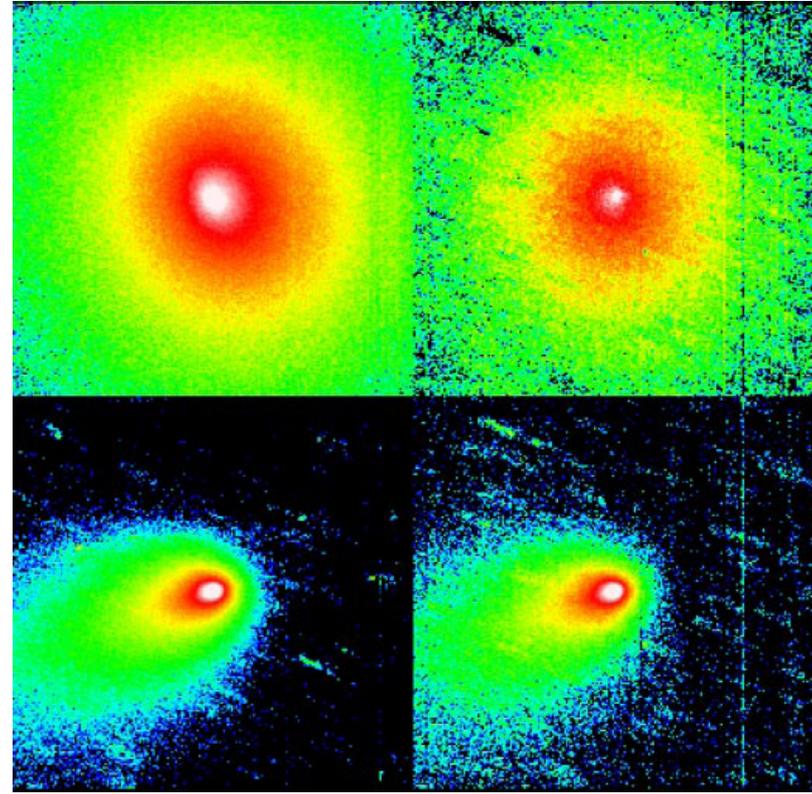
Halley, Giotto (1986)



Wild 2 nucleus
Stardust (2004)

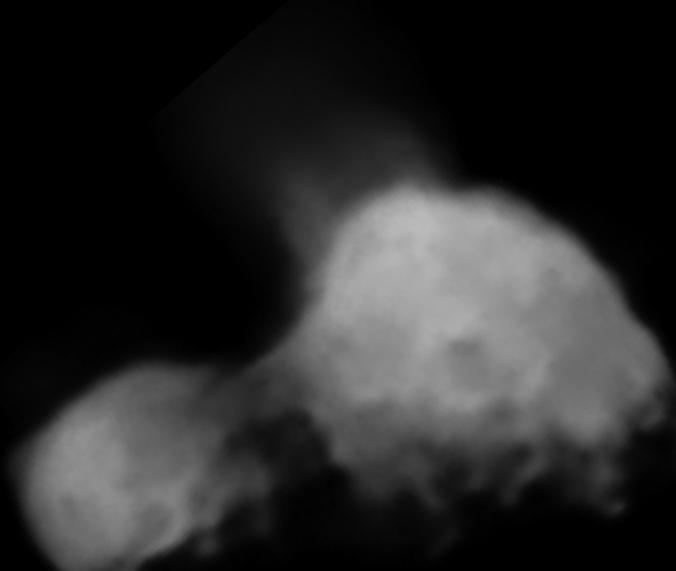


Tempel 1 nucleus
Deep Impact (2006)

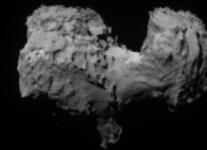


- Al sublimar los volátiles (agua, carbono, nitrógeno, HCN) arrastran al polvo → estructuras de gas y polvo en coma y cola
- Procesos físico-químicos que descomponen los gases originales → CN, C₂, C₃, NH₂ etc.

COMETS VISITED BY SPACECRAFT



81P/Wild 2
5.5 × 4.0 × 3.3 km
Stardust, 2004



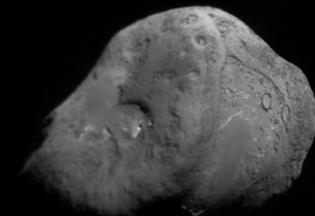
67P/Churyumov-Gerasimenko
5 × 3 km
Rosetta, 2014



103P/Hartley 2
2.2 × 0.5 km
Deep Impact/EPOXI, 2010



19P/Borrelly
8 × 4 km
Deep Space 1, 2001



9P/Tempel 1
7.6 × 4.9 km
Deep Impact, 2005

1P/Halley
16 × 8 × 8 km
Vega 2, 1986

Modified 2014-08-04. For the latest version of this image, visit planetary.org/cometscale

Image credits: Halley: Russian Academy of Sciences / Ted Stryk. Borrelly: NASA / JPL / Ted Stryk.

Tempel 1 and Hartley 2: NASA / JPL / UMD. Churyumov-Gerasimenko: ESA / Rosetta / NavCam /

Emily Lakdawalla. Wild 2: NASA / JPL. Montage by Emily Lakdawalla.

→ PROFILE OF A PRIMORDIAL COMET



Positive relief features
Spherical 'caps' hint at remnant cometesimals

100 m

Supervolatiles
The comet is rich in carbon monoxide, oxygen, nitrogen and argon, suggesting it formed at low temperature and did not experience thermal processing by heat from radioactive decay

High porosity
Nucleus and ejected dust consist of highly porous material, implying low-speed accretion and excluding further high-speed collisional processing

200 μm

Goosebumps and clods
Internal 'lumpiness' hints at metre-sized cometesimals

20 m 50 m

Layers
Extensive layering implies material accumulated over a lengthy period

200 m 50 m

No alteration by liquid water
Absence of an absorption feature at 700 nm shows that minerals in the comet have not been altered by liquid water, implying that significant heating by radioactive decay did not take place

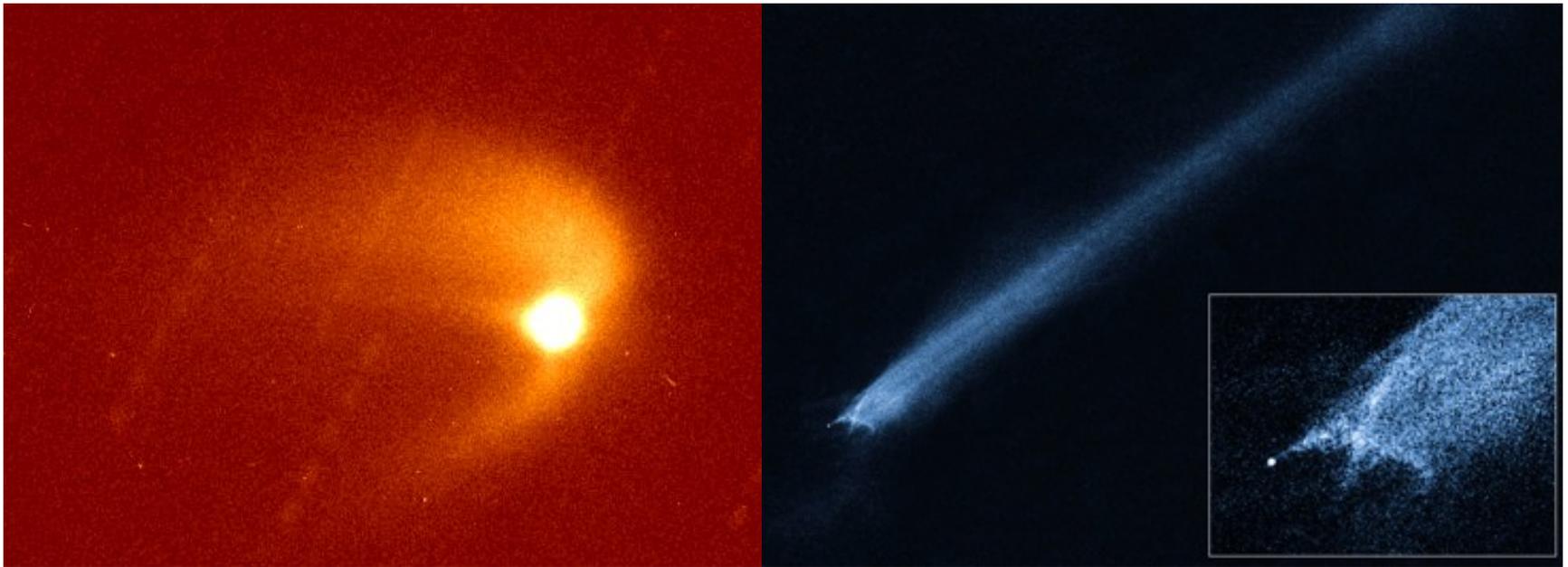
Wavelength [nm]	I/F (a.u.)
400	0.02
450	0.03
500	0.04
550	0.05
600	0.06
650	0.07
700	0.08
750	0.07
800	0.06
850	0.05
900	0.04
950	0.03
1000	0.02

Low strength
Low density, high porosity and weak strength reflect properties of early cometesimals and imply low speed accretion

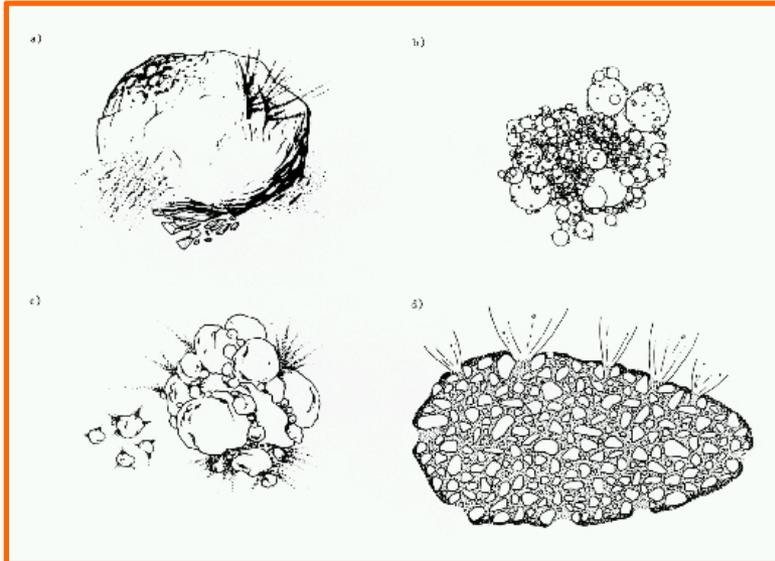
100 m

Two lobes
Similar properties of both lobes imply similar evolution, and survival against collision

Objetos transicionales: Se ha descubierto un número creciente de asteroides en órbitas típicamente cometarias, pero sin ningún indicio de actividad, y asteroides que, por el contrario, muestran (o han mostrado) actividad de tipo cometario, pero se mueven en órbitas con origen cometario poco probable...

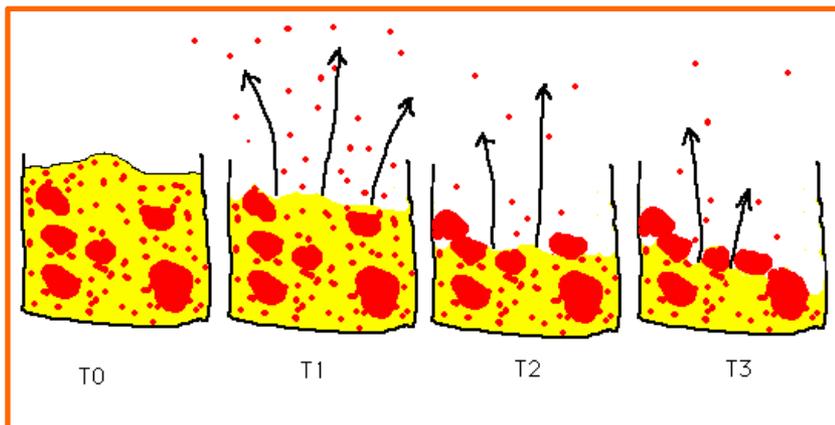


Asteroides en órbitas típicamente cometarias



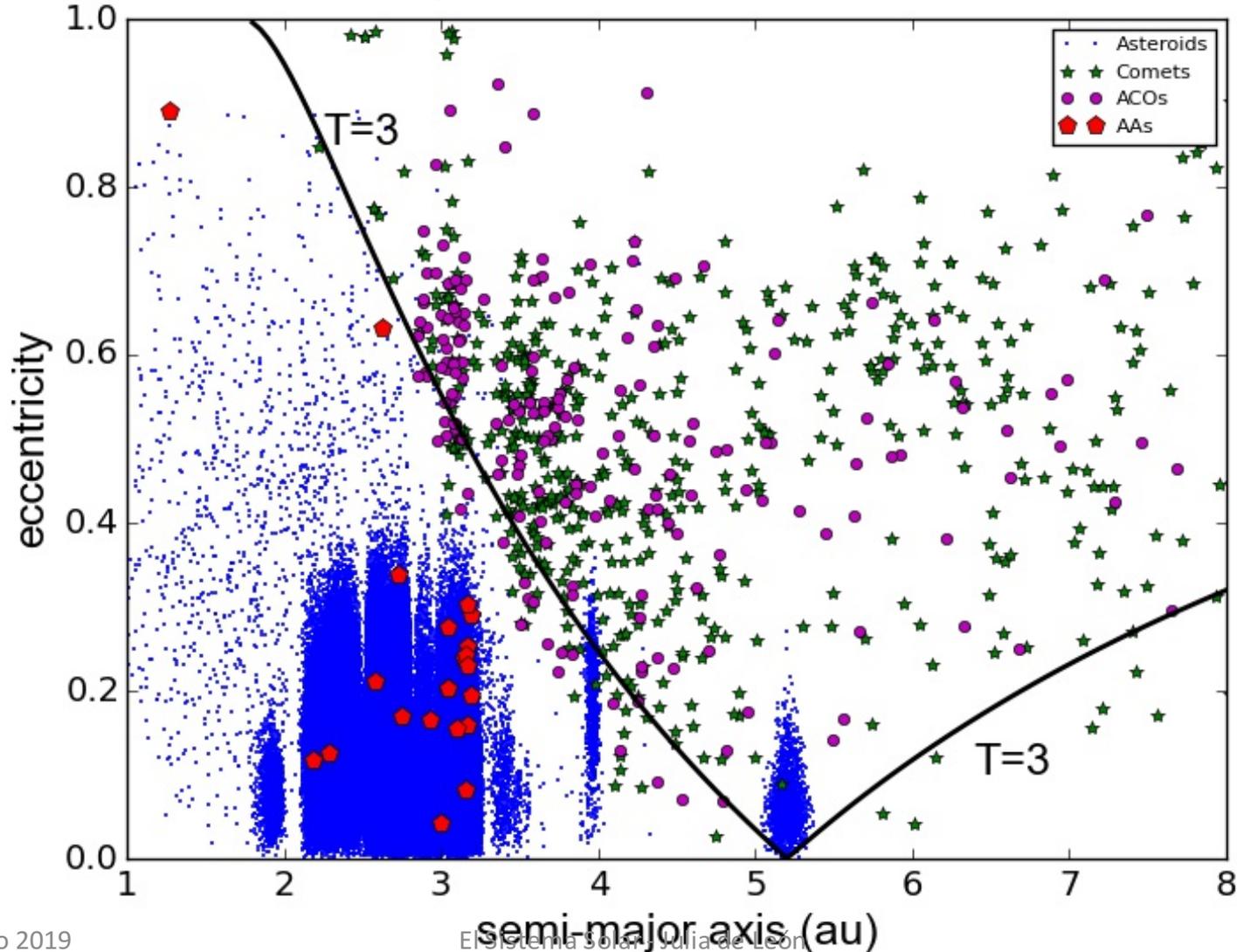
“Bolas de hielo sucio”

- Hielos (80% agua, CO, CO₂) + silicatos & orgánicos
- Estructura porosa
- Muy oscuros (reflejan muy poco porcentaje de la luz solar)

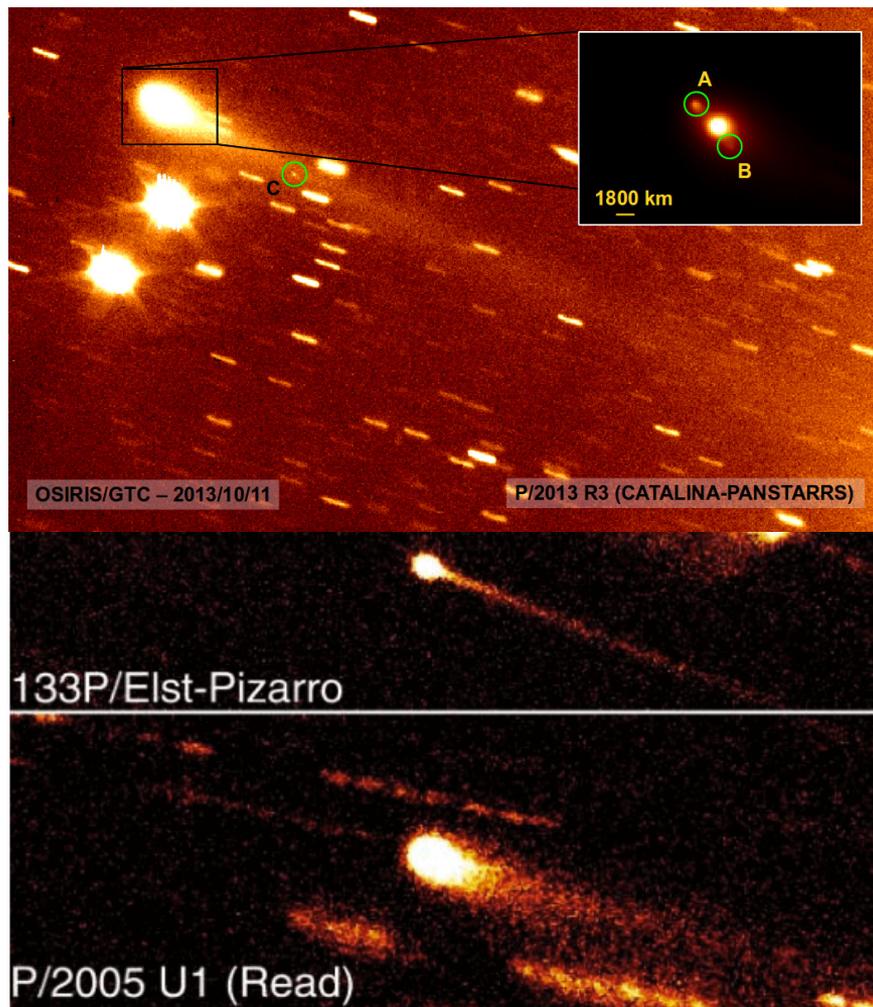


Cometas “durmientes” o inactivos : desarrollan un manto de polvo que evita la sublimación de los hielos y les dan apariencia asteroidal

