



II Edición de  
***“CosmoEducando y descubriendo el Universo***  
Enero – Mayo de 2020  
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*
  - *4.5. Objetos interestelares*
5. Recursos



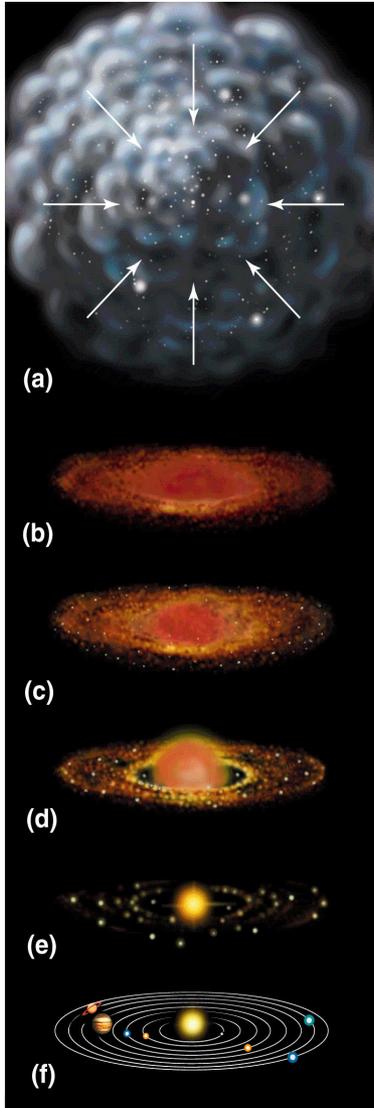
# 1. Introducción

---

# 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)*

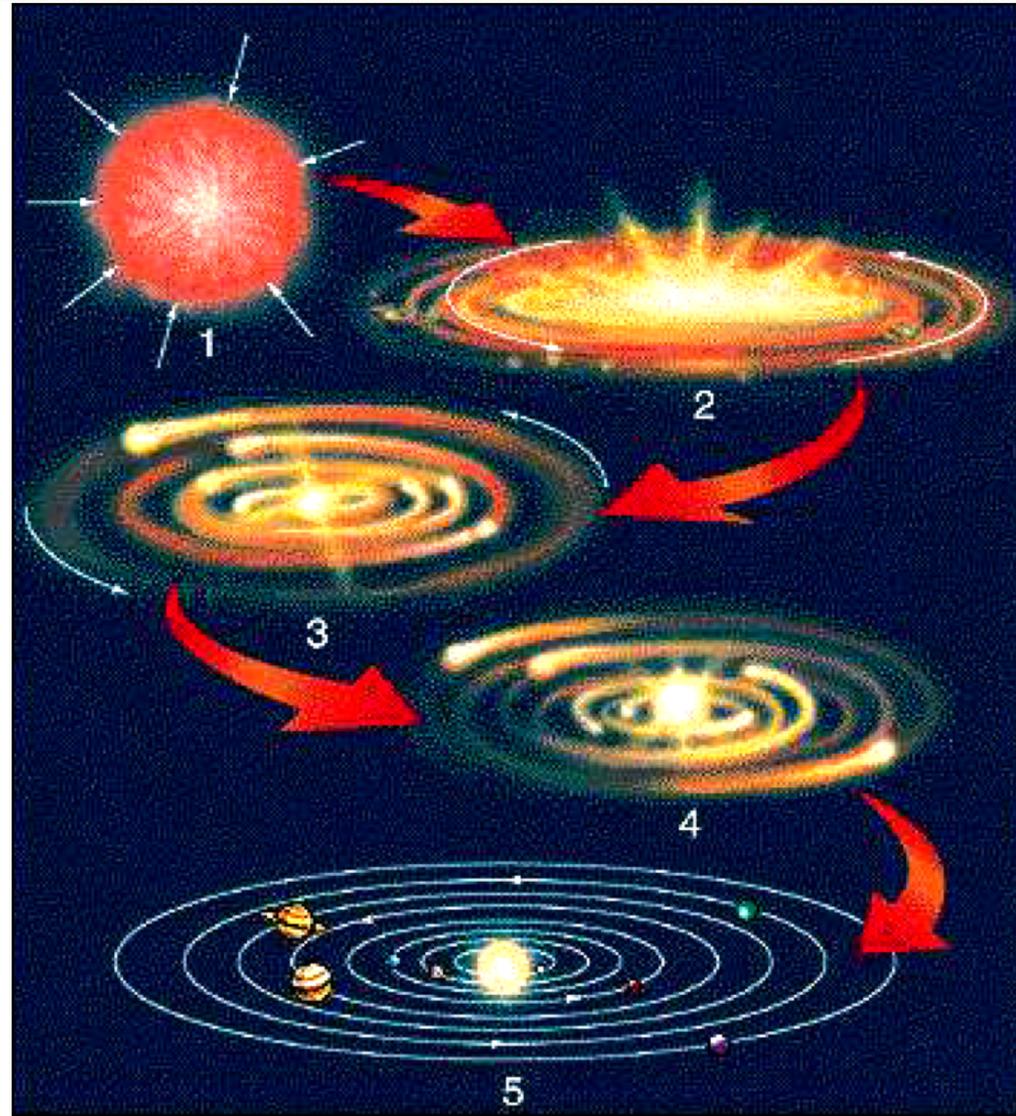
*700 millones años*

*Primeras señales de vida*

*Tierra 1000 millones años*

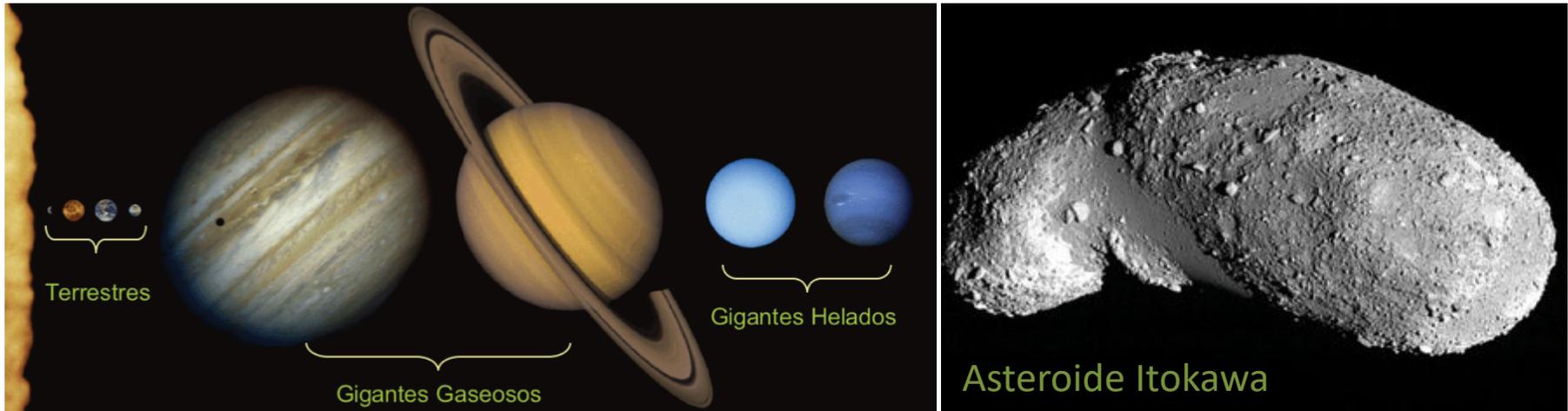
*Evolución atmosférica, geológica, impactos cada vez menos frecuentes*