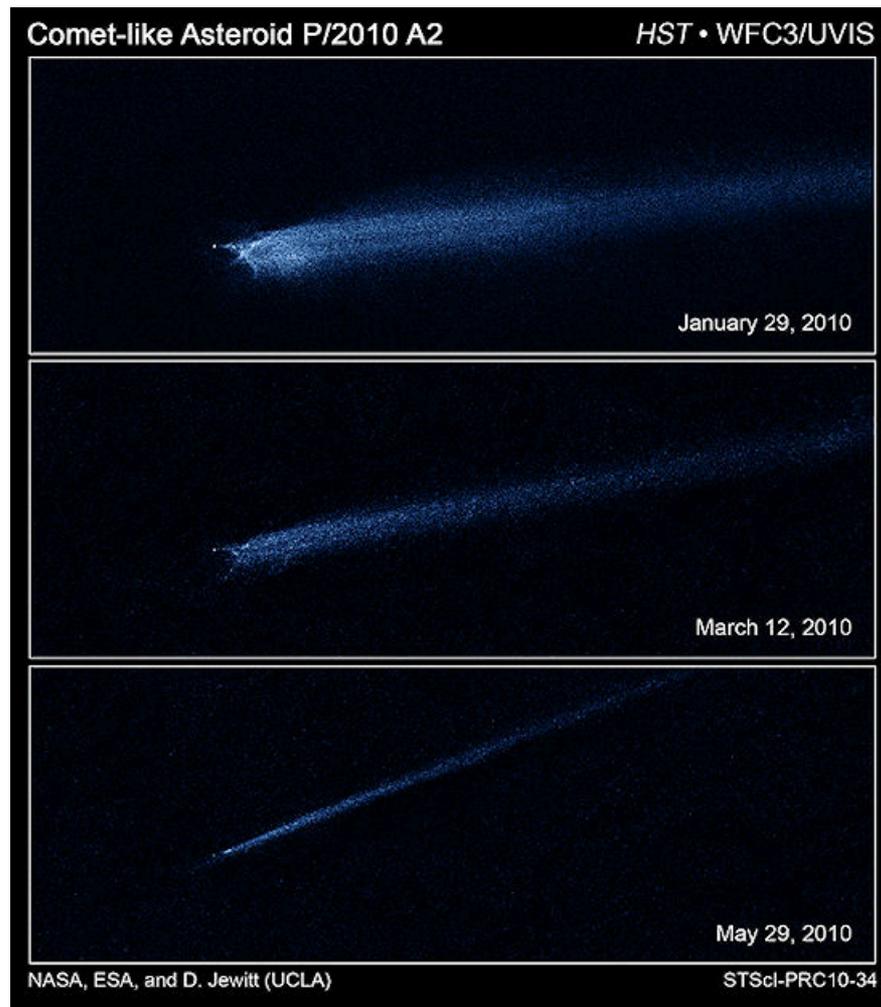
Objetos activos en órbitas típicamente asteroidales: *main belt comets* (MBCs)



Actividad periódica → sublimación

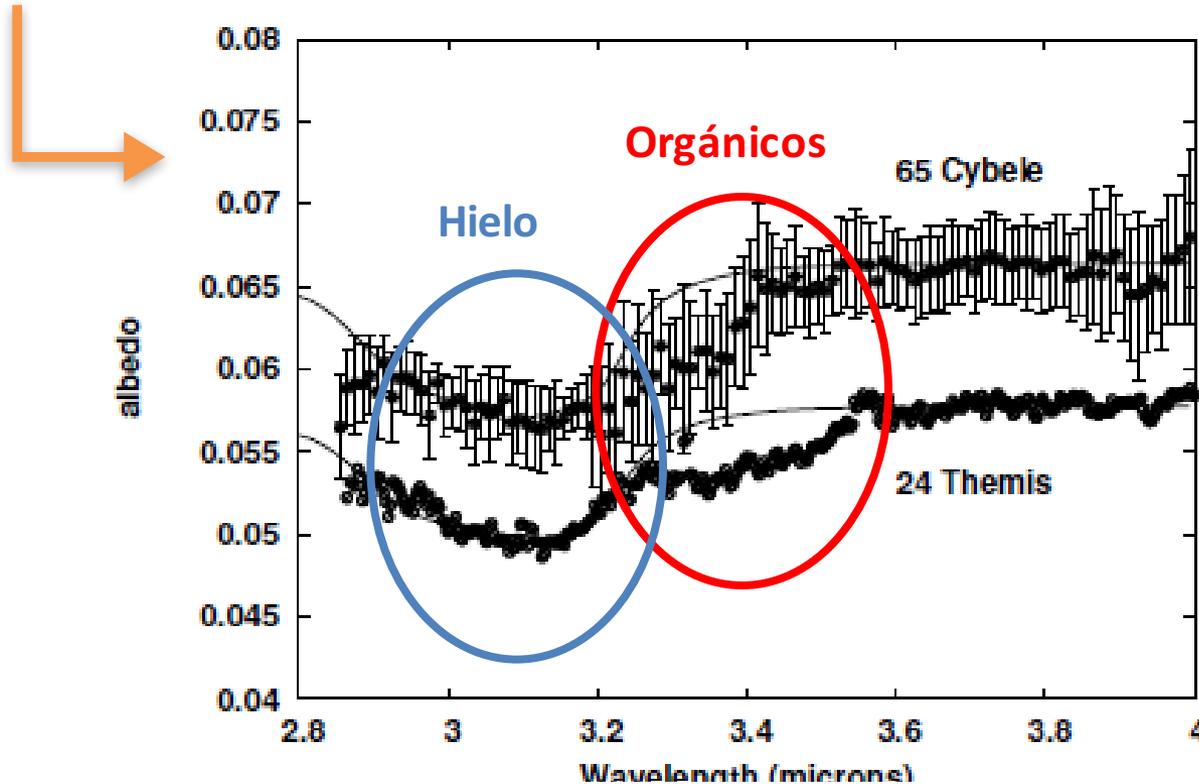


Actividad en un solo evento: colisión

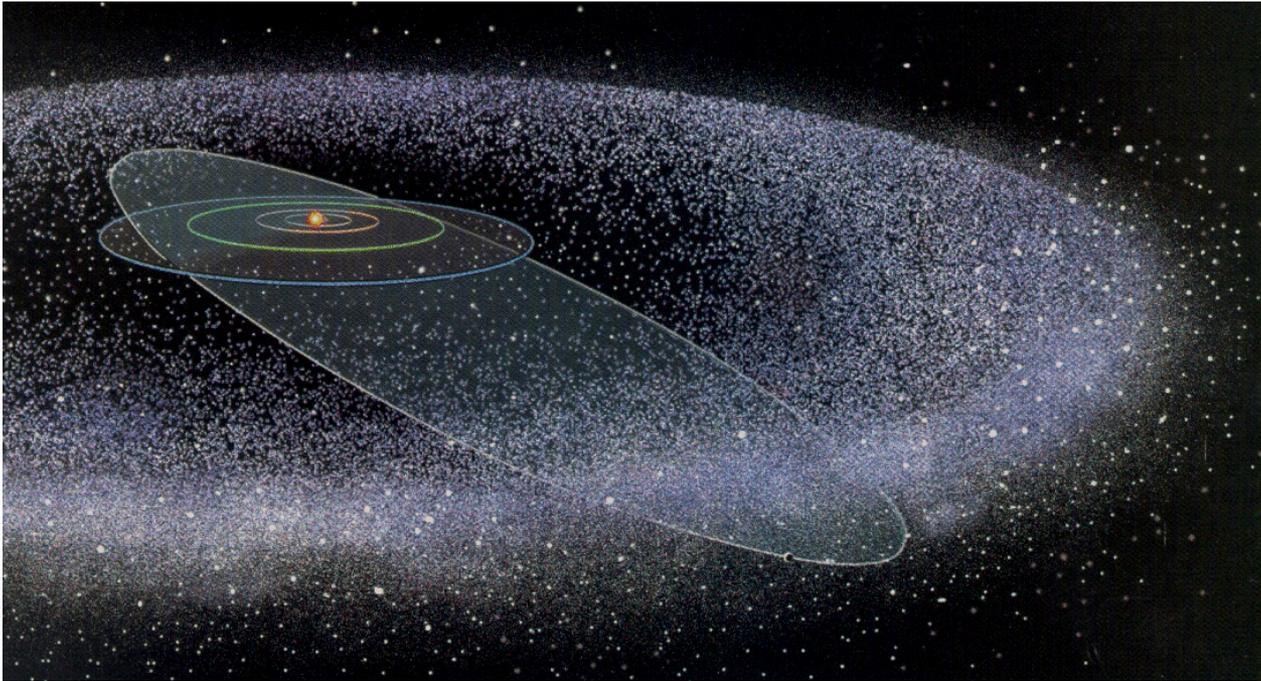


Actividad periódica → sublimación

Actividad en un solo evento: colisión



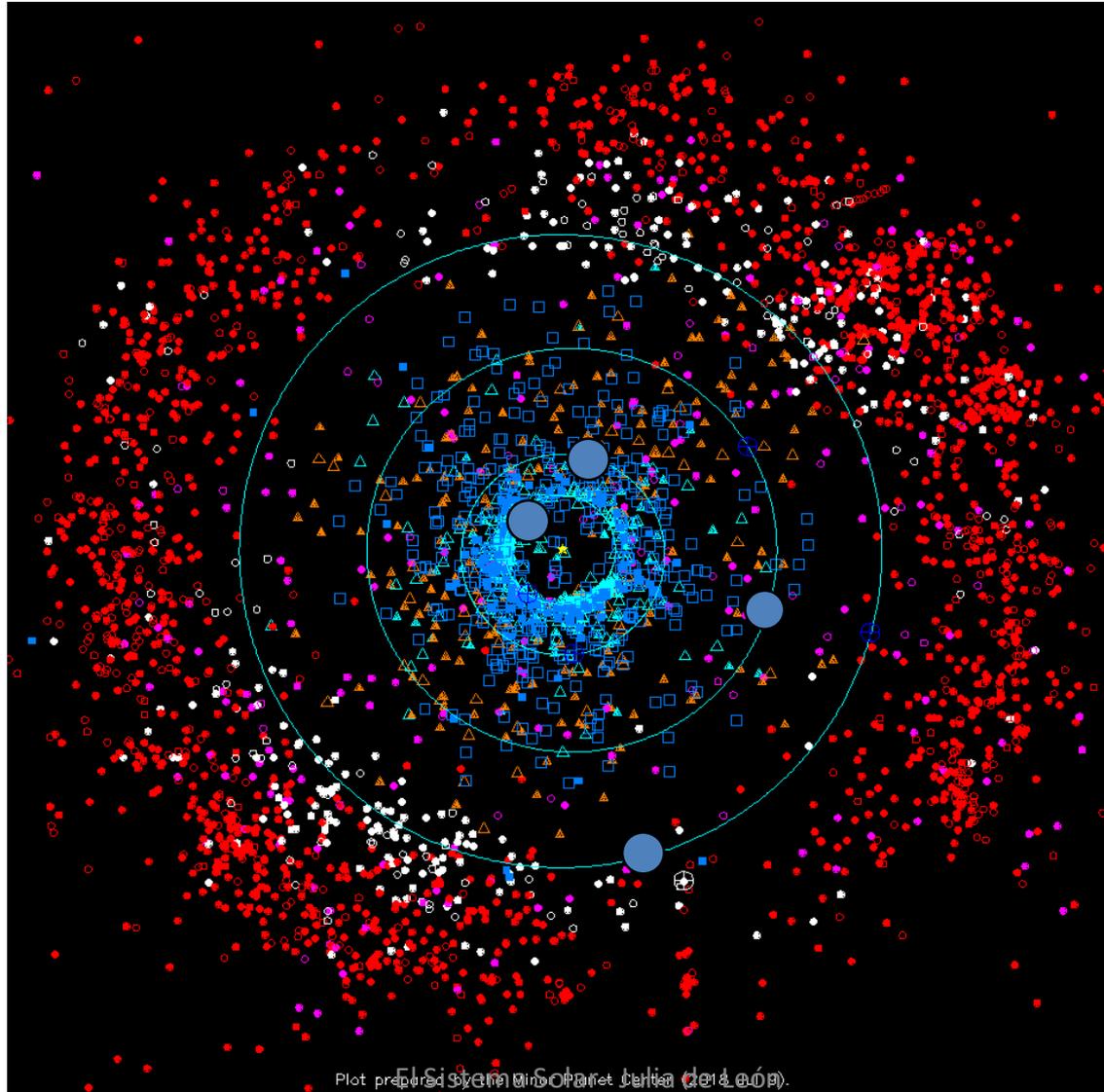
- Campins et al. (2010) & Emery et al. (2010) detectan hielo de agua y orgánicos en la superficie de (24) Themis (→ 3 de los MBCs)
- Licandro et al. (2010) también detectan estos materiales en el asteroide (65) Cybele, en la zona exterior del cinturón principal.



Fernández (1980) demuestra que existe un disco plano en la región transneptuniana que explica la existencia de los cometas de corto período

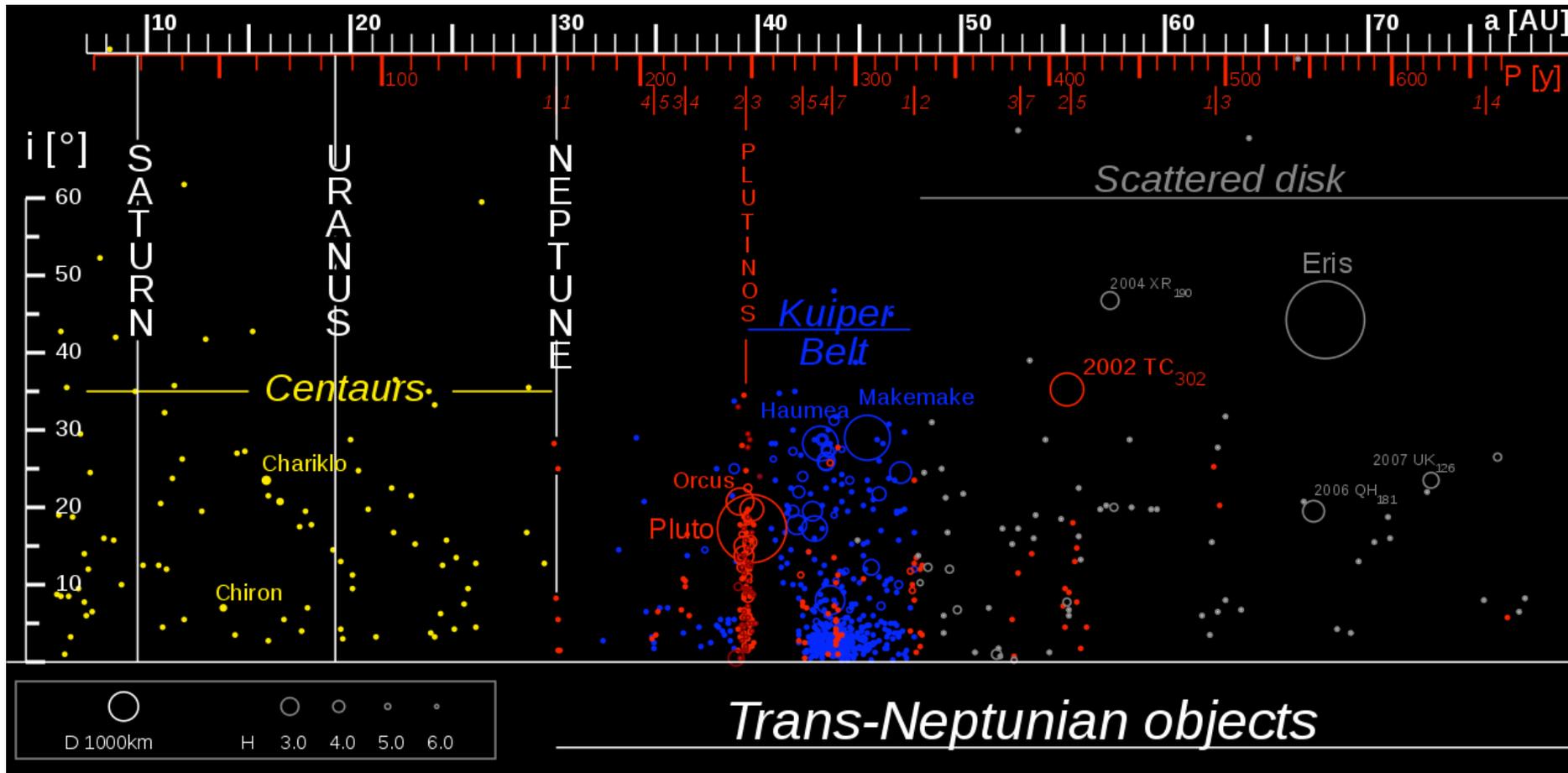
- Jewitt & Luu (1992) detectan el primer objeto trans-Neptuniano (TNO), 1992 QB1 (sin contar Plutón, Tombaugh 1930).
- A día de hoy se han descubierto más de 2.000 TNOs, varios de tamaño comparable a Plutón (Eris es incluso mayor)

4.3 Objetos trans-Neptunianos



4.3 Objetos trans-Neptunianos

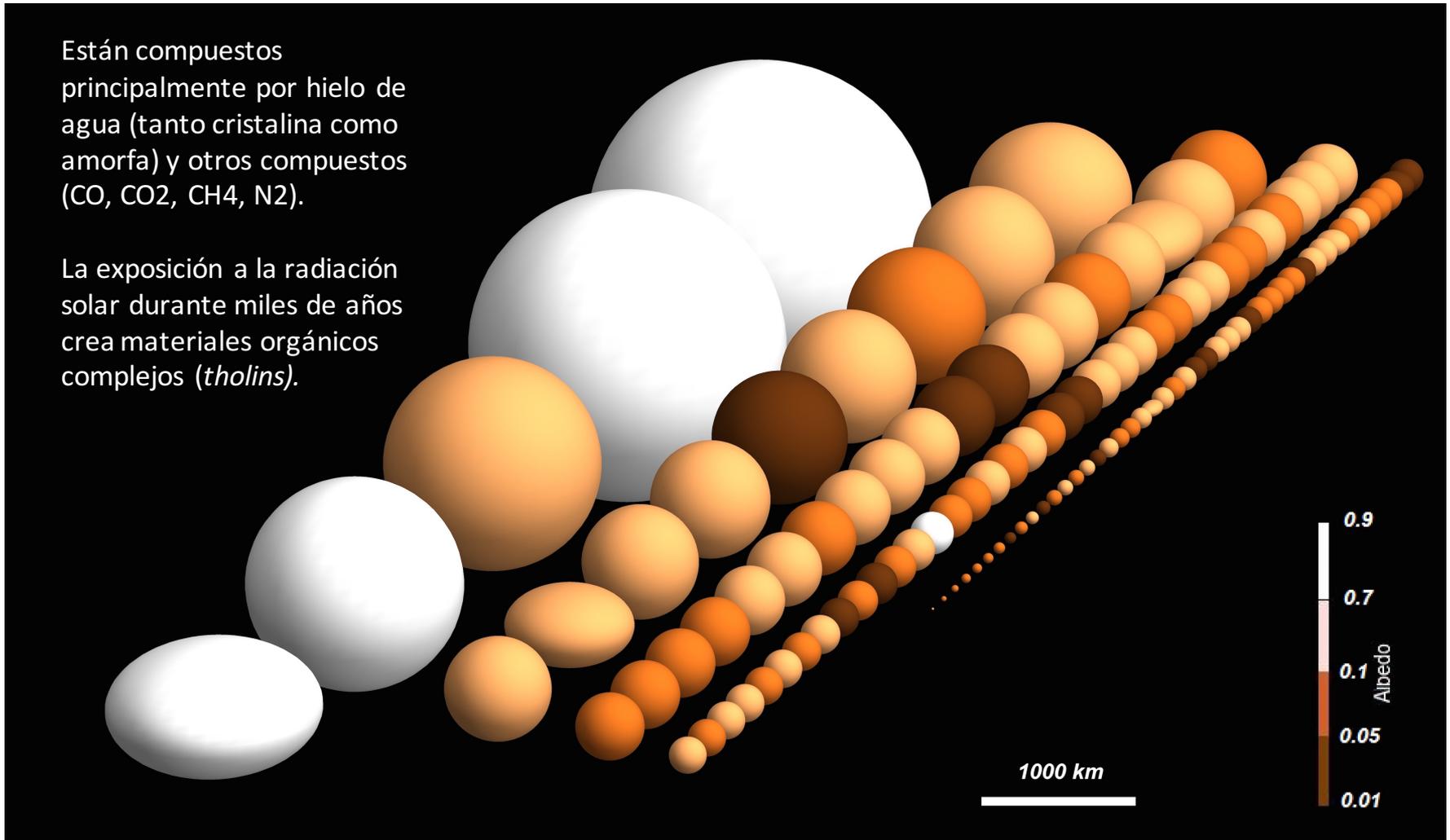
Cinturón trans-Neptuniano (o cinturón de Kuiper): al igual que en el cinturón de asteroides, las resonancias gravitacionales le dan forma



4.3 Objetos trans-Neptunianos

Están compuestos principalmente por hielo de agua (tanto cristalina como amorfa) y otros compuestos (CO, CO₂, CH₄, N₂).

La exposición a la radiación solar durante miles de años crea materiales orgánicos complejos (*tholins*).

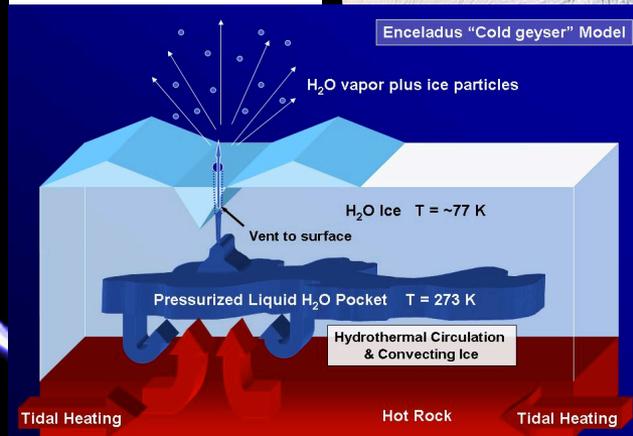
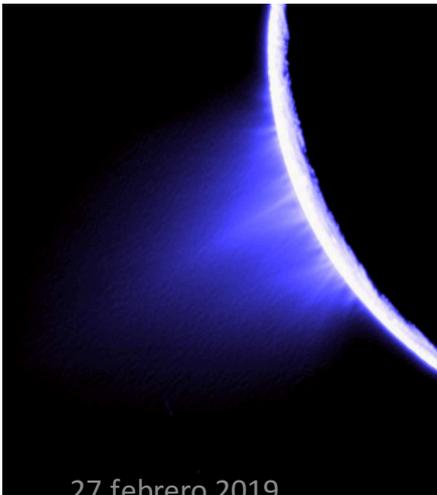
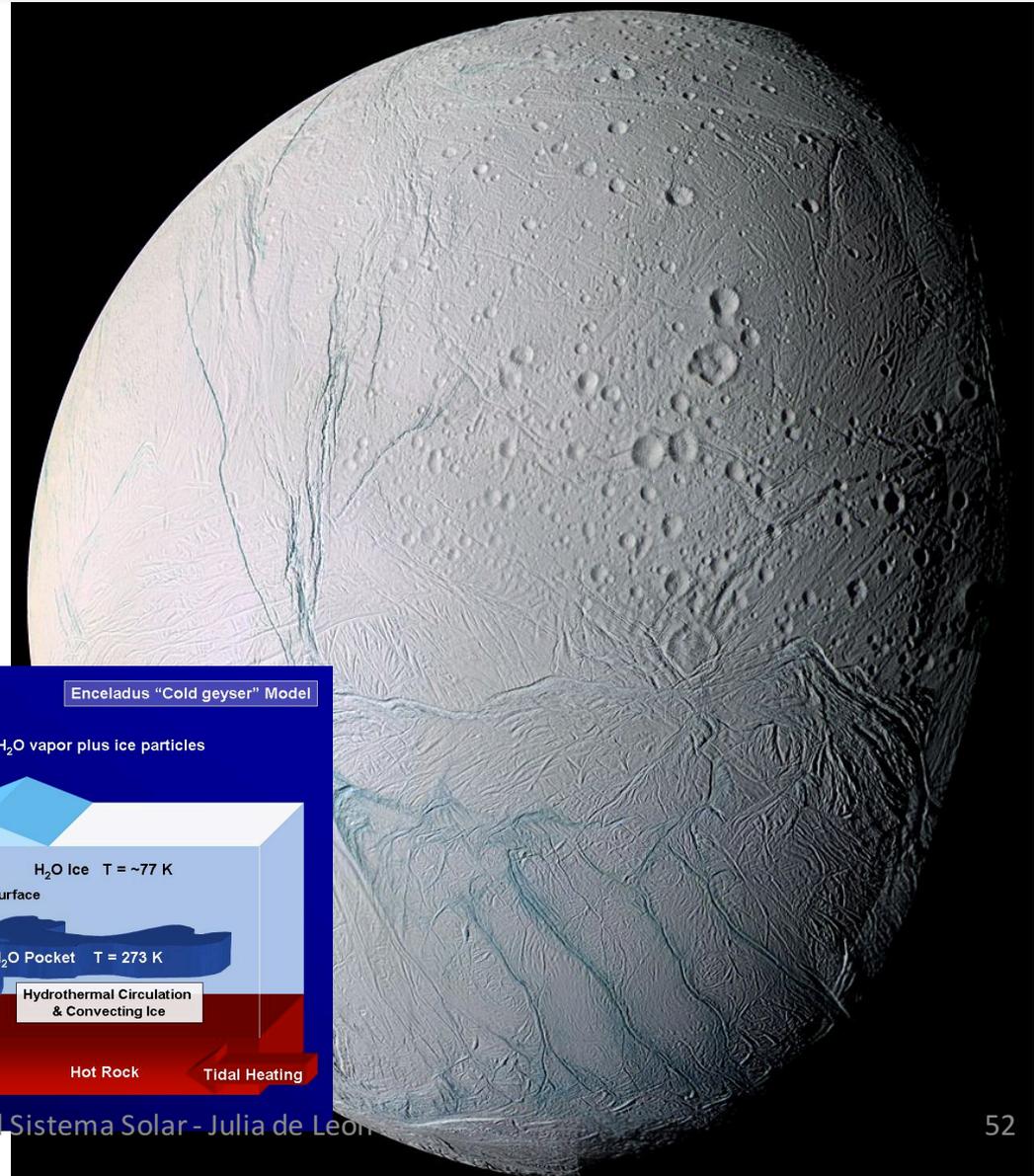


TNOs observados dentro del programa “TNOs are Cool” con el telescopio espacial Herschel

4.4 Satélites helados

Encélado (Saturno)

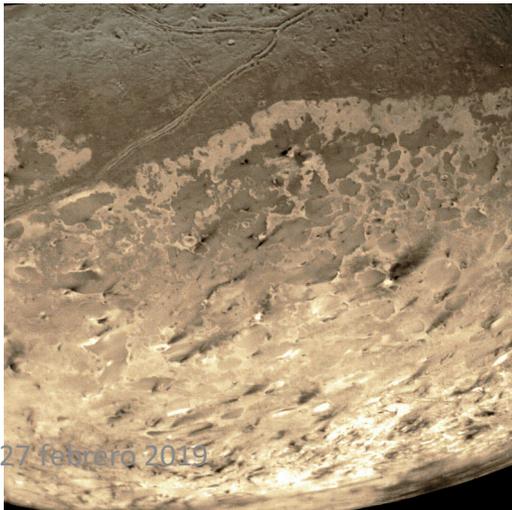
- 500 km de diámetro
- Cubierto por una capa de hielo que refleja casi toda la luz solar (99% de albedo)
- Gran variedad de superficies
- Presencia de crio-vulcanismo



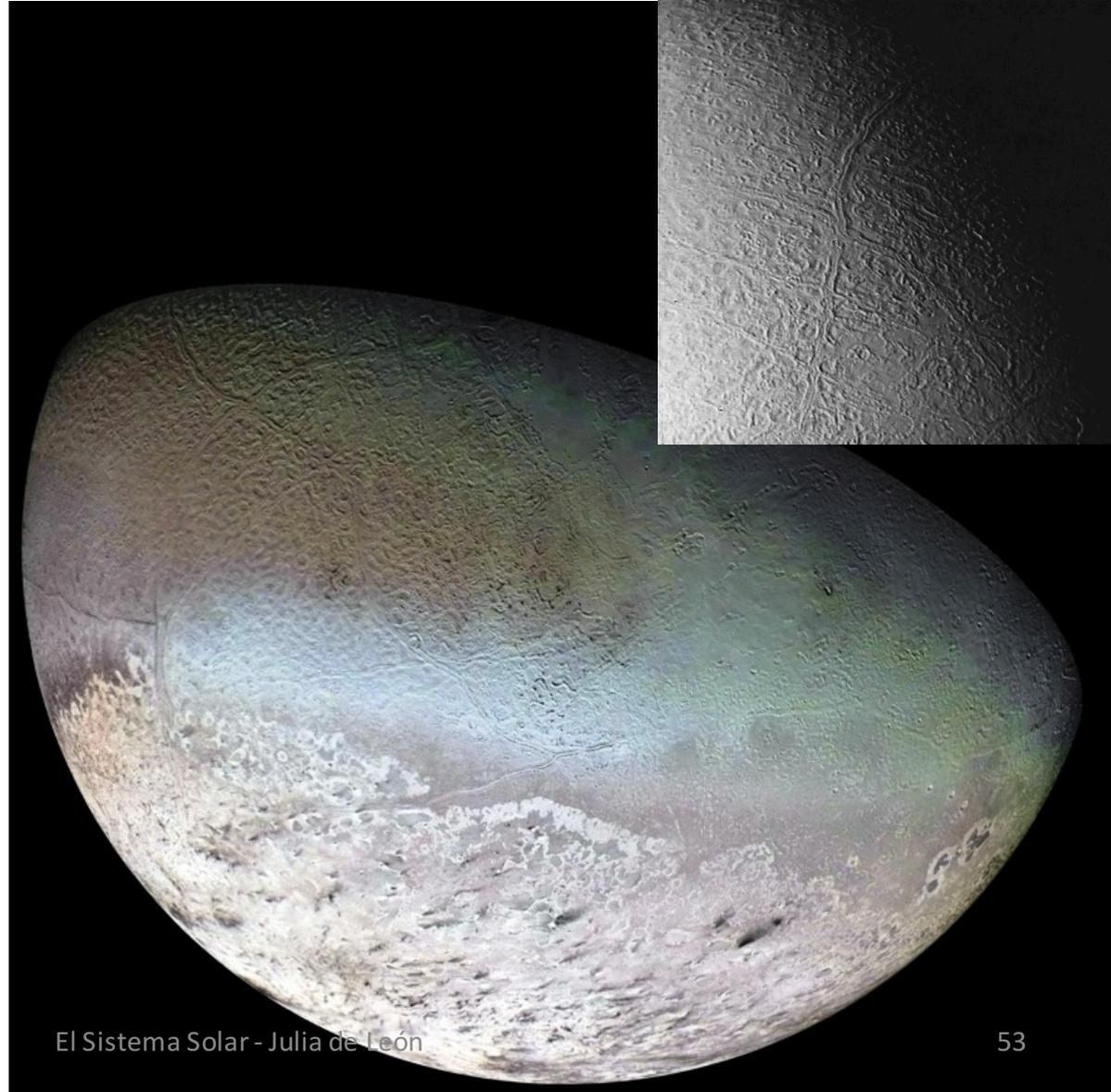
4.4 Satélites helados

Tritón (Neptuno)

- 2700 km de diámetro
- Uno de los satélites más fríos del SS (-235 °C)
- Órbita retrógrada (capturado del TNB)
- Corteza de N₂ y metano congelado sobre un manto de hielo de agua
- Presencia de criovulcanismo



27 febrero 2019



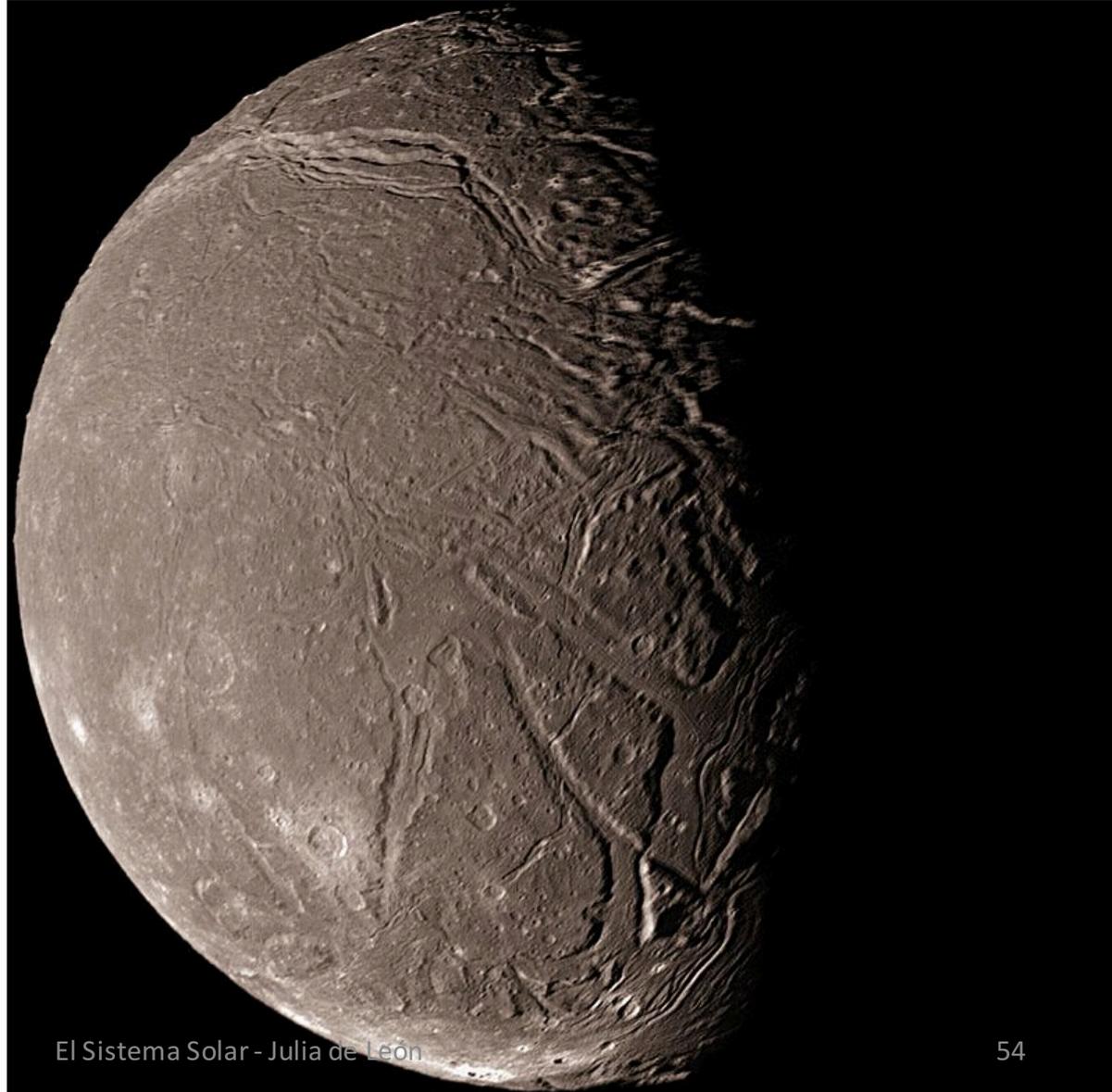
El Sistema Solar - Julia de León

53

4.4 Satélites helados

Ariel (Urano)