**Ahora**



# 1. Introducción

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



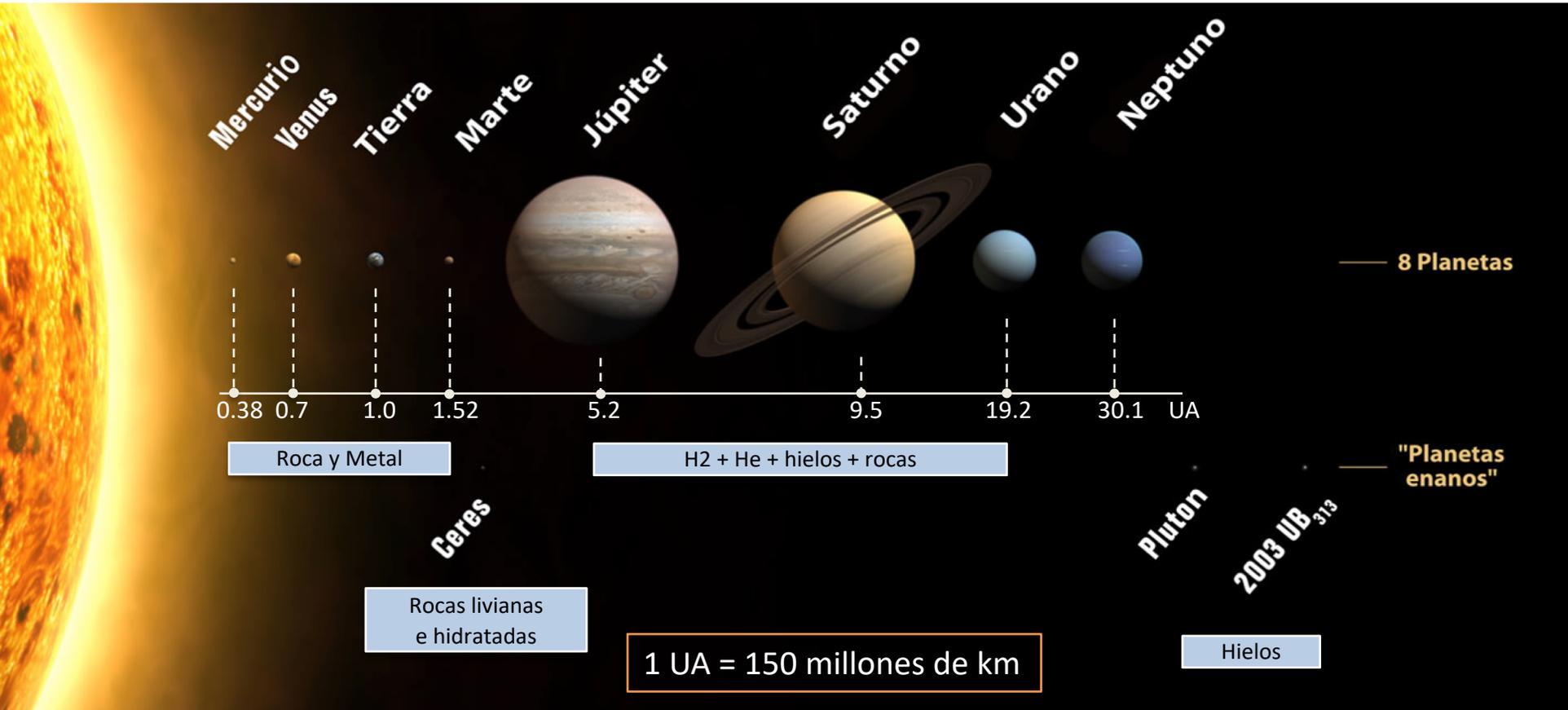
El 99.8% de la masa total está en el Sol

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 →

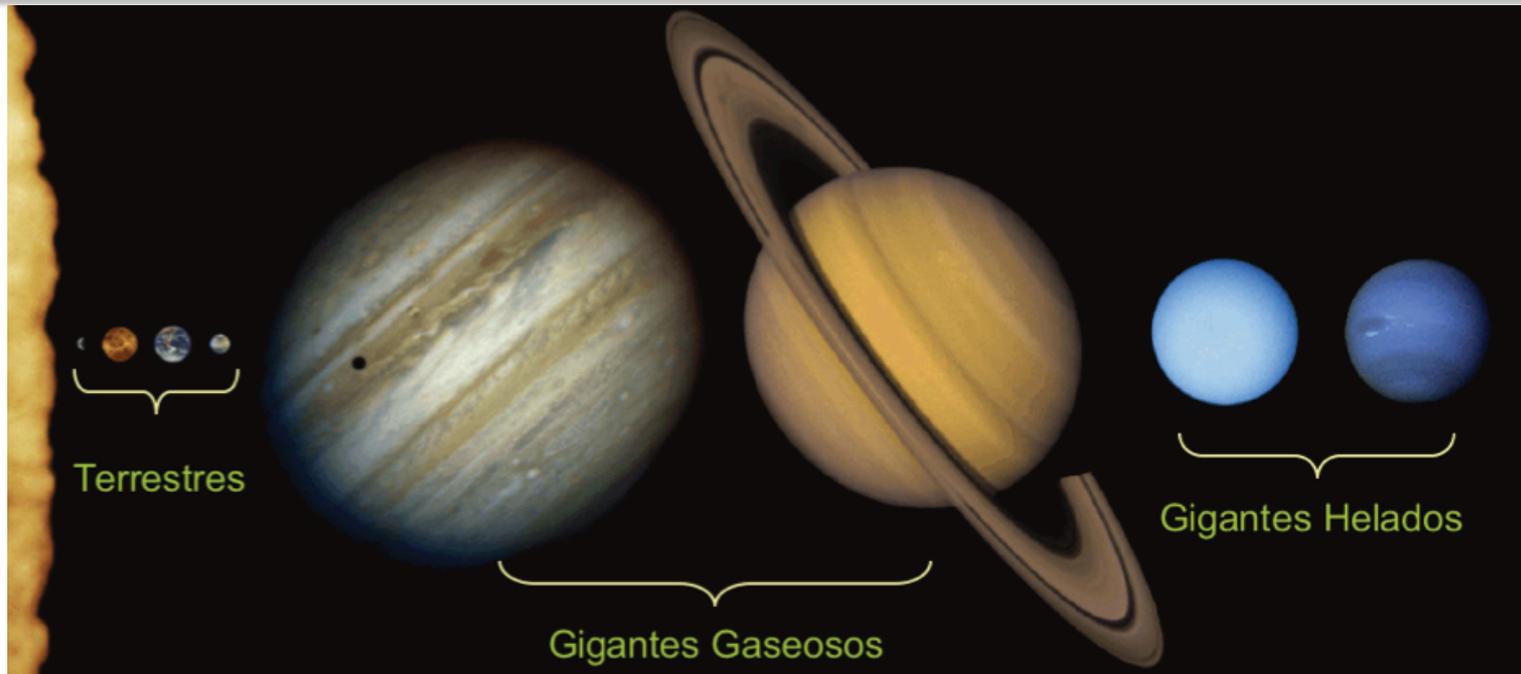
Planetas gigantes (gaseosos y helados)  
Objetos helados (+cometas)  
Planetas enanos