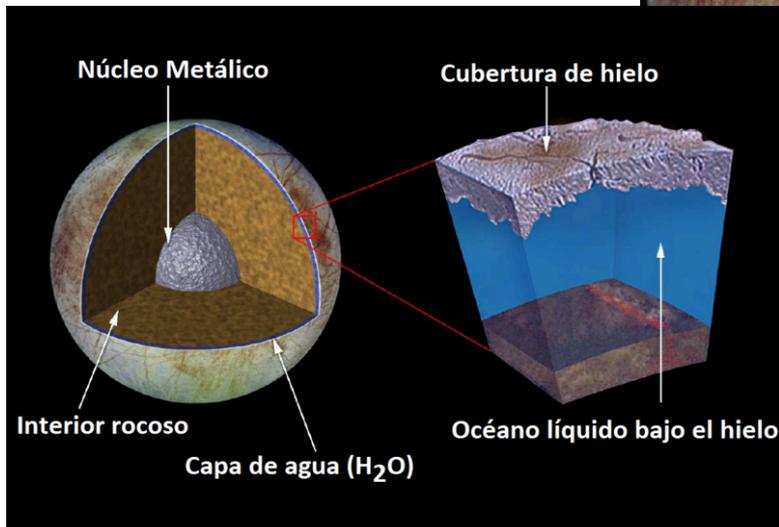
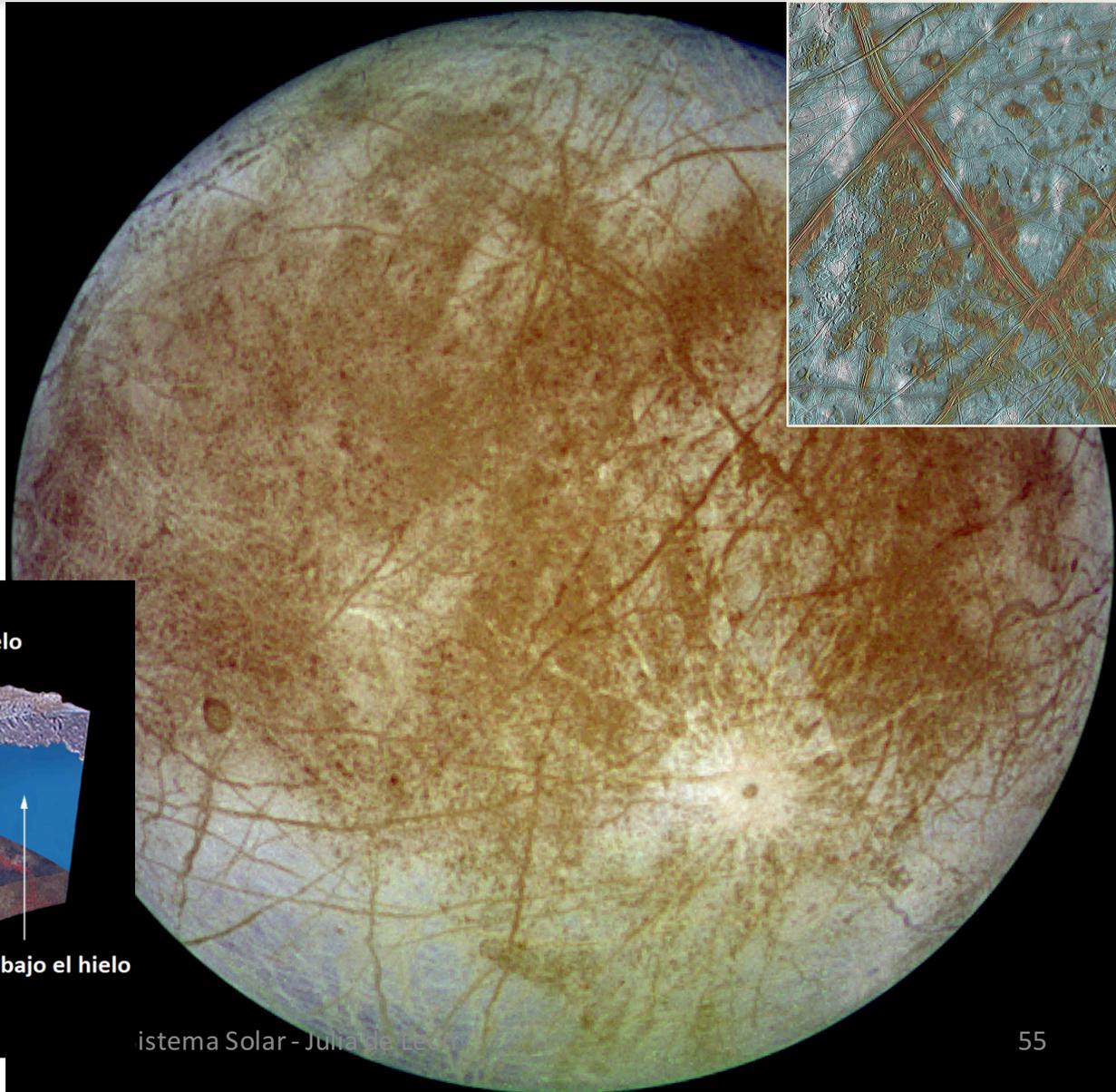
- 1160 km de diámetro
- Ciclo estacional extremo. Se encuentra muy cerca de Urano
- Núcleo rocoso y manto de hielo. 50% hielo de agua, 30% silicatos y 20% de metano congelado.
- Muestras de tectónica global
- Presencia de criovulcanismo (amoníaco y agua)



4.4 Satélites helados

Europa (Júpiter)

- 3120 km de diámetro
- Corteza de hielo de agua y núcleo de Fe y Ni
- Escasez de cráteres (posible océano de agua bajo su superficie)
- Calor originado por fuerzas de marea con Júpiter



Consejería de Educación – Gobierno de Canarias – Recursos Digitales

<http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/>



Consejería de Educación
y Universidades

Acceder

Portal ecoescuela 2.0



Recursos
educativos digitales



Estás en: Recursos digitales

RECURSOS

- General
- I – Infantil
- II – Primaria
- III – ESO
- IV – Bachillerato
- V – Educación de Personas Adultas (EPA)
- VI – Temas

FILTRAR:

- Apps
- Archivo comprimido
- Audio y podcast
- Documento
- texto

Q SISTEMA SOLAR

RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA

flash astronomía, sistema solar
Flash flash, con información interactiva sobre el sistema solar, haciendo especial incapié en la luna y la tierra, y con diversos juegos, para que los chicos llegen mejor...

El sistema solar
Flash Flash para conocer los planetas del sistema solar. Permite acceder a zona de wikipedia para conocer más información. Editar recurso digital Etapa:...

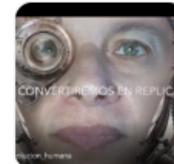
El Sistema Solar - Cuadernia
Flash Este recurso ayudará al alumnado a conocer los distintos astros que componen el Sistema Solar. También aprenderá que el Universo está formado por miles de galaxias y...

El Sistema Solar en el Universo

Teorías de la verdad: el alcance



El futuro de la evolución



HTML5: Iglesia matriz de La



Acebiño



El sistema solar

Escrito por [María Bibiana López Díaz](#) el 23 febrero, 2015. Posteadó en [2. Conocimiento del entorno](#), [2.2. Acercamiento a la naturaleza](#), [I - Infantil](#)



Flash para conocer los planetas del sistema solar. Permite acceder a zona de wikipedia para conocer más información.

Etapas: [I - Infantil](#)

Cursos: [3 años](#), [4 años](#), [5 años de Infantil](#);

Áreas/materias:

Infantil: [2. Conocimiento del entorno](#), [2.2. Acercamiento a la naturaleza](#)

Autor: [Revolumedia S.L.](#)

Licencia de uso: © Todos los derechos reservados



Acciones:

Acceder/ejecutar

recurso:



El Sistema Solar – Cuadernia

Escrito por [Francisca Martín Cárdenes](#) el 8 diciembre, 2014. Posteadó en [02. Ciencias Sociales, 02.2. El mundo en que vivimos, II - Primaria](#)



Este recurso ayudará al alumnado a conocer los distintos astros que componen el Sistema Solar. También aprenderá que el Universo está formado por miles de galaxias y que una de ellas es la Vía Láctea. Este cuaderno aporta el conocimiento de todas las estrellas y planetas que forman el Sistema Solar. El recurso acaba con una serie de actividades de evaluación y refuerzo.

Etapa: [II - Primaria](#)

Cursos: [6º Primaria](#);

Áreas/materias:

Primaria: [02. Ciencias Sociales, 02.2. El mundo en que vivimos](#)

Autor: [Junta de Castilla-La Mancha Cuadernia](#)

Licencia de uso: [CC - Reconocimiento \(by\)](#)



Acciones:

Acceder/ejecutar

recurso:



Sistema Solar: Los planetas

Escrito por [Francisca Martín Cárdenes](#) el 13 noviembre, 2014. Posteadó en [02. Ciencias Sociales, 02.2. El mundo en que vivimos, II - Primaria](#)



Aplicación didáctica desarrollada por IBERCAJA AULA EN RED para ser utilizada por el alumnado de 5º y 6º de Primaria. Ayuda a conocer las características de los ocho planetas del Sistema Solar (rotación, volumen, diámetro, superficie, gravedad...) así como la distancia de los mismos con respecto al Sol. También ofrece algunas curiosidades del Sistema Solar y una serie de preguntas.

Etapa: [II - Primaria](#)

Cursos: [5º Primaria](#), [6º Primaria](#);

Áreas/materias:

Primaria: [02. Ciencias Sociales, 02.2. El mundo en que vivimos](#)

Autor: [IBERCAJA AULA EN RED](#)

Licencia de uso: [CC - Reconocimiento \(by\)](#)



Acciones:

Acceder/ejecutar

recurso:



<https://www.solarsystemscope.com/>



<https://spaceplace.nasa.gov/sp/>



<https://www.esa.int/esaKIDSes/Planetsandmoons.html>



<https://www.youtube.com/watch?v=vQIsQK4m7Qk>





El Mundo de Luna
236.956 suscriptores

SUSCRIBIRSE 236 MIL

INICIO VÍDEOS LISTAS DE REPRODUCCIÓN CANALES COMENTARIOS MÁS INFORMACIÓN

Mundo Zamba
147.207 suscriptores

SUSCRIBIRSE 147 MIL

INICIO VÍDEOS LISTAS DE REPRODUCCIÓN CANALES COMENTARIOS MÁS INFORMACIÓN



Curso de Formación de Profesorado
Cosmoeducando y accediendo al Universo
Noviembre 2018-Marzo 2019
Museo de la Ciencia y el Cosmos
La Laguna

El Sistema Solar: Conociendo el Vecindario

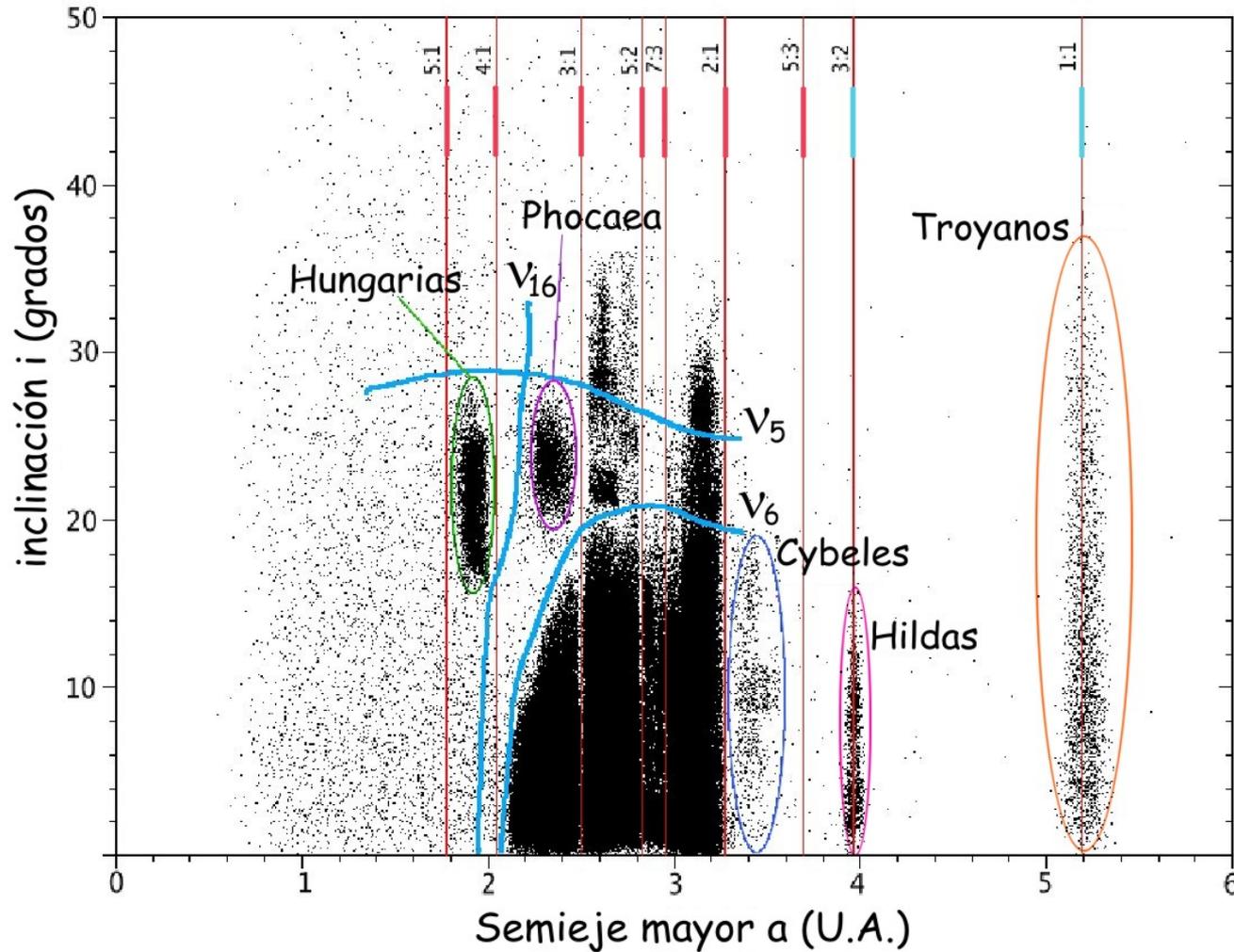
Julia de León

Investigadora del Instituto de Astrofísica de Canarias

Diapositivas Extra

4.1. Asteroides

Distribución de asteroides: a vs. i



La distribución de asteroides en el MB no es uniforme

Resonancias de movimiento medio con Júpiter:

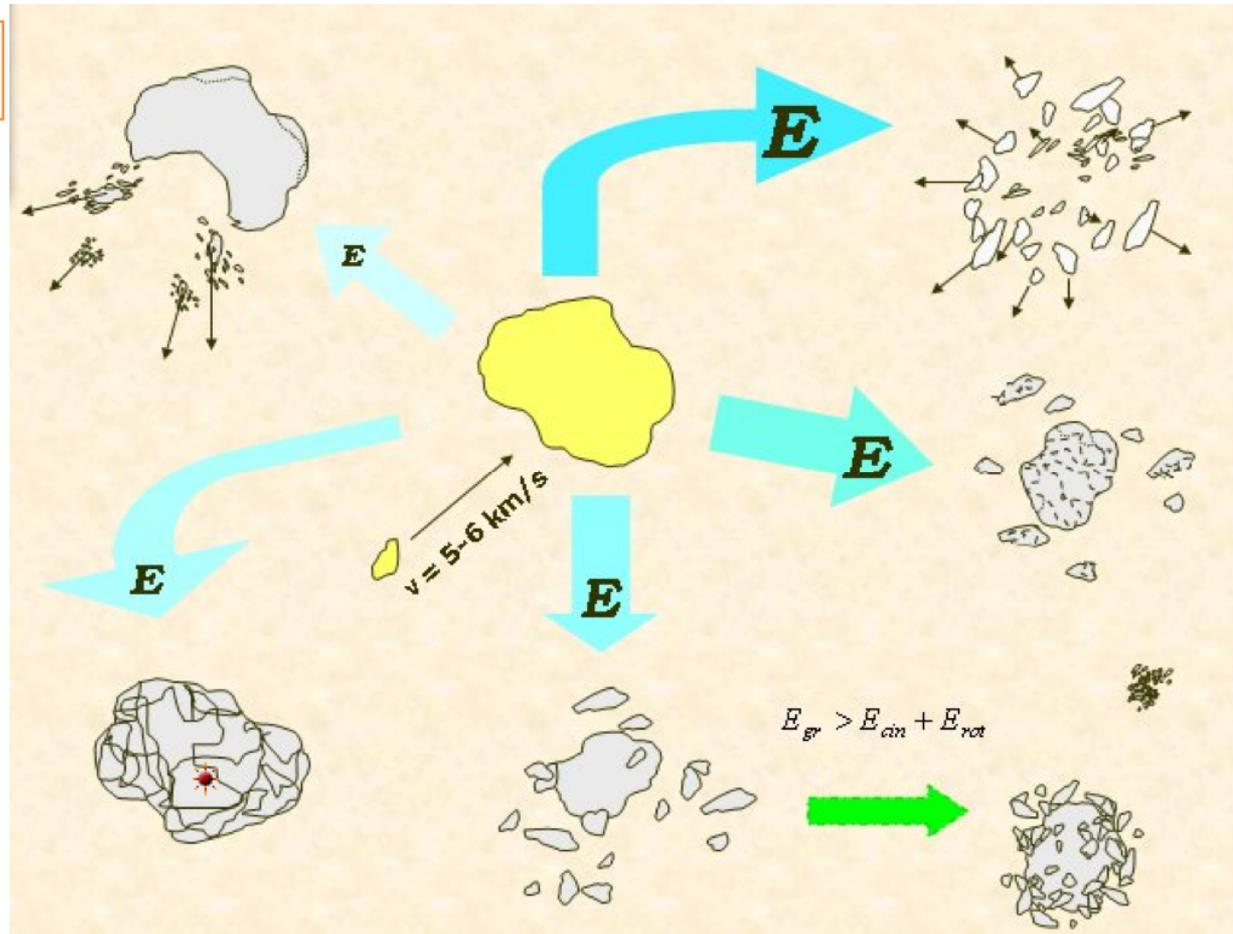
— Destructivas (huecos de Kirkwood)

— Constructivas (grupos)

Resonancias seculares con Saturno (v_6 , v_{16} , v_5)

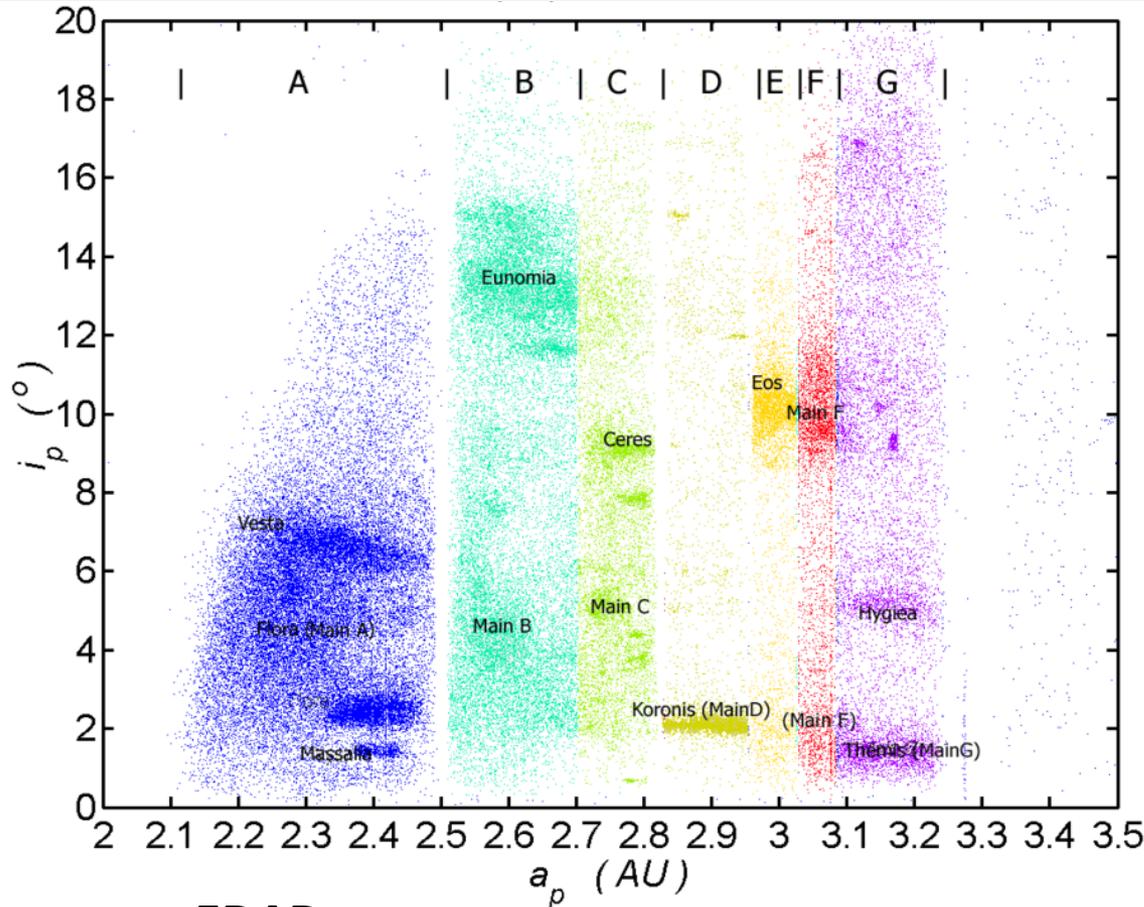
3.1. Asteroides y meteoritos

Colisiones



- Dependiendo de la energía del impacto los efectos son diferentes
- Van desde la destrucción total a un simple cráter
- Modifican la estructura interna

4.1. Asteroides



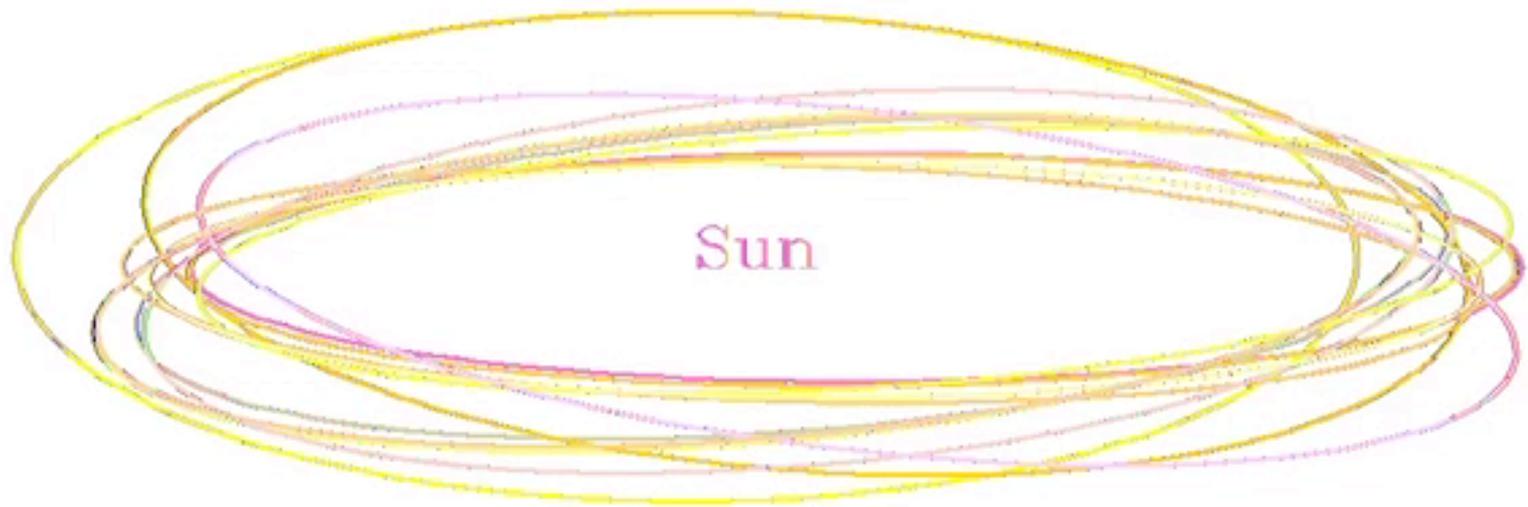
EDAD

- Puede ser determinada modelando la evolución orbital
- Integración hacia atrás en el tiempo hasta convergencia de las orbitas

Familia colisional: grupo de asteroides con orbitas similares generados por la ruptura de un cuerpo mayor. También llamadas familias de Hirayama (1918)

Dependiendo de la energía de la colisión podemos tener una familia con un miembro grande y muchos muy pequeños (*cratering*), o varios miembros en una continuidad de tamaños si la colisión fue completamente destructiva.

4.1. Asteroides



Time = -0 My

Simulación de David Nesvorný (familia colisional de Karin)

27 febrero 2019

El Sistema Solar - Julia de León

67

3.1. Asteroides y meteoritos

Meteoritos



Rocosos (stony)
(silicatos)



Rocosos de tipo Ferroso (stony-iron)
(metal+silicatos)



Ferrosos (iron)
(metal)

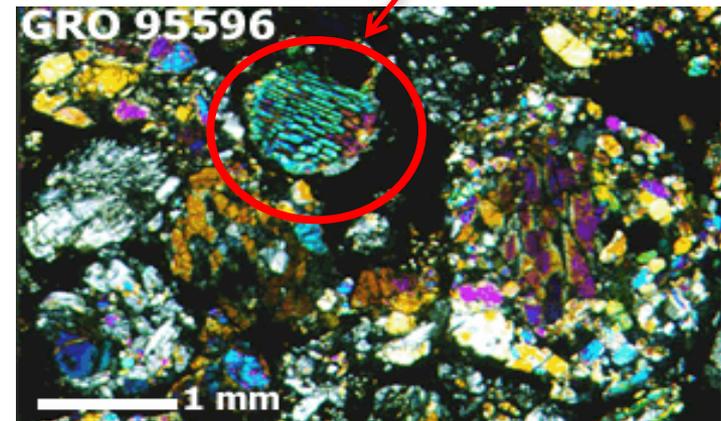
Condritas
(cóndrulos: primitivas)

Ordinarias
(más abundantes)

Carbonáceas
(más primitivas)

Acondritas
(sin cóndrulos: ígneas)

Cóndrulo

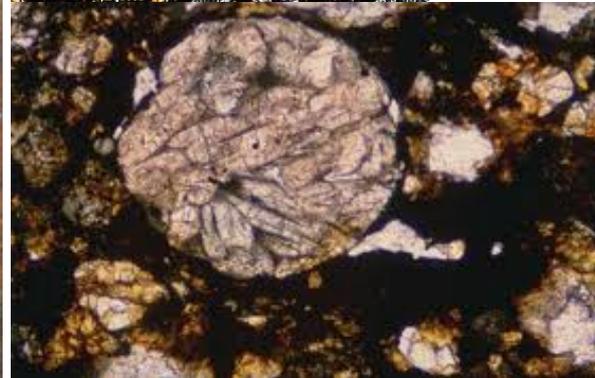
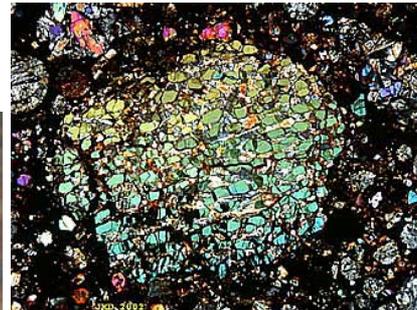
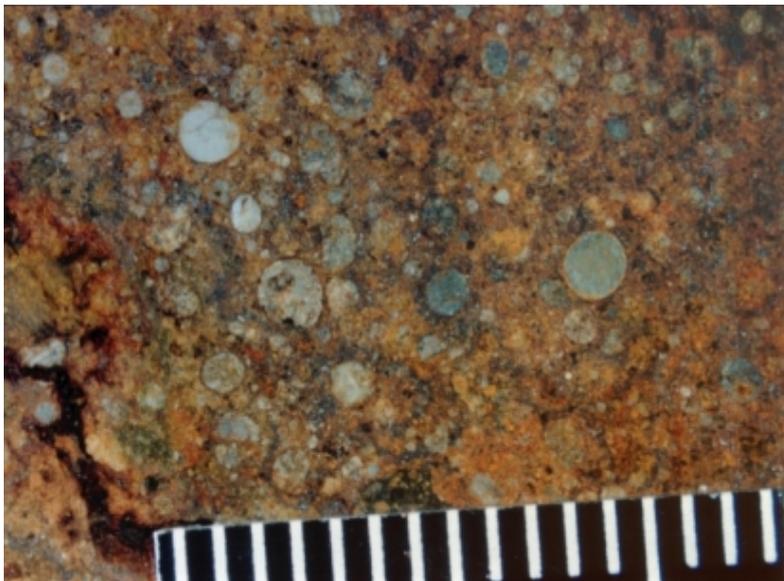


3.1. Asteroides y meteoritos

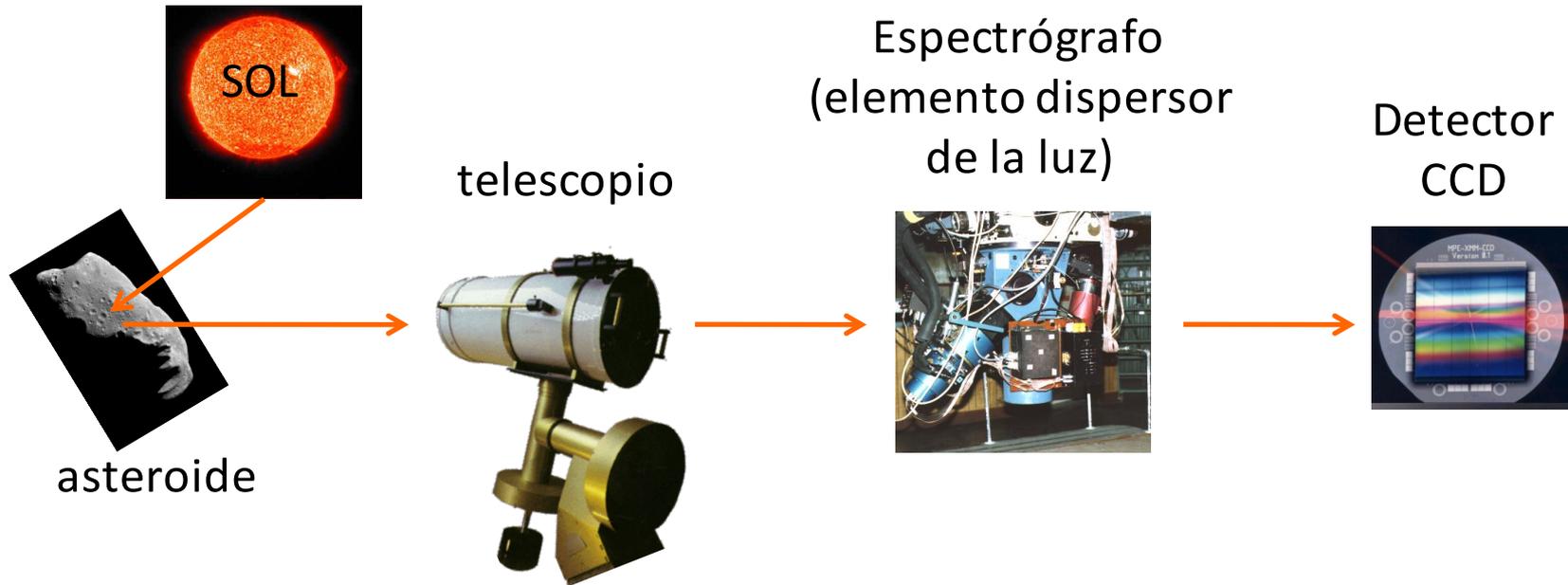
Cóndrulos: esferas sub-milimétricas compuestas por distintos minerales, y que suelen constituir entre el 20% y el 80% de las condritas.

Origen: su formación se debió a una súbita onda de calor en la nebulosa primitiva, probablemente generada por la onda de choque producida por una inestabilidad gravitacional en el disco protoplanetario del cual se formó Júpiter. Ese calor actuó sobre el polvo cósmico, fundiéndolo, y se formaron gotas que solidificaron en cóndrulos.

Son de los objetos más antiguos de nuestro Sistema Solar (4.570 Myr)



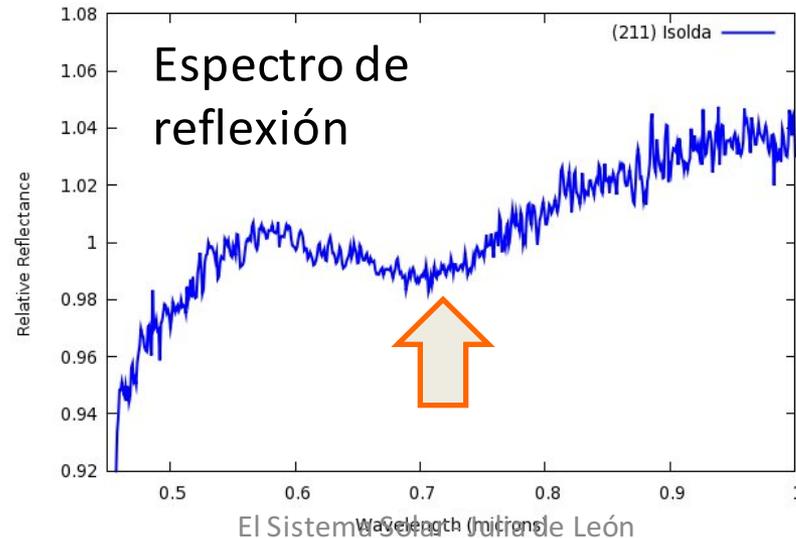
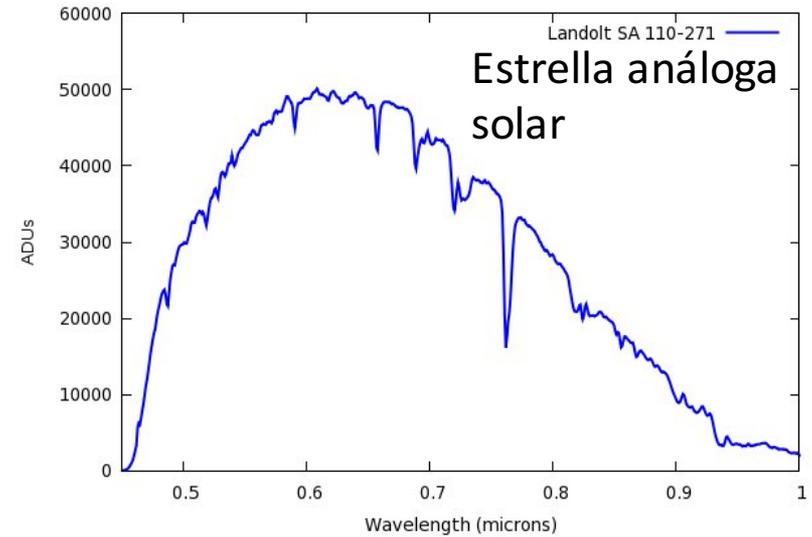
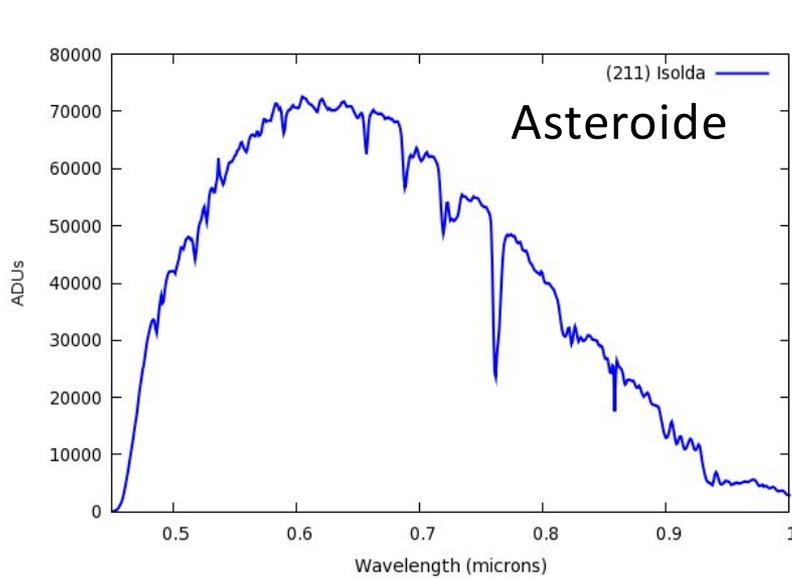
3.1. Asteroides y meteoritos



Quitamos la información del Sol dividiendo por el espectro de una estrella “análoga solar”, observada a la misma masa de aire (altura) que el asteroide

ESPECTROSCOPIA DE REFLEXIÓN

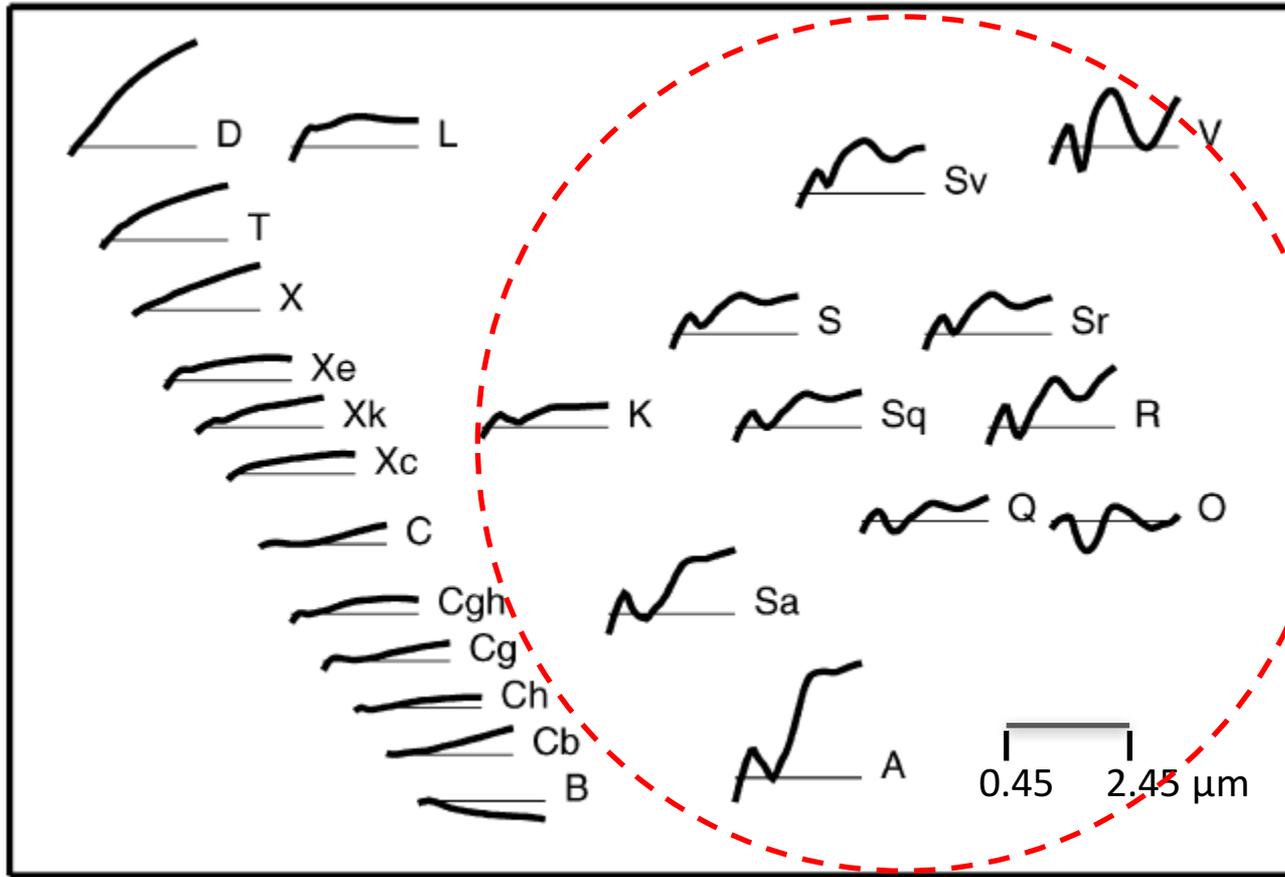
3.1. Asteroides y meteoritos



**Banda de absorción.
En este caso:
filosilicatos**

3.1. Asteroides y meteoritos

Taxonomía basada en los espectros de reflexión

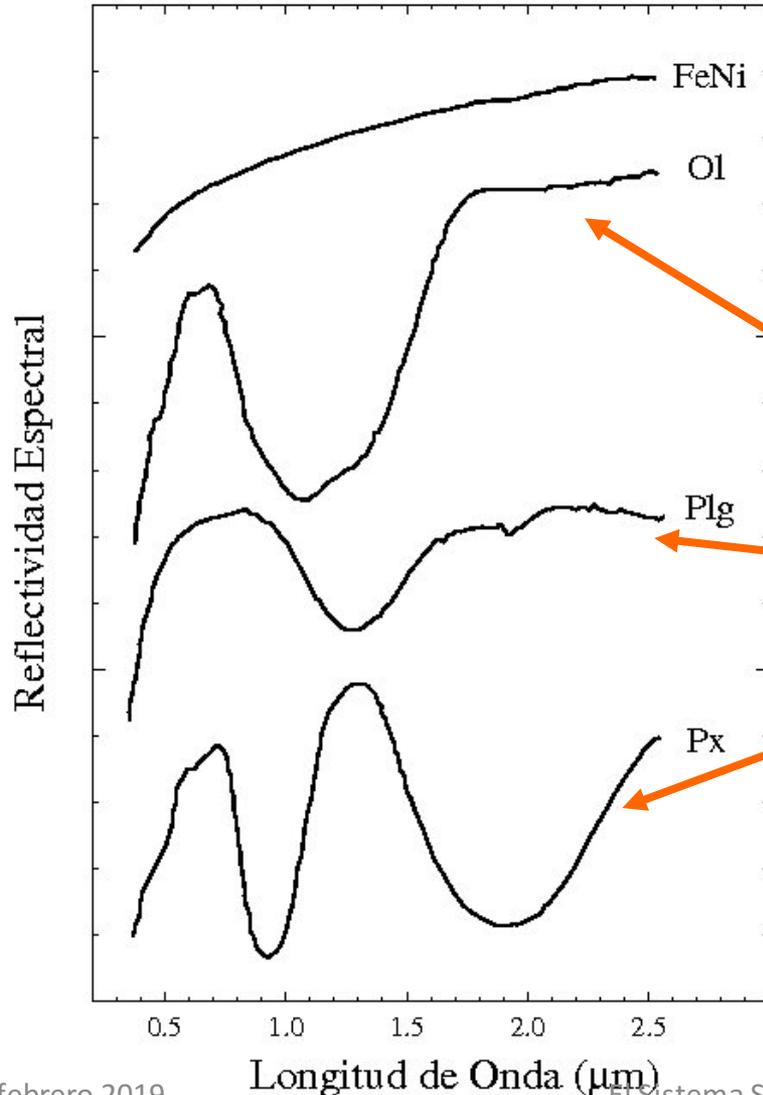


S-complex

- Brillantes (alto albedo)
- Materiales procesados
- Silicatos anhídridos (olivino, poroxeno), metales (Fe)

(Tholen 1984; Bus & Binzel, 2002; DeMeo et al. 2009)

3.1. Asteroides y meteoritos



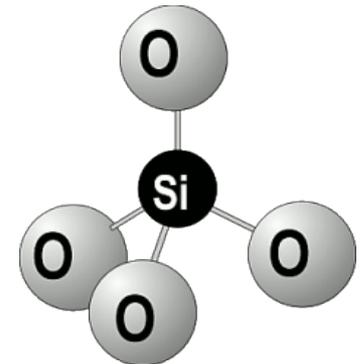
Espectros de reflexión de los minerales más comunes en los asteroides rocosos

BANDAS DE ABSORCIÓN EN SILICATOS

Olivina (Ol)

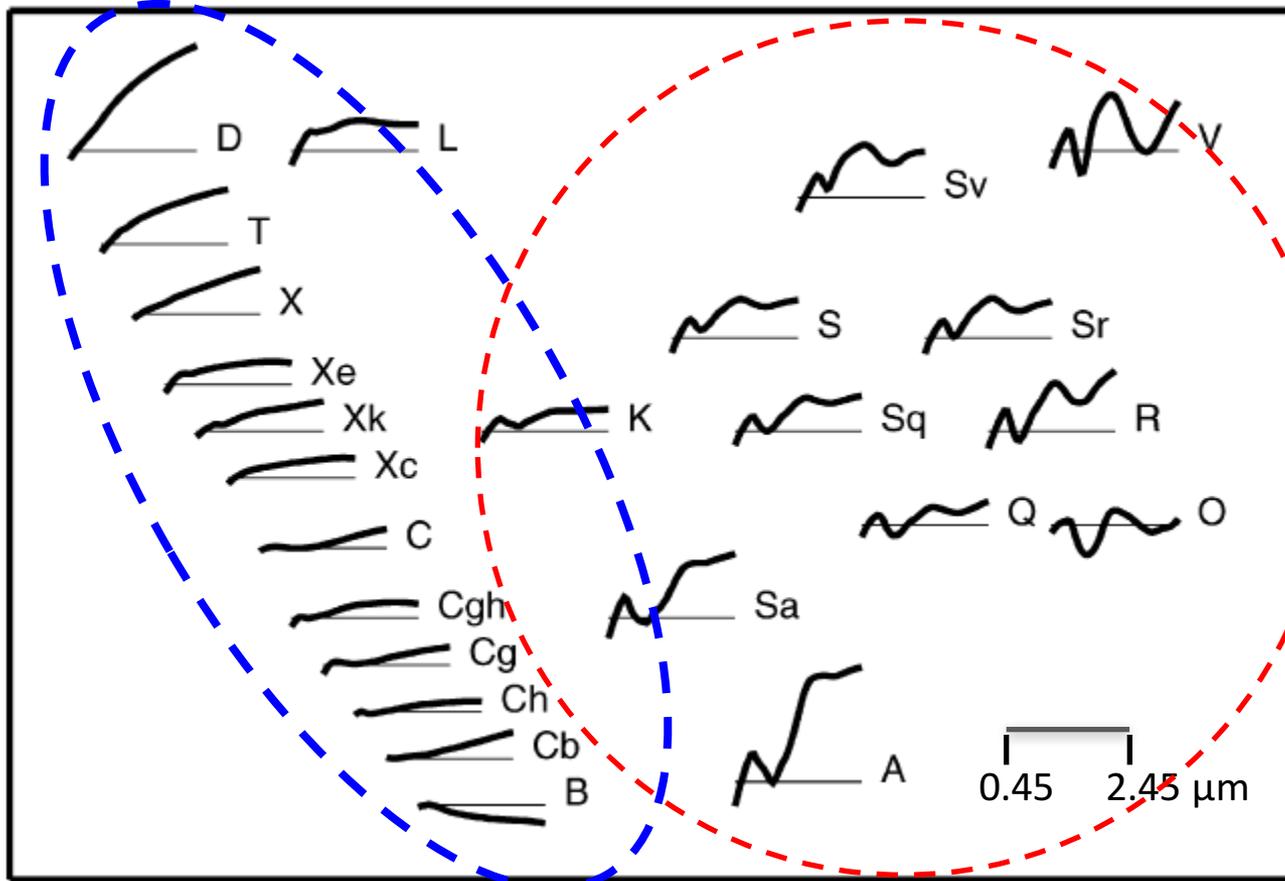
Plagioclasa (Plg)

Piroxeno (Px)



3.1. Asteroides y meteoritos

Taxonomía basada en los espectros de reflexión



S-complex

- Brillantes (alto albedo)
- Materiales procesados
- Silicatos anhídridos (olivino, poroxeno), metales (Fe)

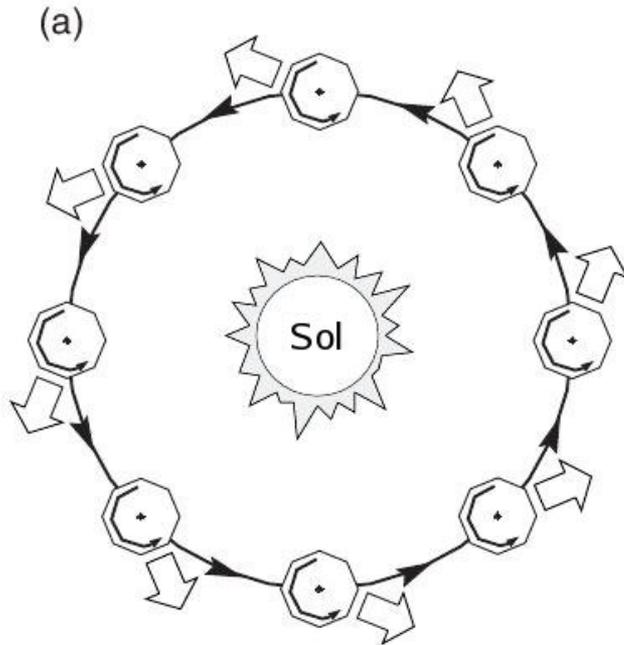
C-complex

- Oscuros (bajo albedo)
- Materiales primitivos)
- Silicatos hidratados
- Compuestos de C materiales opacos orgánicos (PAHs)

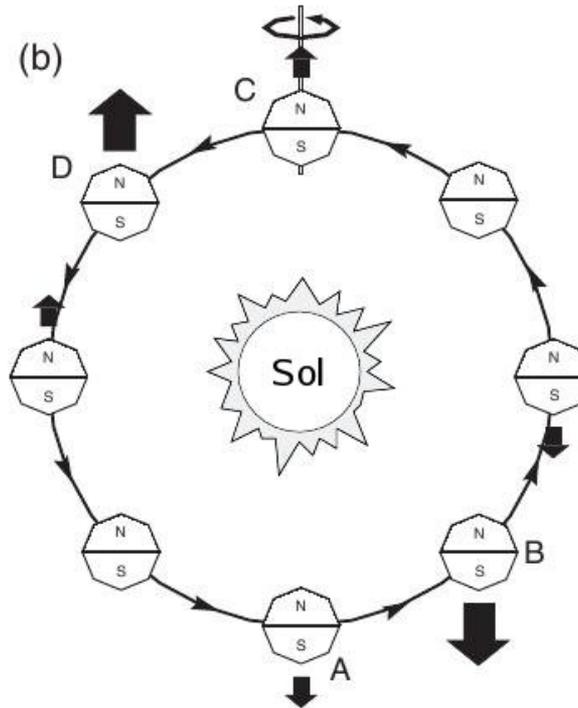
(Tholen 1984; Bus & Binzel, 2002; DeMeo et al. 2009)