# 2. Planetas

---

# 2. Planetas



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

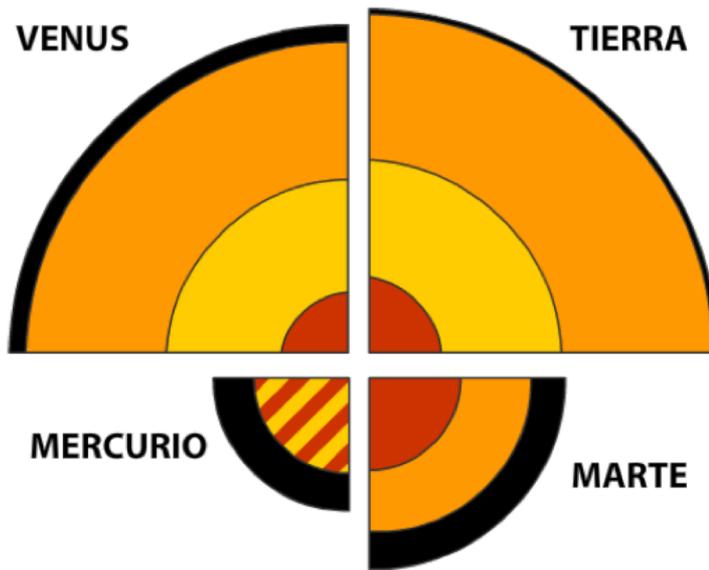
- Júpiter y Saturno
- Grandes: 67.000 y 54.000 km
- Entre 300 y 100  $M_{\oplus}$
- Compuestos de H y He
- Núcleo de materiales pesados ( $\sim 10 M_{\oplus}$ )

- Urano y Neptuno
- $\sim 25.000$  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

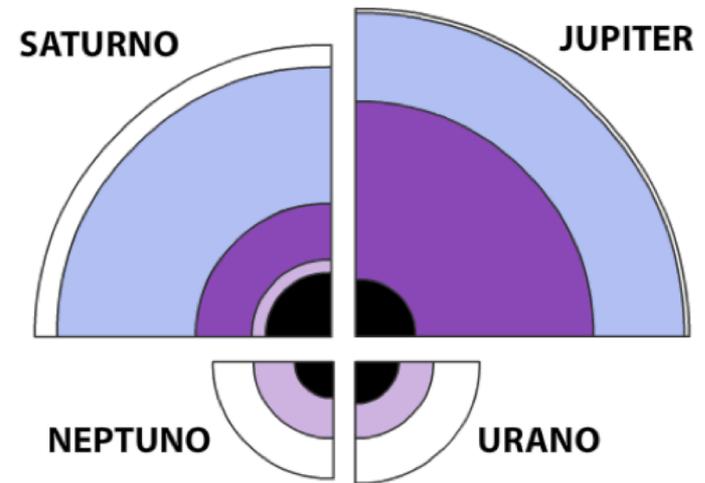
# 2. Planetas

Interiores diferenciados:  
núcleo, corteza y manto



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

Corte del interior

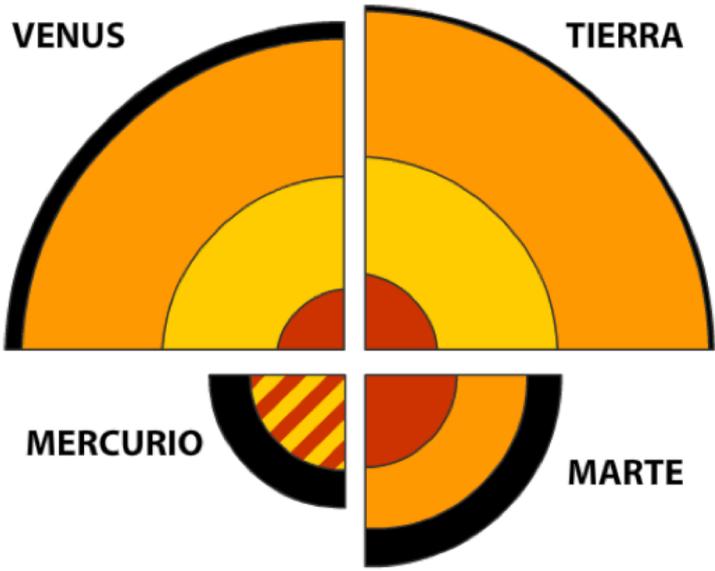
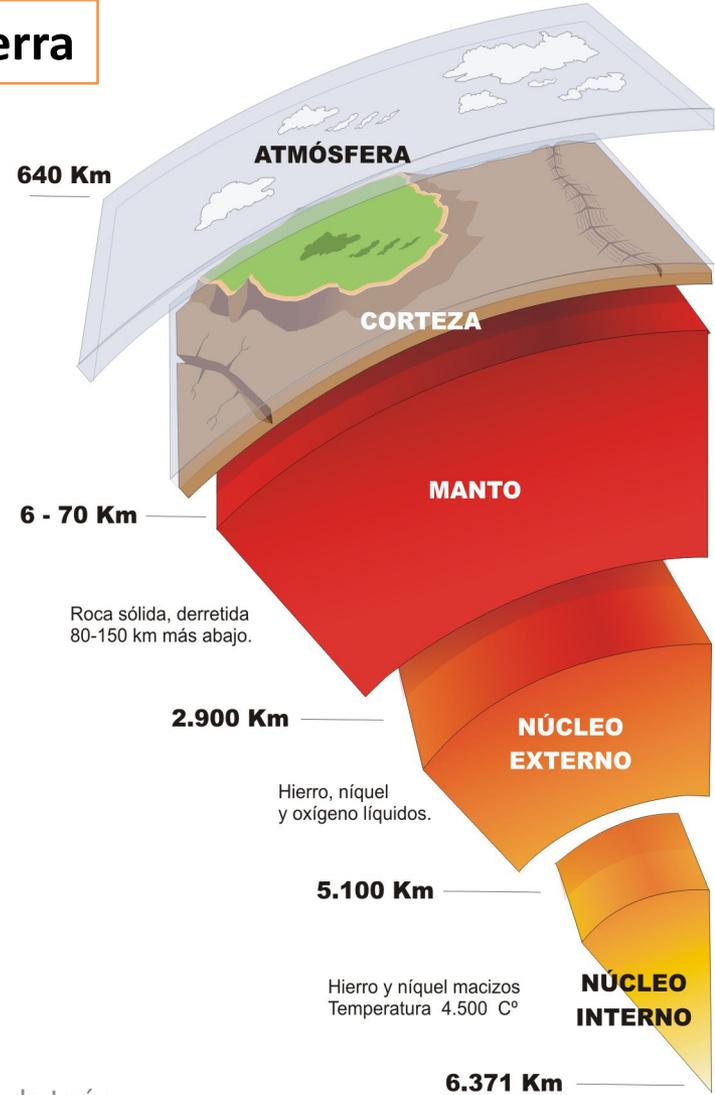


- Centro de silicato
- Centro de hielo
- Hidrógeno líquido metálico
- Hidrógeno líquido
- Hidrógeno gaseoso

# 2. Planetas

Interiores diferenciados:  
núcleo, corteza y manto

## La Tierra

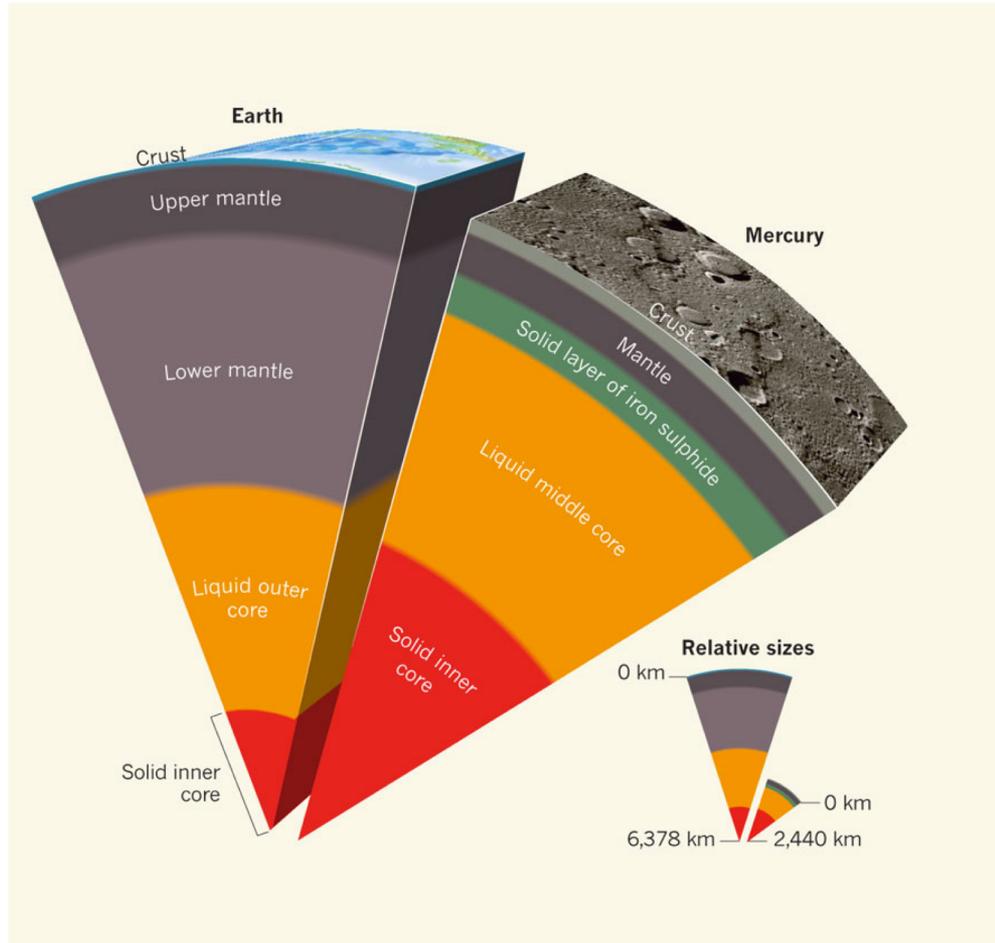
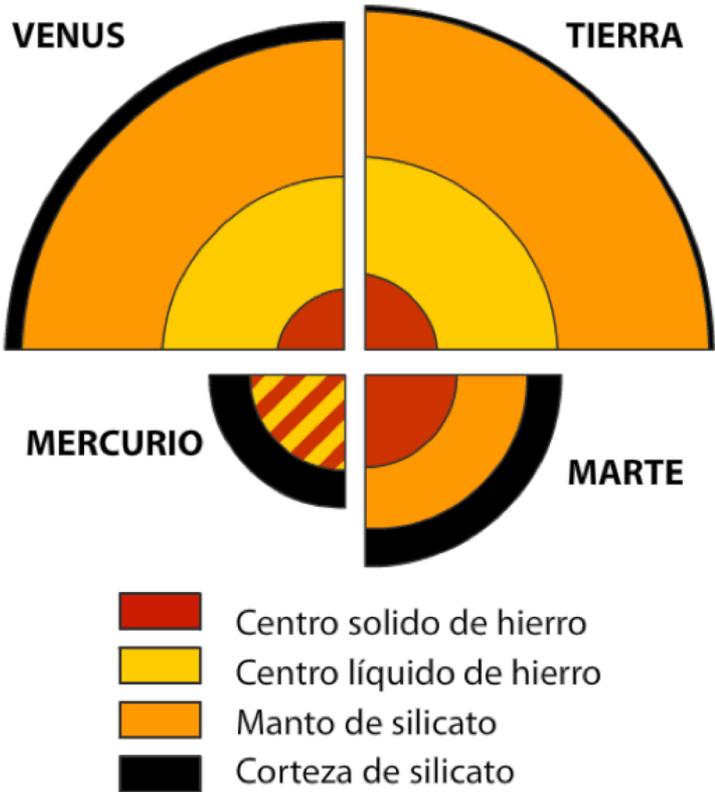


- Centro solido de hierro
- Centro líquido de hierro
- Manto de silicato
- Corteza de silicato

# 2. Planetas

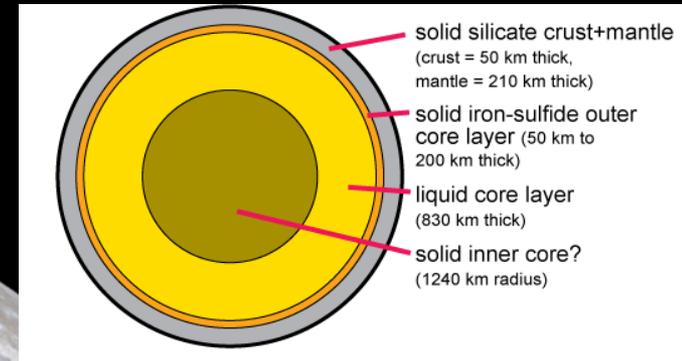
Interiores diferenciados:  
núcleo, corteza y manto

## Mercurio

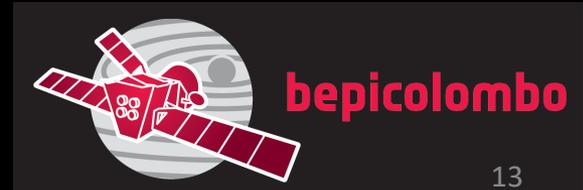


## Mercurio

- Algo mayor que la Luna (4879 km)
- A 0.39 UA del Sol
- Rotación: 59 días
- Duración año: 88 días
- Inclinación: 9°
- No posee lunas ni anillos
- Temperaturas extremas (430 °C/-180 °C)
- Alta densidad 5427 g/cm<sup>3</sup> (núcleo 85% de su tamaño)
- Sin atmósfera (exosfera fina O,H,He,Na,K)