3.1. Asteroides y meteoritos

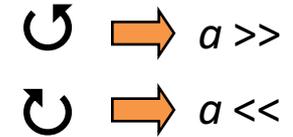
componente diurna



componente estacional



Componente diurna
(rotación del objeto)

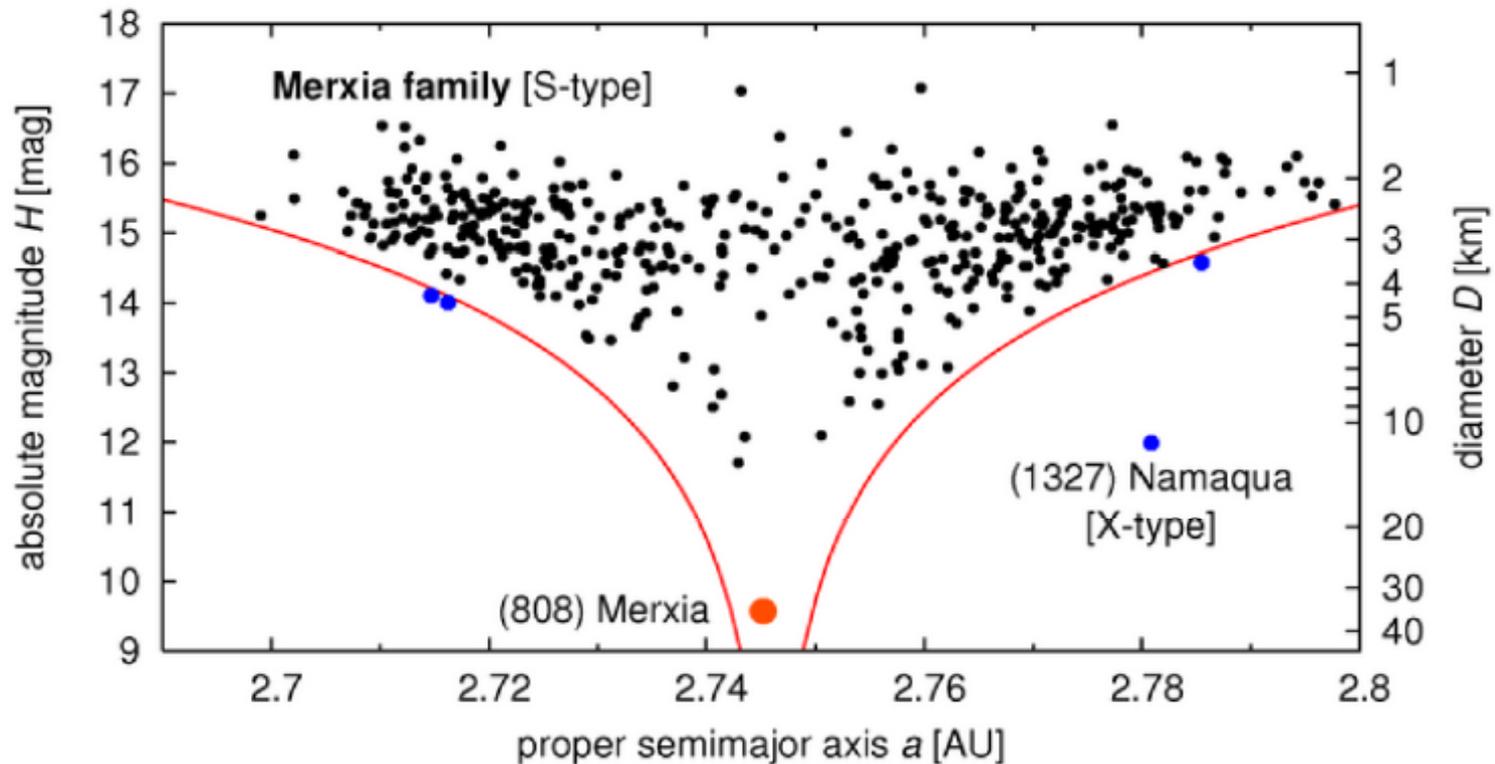


Componente estacional
(traslación del objeto)

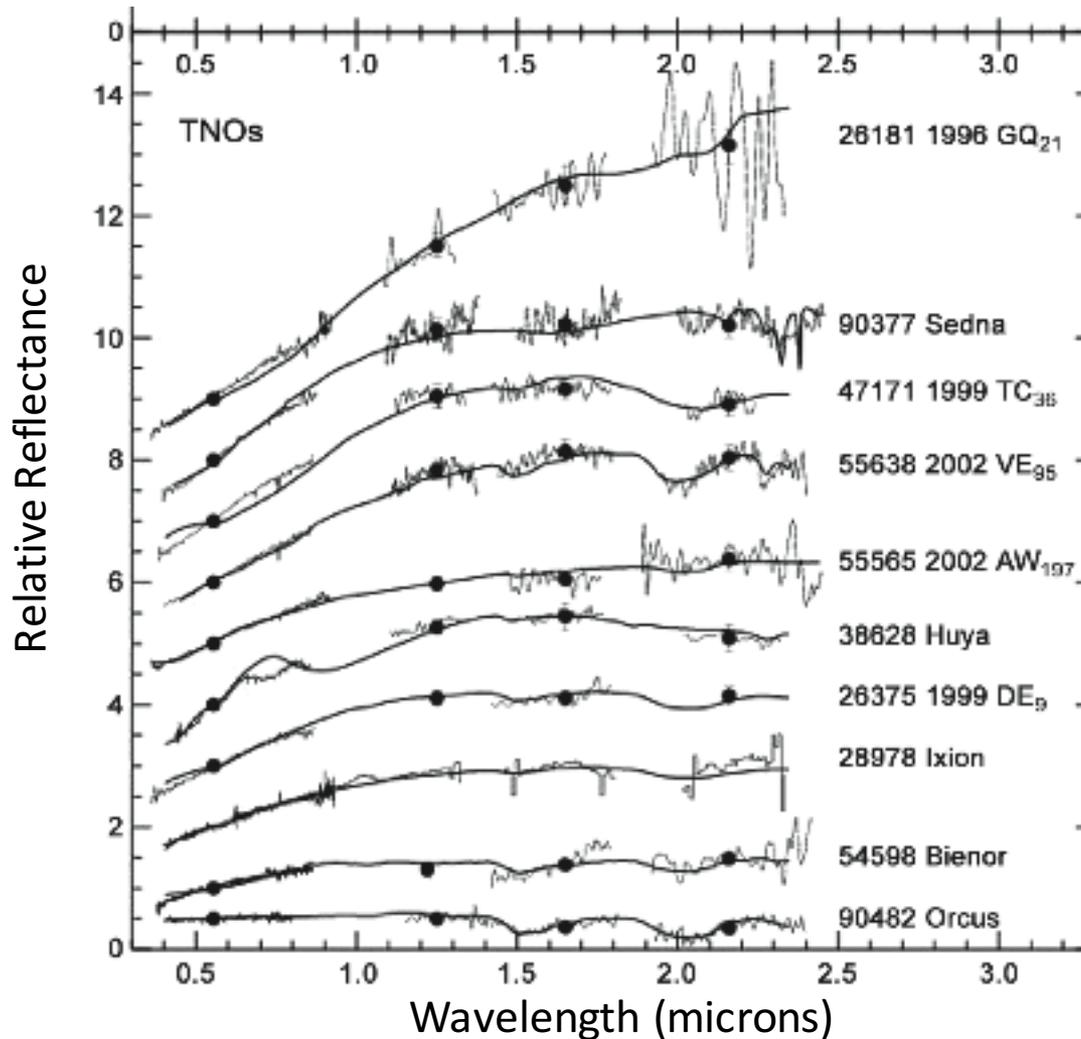
$a <<$ siempre
Para e pequeñas
se circulariza la
órbita

- La componente diurna afecta al semieje mayor haciendo que la órbita se “espiralice” hacia fuera o hacia adentro dependiendo del sentido de rotación del asteroide
- La componente estacional es más fácil de entender para un cuerpo “no rotante” (día = año) o para un cuerpo con el eje muy inclinado. Siempre ejerce un efecto de “frenado” y espiraliza la órbita hacia dentro.

3.1. Asteroides y meteoritos



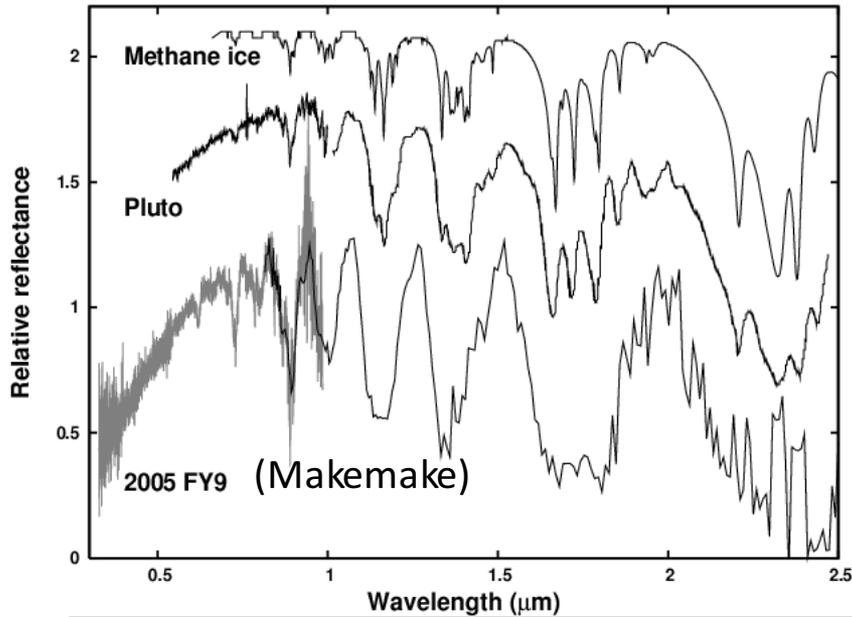
Tras una colisión se genera una **familia colisional**: los fragmentos más pequeños son los más afectados por el efecto Yarkovsky y por tanto son los que sufren más dispersión en semieje mayor. Este efecto nos ayuda en la determinación de la edad de la familia: cuanto más dispersada, más vieja.



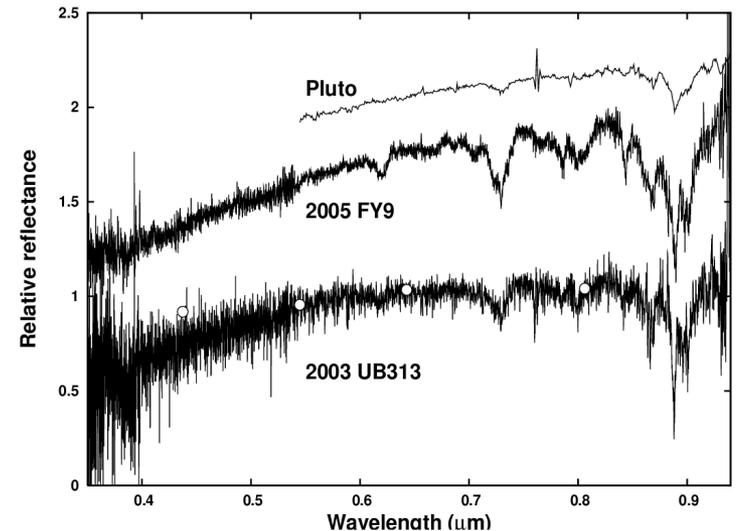
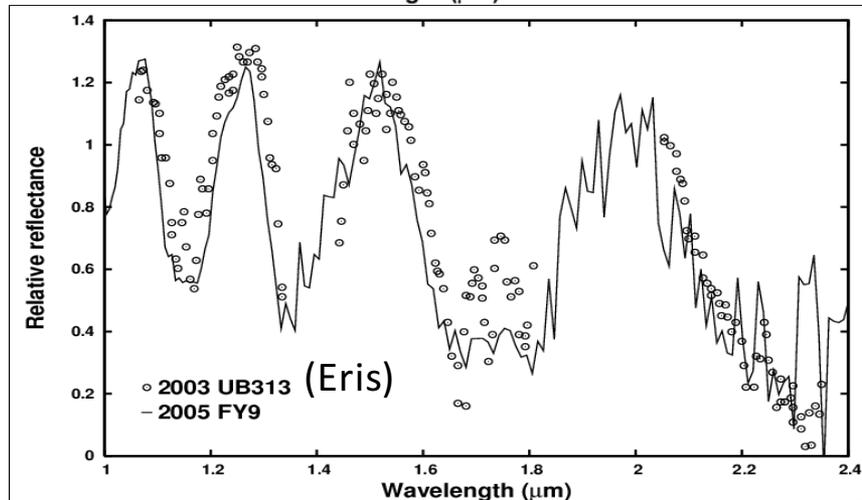
Los TNOs presentan un amplio rango de pendientes espectrales. Las pendientes rojas se asocian con la presencia de material orgánico. Están compuestos principalmente por hielo de agua (tanto cristalina como amorfa) y otros compuestos como (CO, CO₂, CH₄, N₂).

La exposición a la radiación solar durante miles de años crea materiales orgánicos complejos (*tholins*) que oscurecen y enrojecen la pendiente espectral.

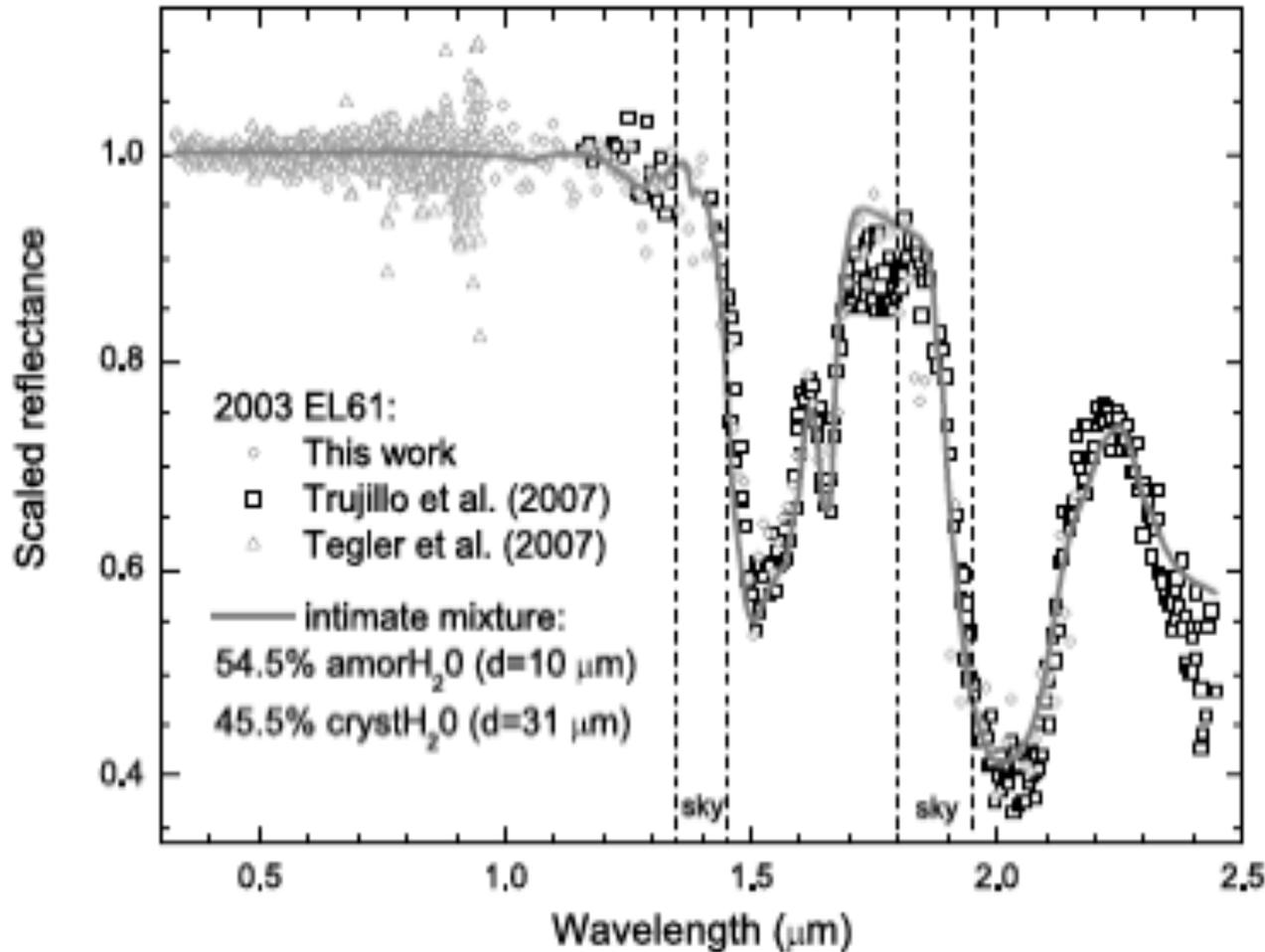
3.3. Objetos trans-Neptunianos y planetas enanos



- Se observan profundas bandas de absorción por metano, más profundas que las observadas en el espectro de Plutón → CH₄ es más abundante o la capa de metano es más ancha
- Tienen orgánicos complejos probablemente debido a la irradiación del CH₄