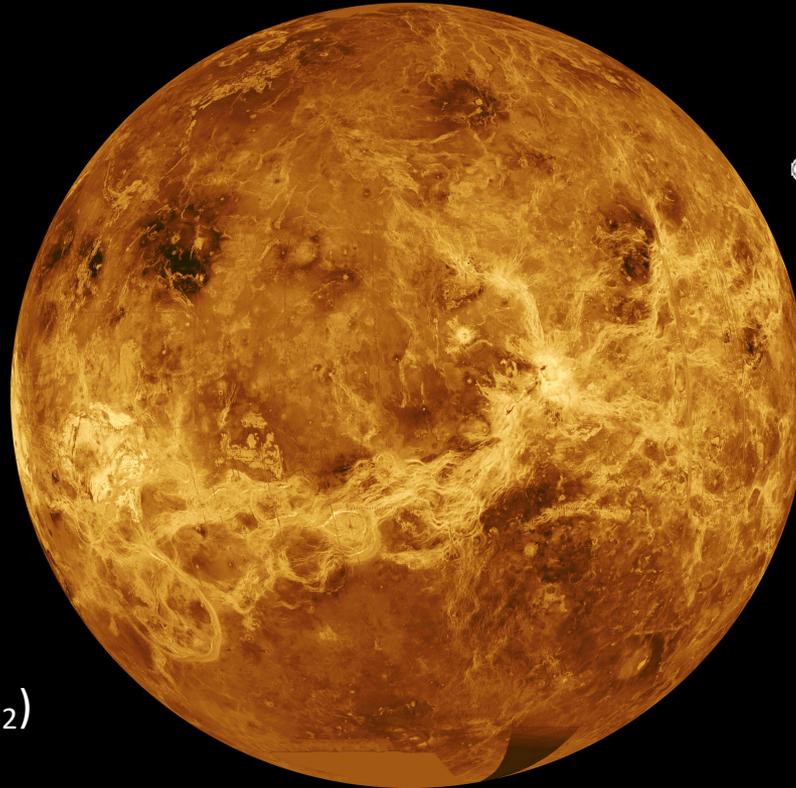
Misión de la ESA/JAXA lanzada en 2018 para estudiar Mercurio



# 2. Planetas

## Venus

- Casi igual que la Tierra (12104 km)
- A 0.7 UA del Sol
- Rotación: 243 días (retrógrada)
- Duración año: 225 días
- Inclinação eje: 3°
- No posee lunas ni anillos
- Temperaturas muy altas (efecto invernadero)
- Densidad: 5243 g/cm<sup>3</sup>
- Atmósfera muy densa (CO<sub>2</sub>)



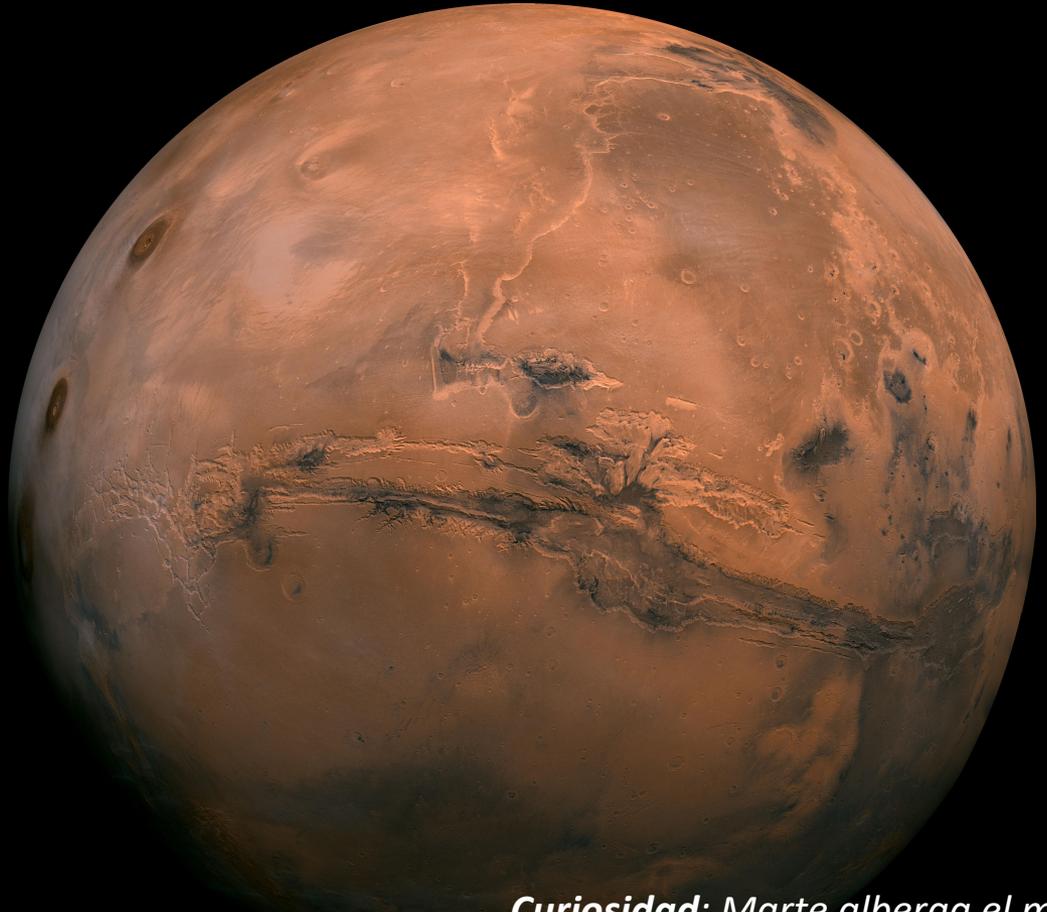
Misión de la JAXA orbitando Venus



*Curiosidad: la gran mayoría de las estructuras en la superficie de Venus reciben nombre de mujer*