Probablemente desarrollen atmósferas como Plutón



Haumea

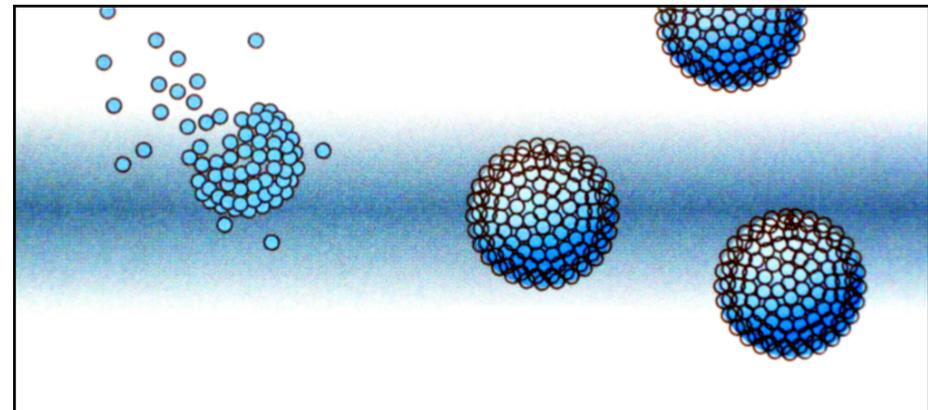
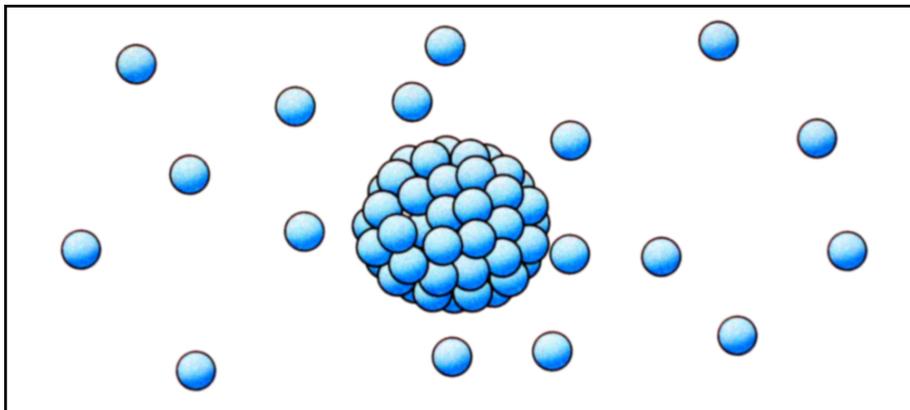
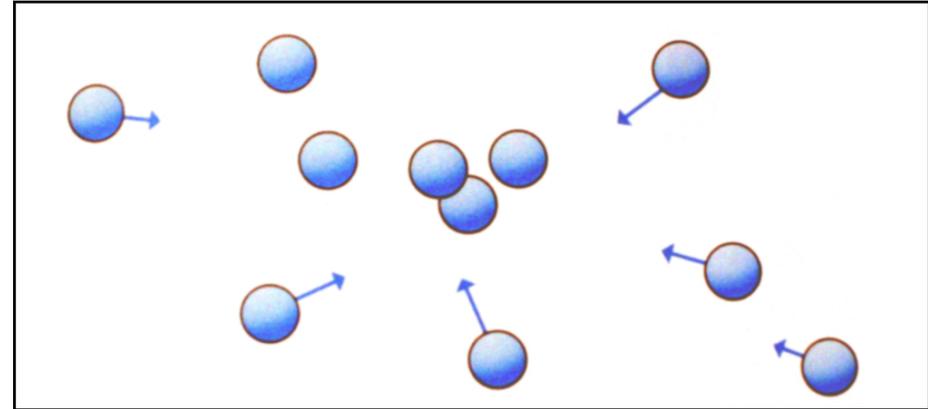
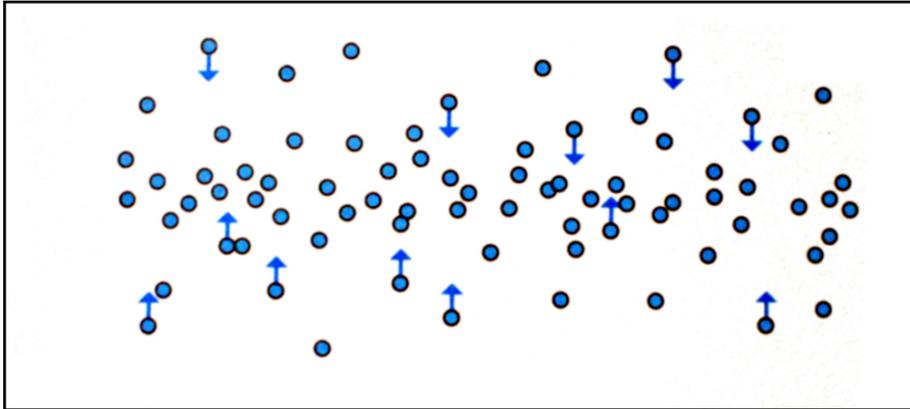
>94% hielo de agua. Otros componentes no superan el 6%

- No se detectan orgánicos complejos en la superficie

Pinilla-Alonso et al 2009

4. Origen y evolución

La nebulosa proto-Solar: los primeros 5 millones de años



Las primeras partículas del orden de los 10mm se forman por coagulación (atracción electromagnéticas primordialmente)
 El crecimiento hacia planetesimales de Km puede ser por coagulación (lento) o por inestabilidades gravitacionales (rápida formación de coágulos). Los planetesimales crecen por acreción (colisiones a baja velocidad)

4. Origen y evolución

Los primeros sólidos del Sistema Solar



Cóndrulos
 “Gotas” de silicatos (a veces metálicos)
 $T > 1600 \text{ K}$

CAI: *Calcium Aluminium rich Inclusions*

$T_{\text{formación}} \sim 2000 \text{ K}$
 1-4 Myr más antiguos que los cóndrulos



Matriz

Minerales hidratados y carbono

4. Origen y evolución

El modelo de Niza

Hipótesis

SS joven más masivo y compacto

Disco trans-planetario masivo

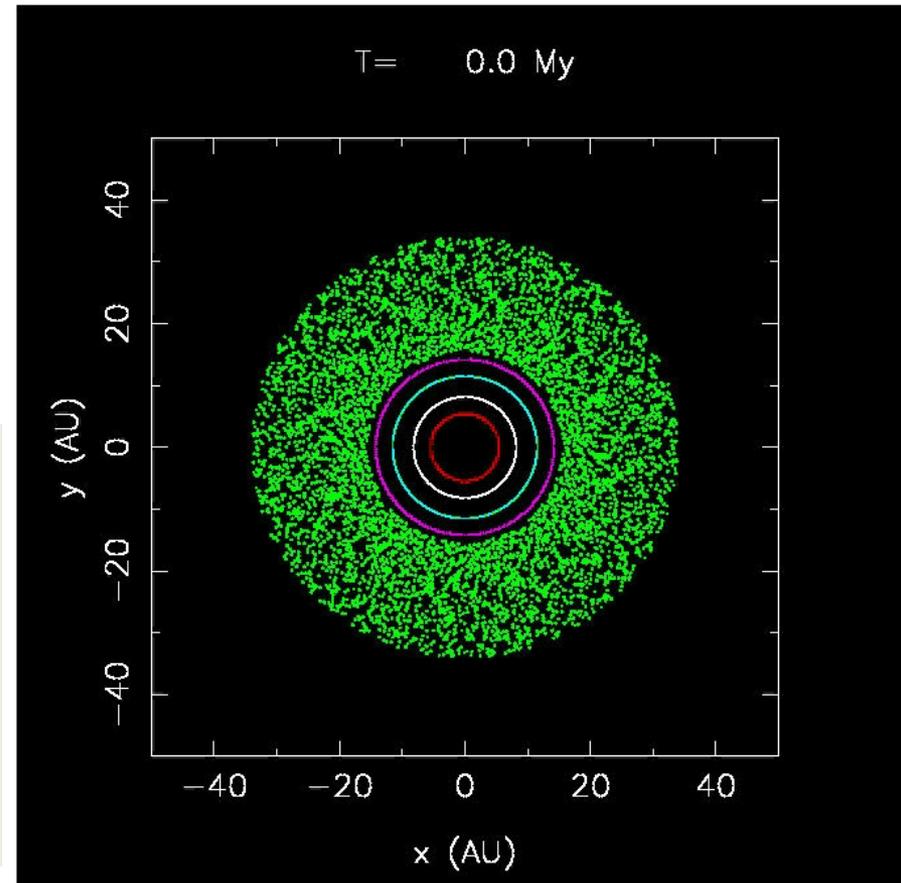
Los planetas migran lentamente hasta que Júpiter y Saturno pasan por la resonancia 1:2

Ur & Nep son perturbados a órbitas inestables, hasta que se intercambian posiciones

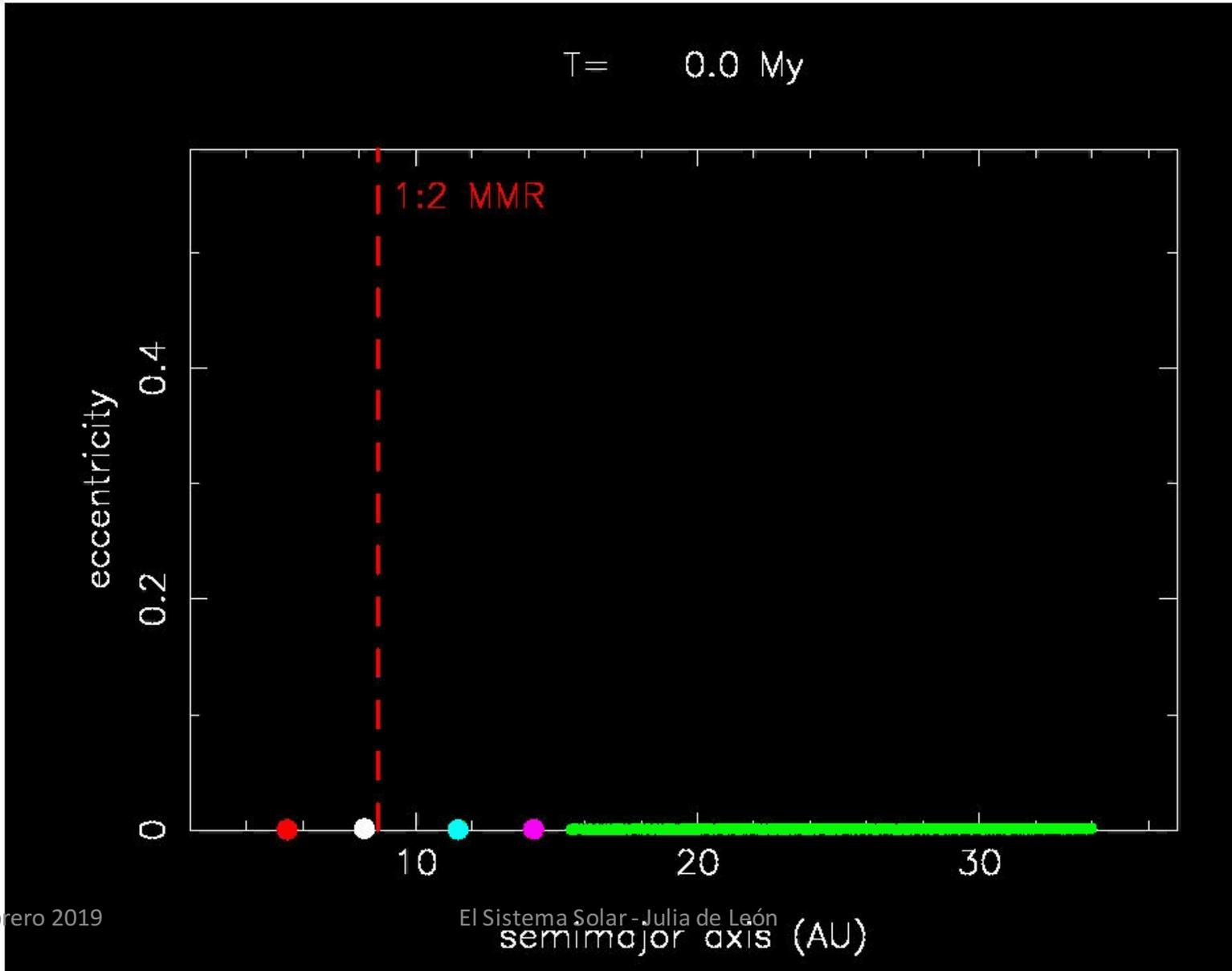
Predicciones

- El “late heavy bombardment” (LHB)
- Presencia de satélites irregulares
- **Una fracción de asteroides de tipo primitivo son objetos dispersados durante el LHB**

Evolución dinámica y formación del TNB



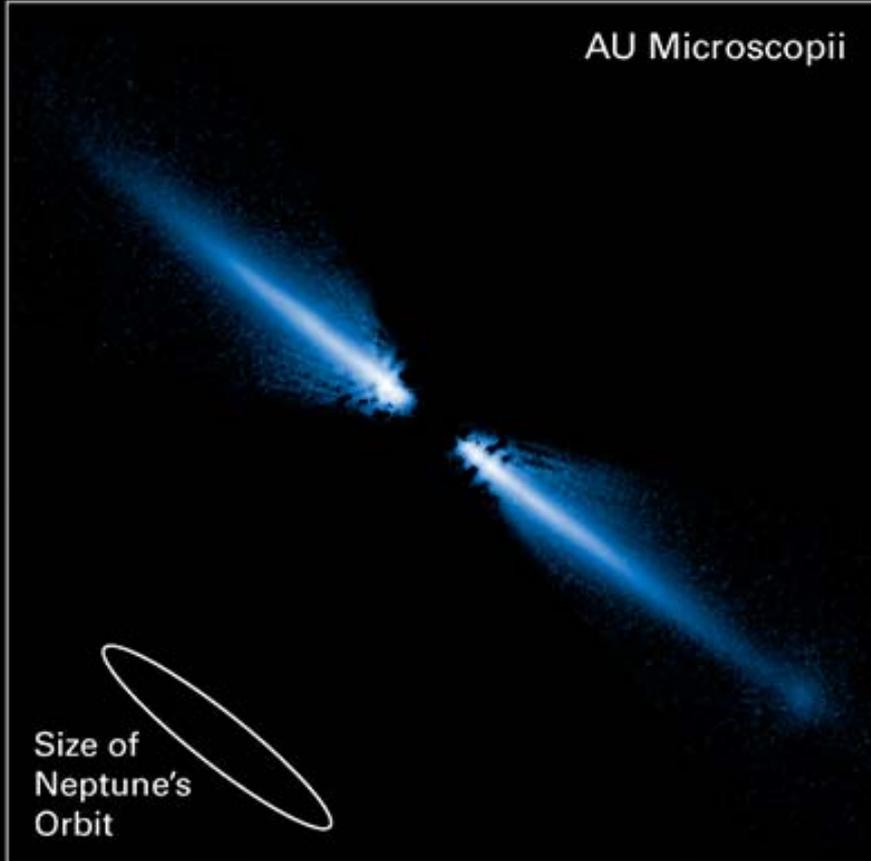
4. Origen y evolución



4. Origen y evolución

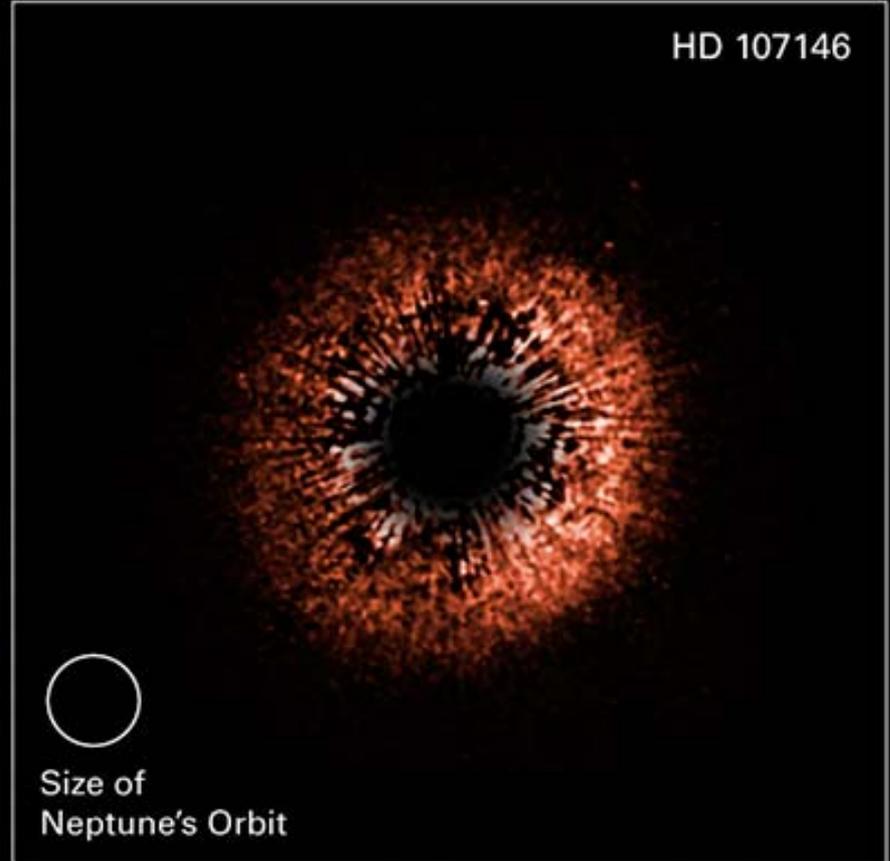
Circumstellar Debris Disks

AU Microscopii



Hubble Space Telescope • ACS HRC

HD 107146



NASA, ESA, J. Krist (STScI/JPL), D.R. Ardila (JHU), D.A. Golimowski (JHU), M. Clampin (NASA/Goddard), H. Ford (JHU), G. Hartig (STScI), G. Illingworth (UCO-Lick) and the ACS Science Team

STScI-PRC04-33a