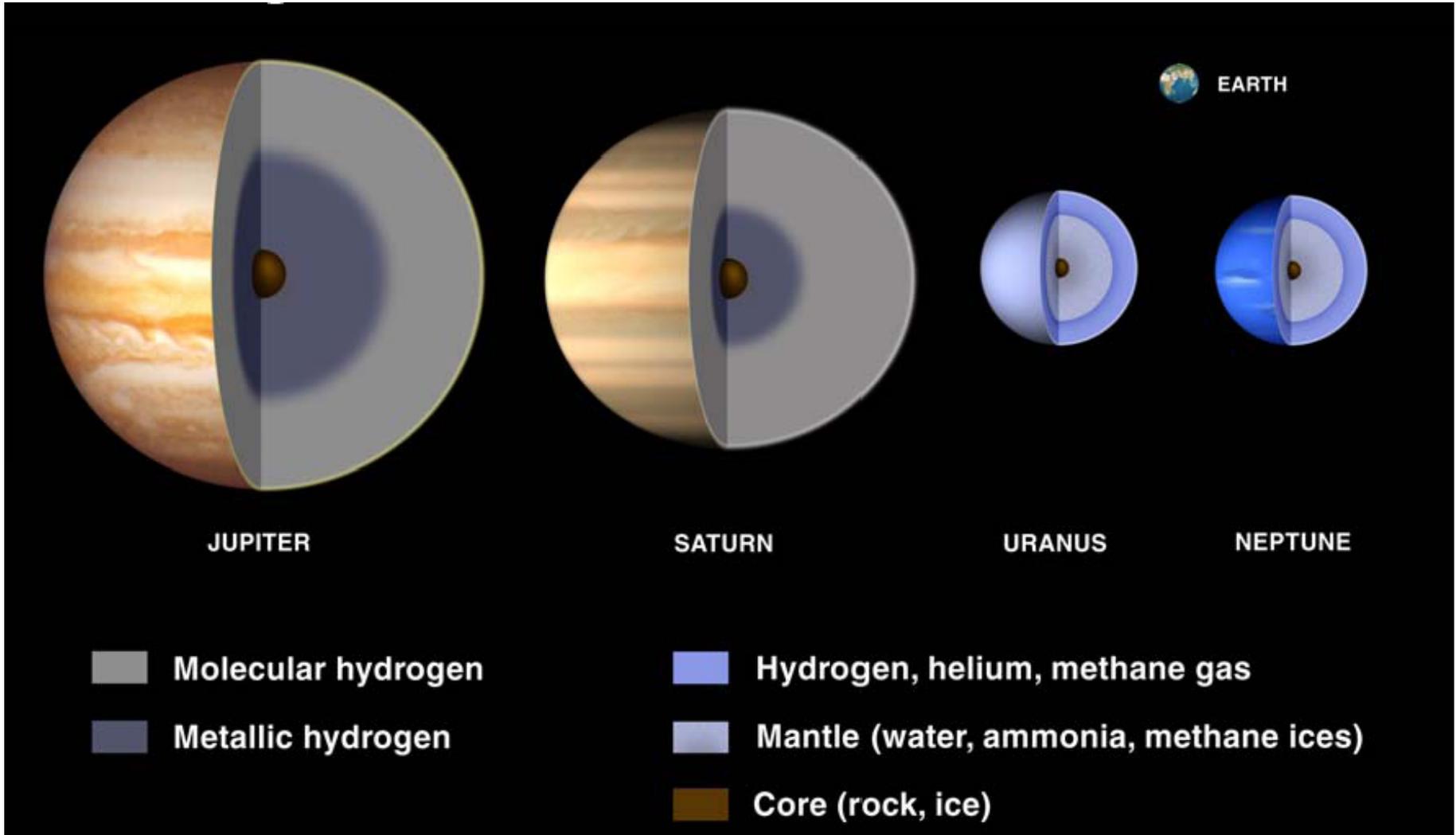
## Marte

- Tamaño: 6779 km
- A 1.52 UA del Sol
- Rotación: 24.6 horas
- Duración año: 687 días (669.6 soles)
- Inclinación eje: 25.2°
- Posee 2 lunas (Phobos y Deimos, capturadas). No tiene anillos
- Densidad: 5243 g/cm<sup>3</sup>
- Atmósfera muy tenue (CO<sub>2</sub>, N, Ar).
- Temperaturas entre 20°C y -153°C



*Curiosidad: Marte alberga el mayor volcán del Sistema Solar, el Monte Olimpo, de unos 25 km de alto*

# 2. Planetas

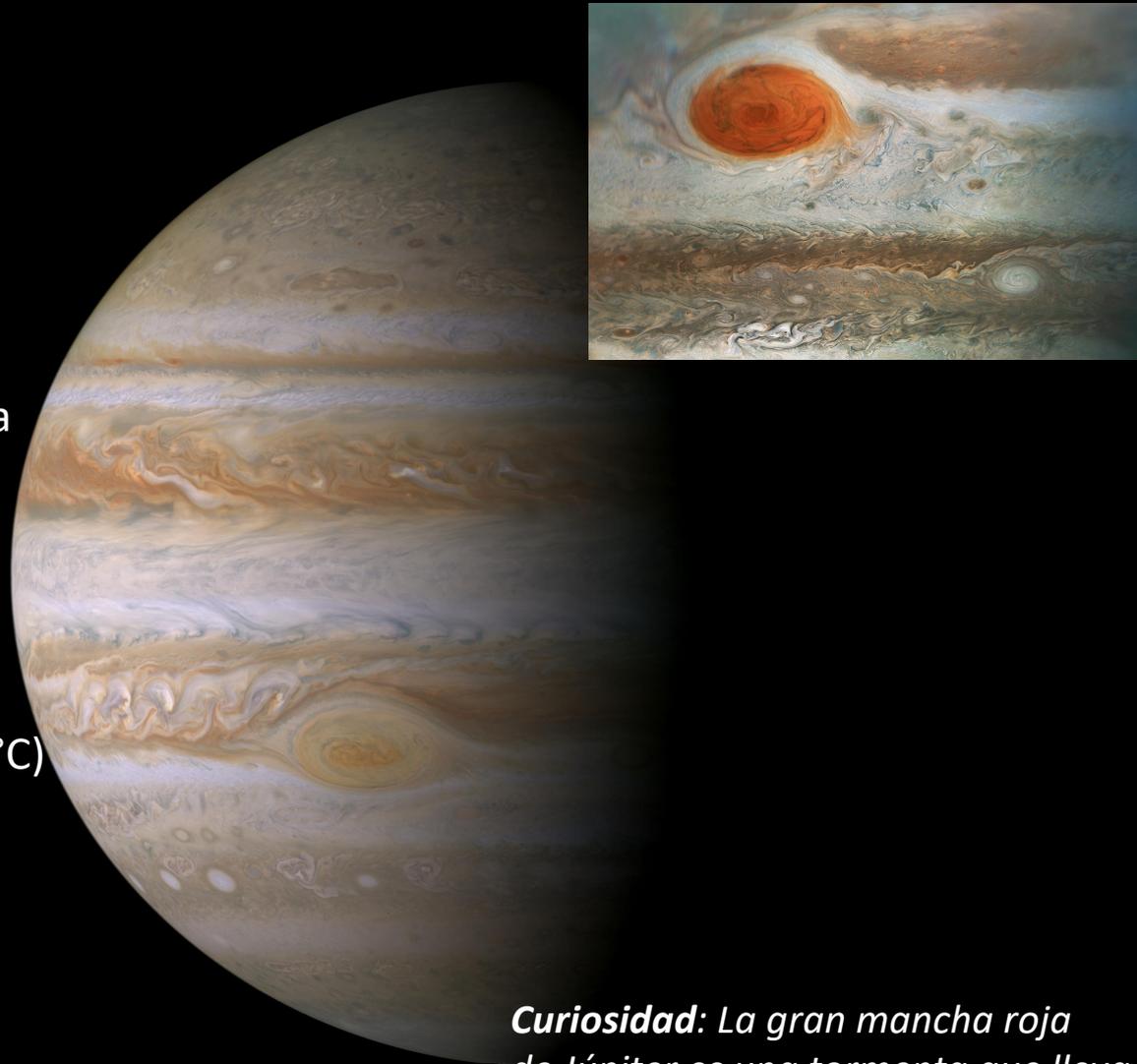


## Júpiter

- Tamaño: 139.820 km
- A 5.2 UA del Sol
- Rotación: 9.92 horas
- Duración año: 4.333 días
- Posee 79 lunas y un sistema de anillos de polvo
- Densidad: 1326 g/cm<sup>3</sup>
- Planeta gaseoso (H y He)
- Interior de H metálico
- Temperaturas muy altas en el interior (hasta 90.000°C)



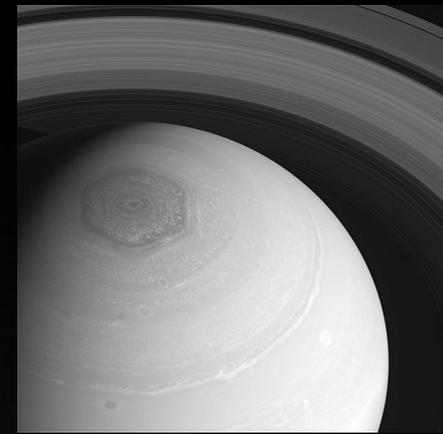
**JUNO**



*Curiosidad: La gran mancha roja de Júpiter es una tormenta que lleva más de 300 años activa*

## Saturno

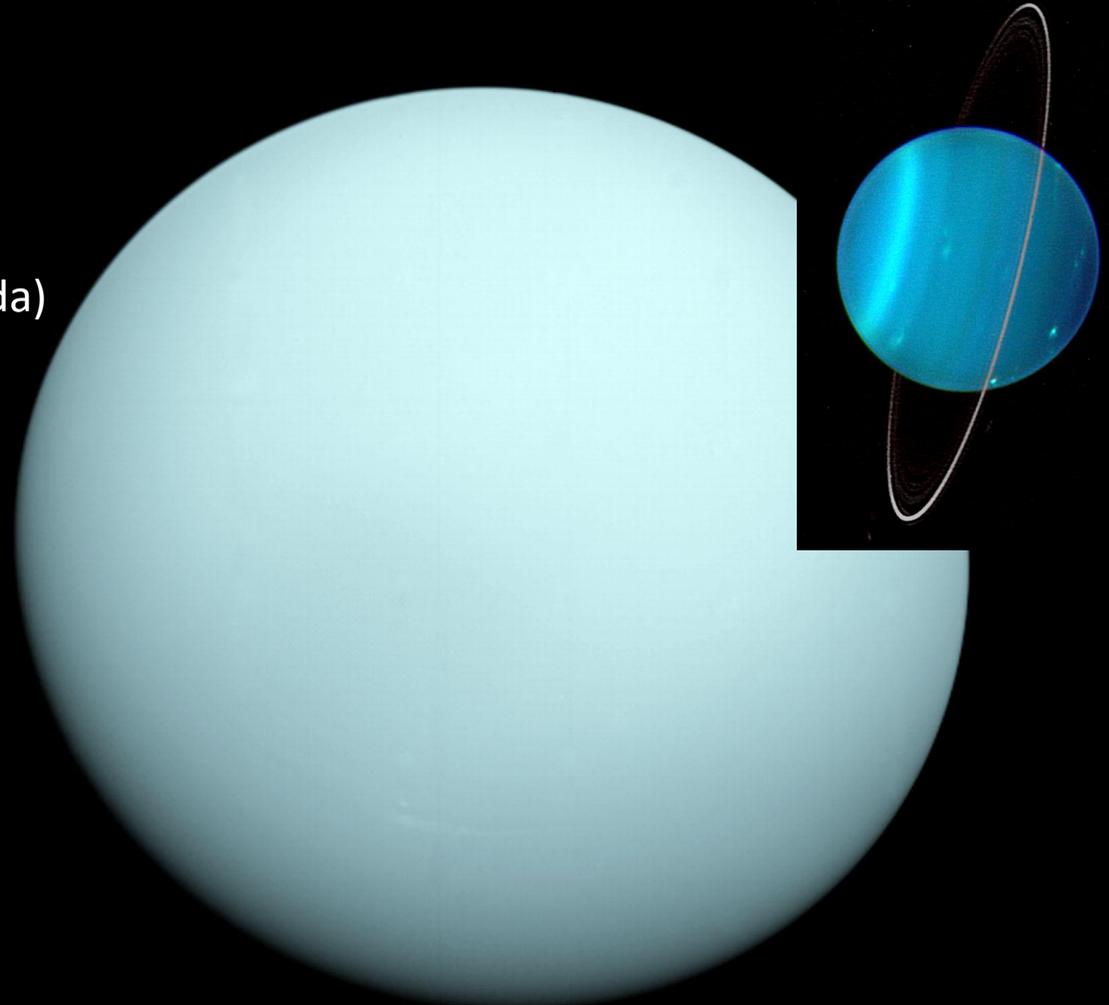
- Tamaño: 116.460 km
- A 9.6 UA del Sol
- Rotación: 10.7 horas
- Duración año: 29.4 años
- Inclinação del eje: 26.7°
- Posee 82 lunas y un sistema de anillos
- Densidad: 0.687 g/cm<sup>3</sup>
- Planeta gaseoso (H y He)
- Interior de Fe, Ni + roca + H metálico



*Curiosidad: Visto desde la Tierra, Saturno aparece "sin anillos" cada 29 años y medio*

## Urano

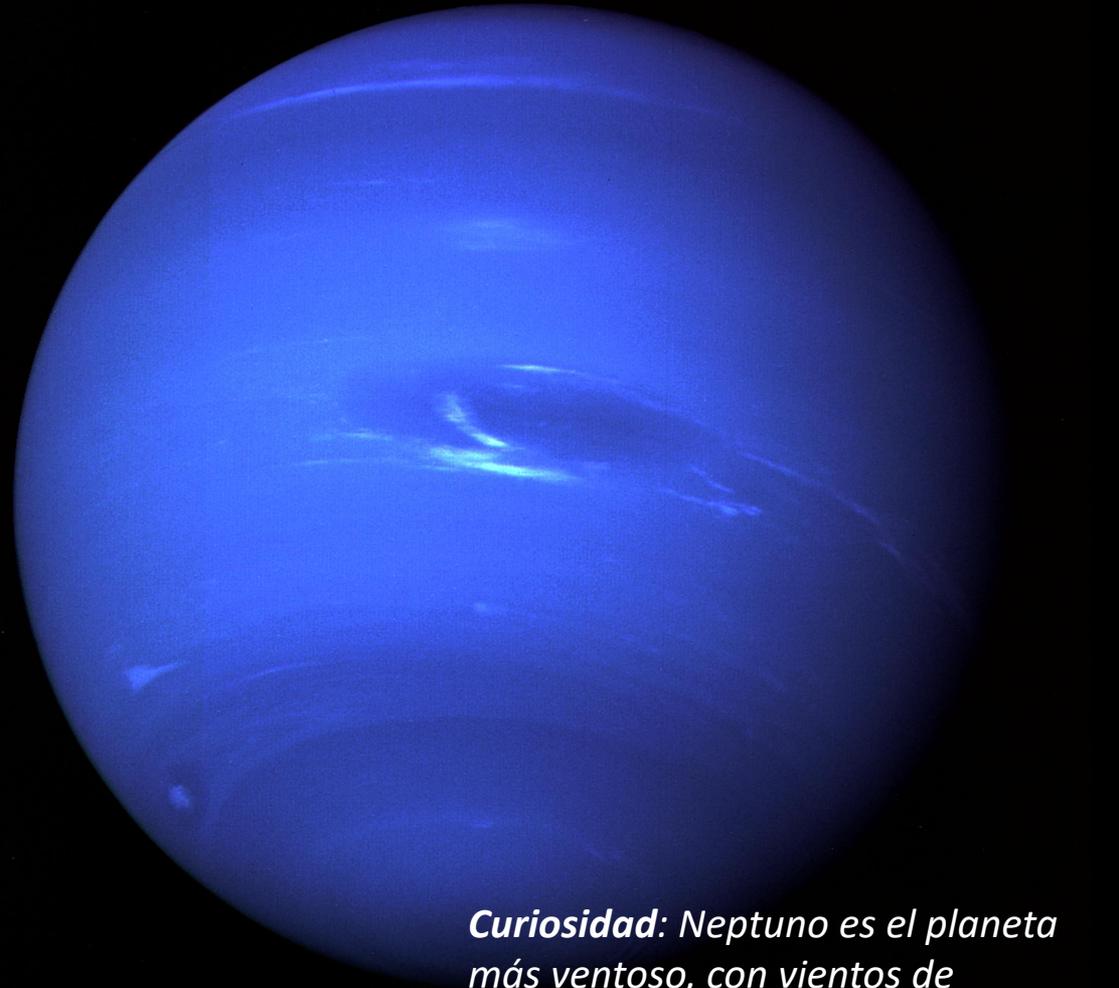
- Tamaño: 50.724 km
- A 19.2 UA del Sol
- Rotación: 17 horas (retrógrada)
- Duración año: 84 años
- Inclinação eje: 94.77°
- Posee 27 lunas y un sistema de 11 anillos
- Densidad: 1270 g/cm<sup>3</sup>
- Planeta helado (fluido denso de hielos de agua, metano, amoniaco) + núcleo roca
- Atmósfera de H, He, metano



*Curiosidad: Urano tiene 21 años de oscuridad en invierno y 21 años de luz en verano*

## Neptuno

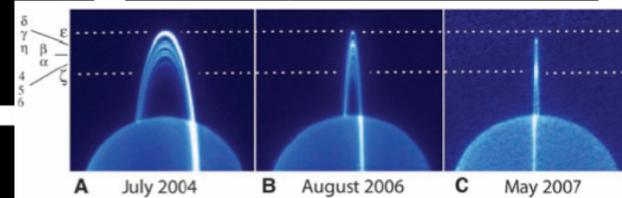
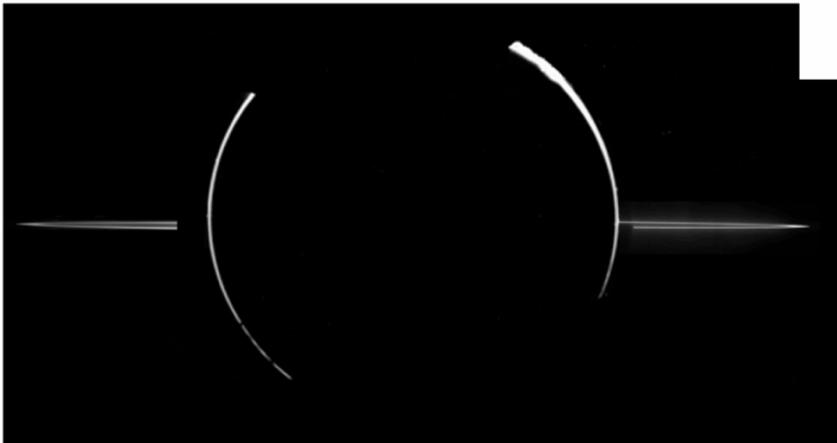
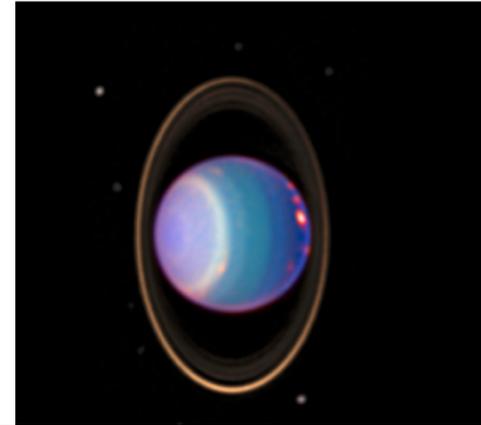
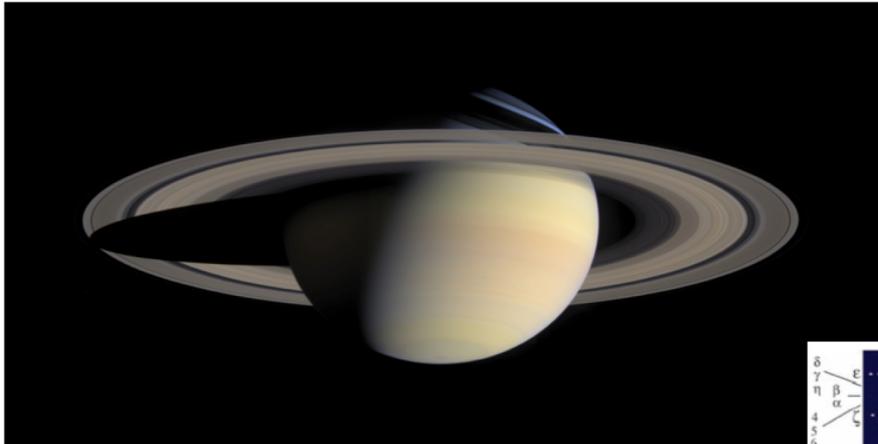
- Tamaño: 49.244 km
- A 30.1 UA del Sol
- Rotación: 16 horas
- Duración año: 165 años
- Inclinação eje:  $28^\circ$
- Posee 13 lunas y un sistema de 6 anillos muy débiles
- Densidad:  $1638 \text{ g/cm}^3$
- Planeta helado (fluido denso de hielos de agua, metano, amoníaco) + núcleo roca
- Atmósfera de H, He, metano



*Curiosidad: Neptuno es el planeta más ventoso, con vientos de metano helado de 2000 km/h*

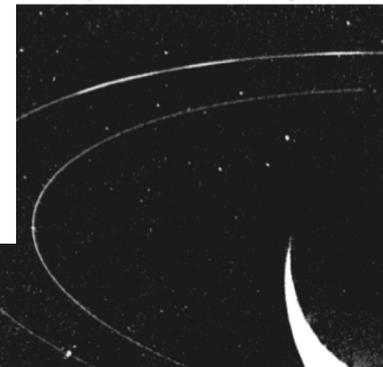
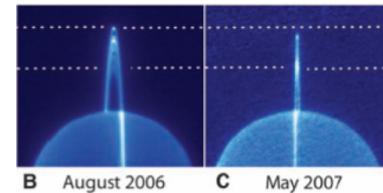
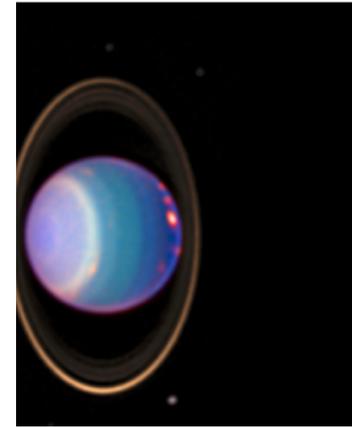
# 2.1 Anillos planetarios

- 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



# 2.1 Anillos planetarios

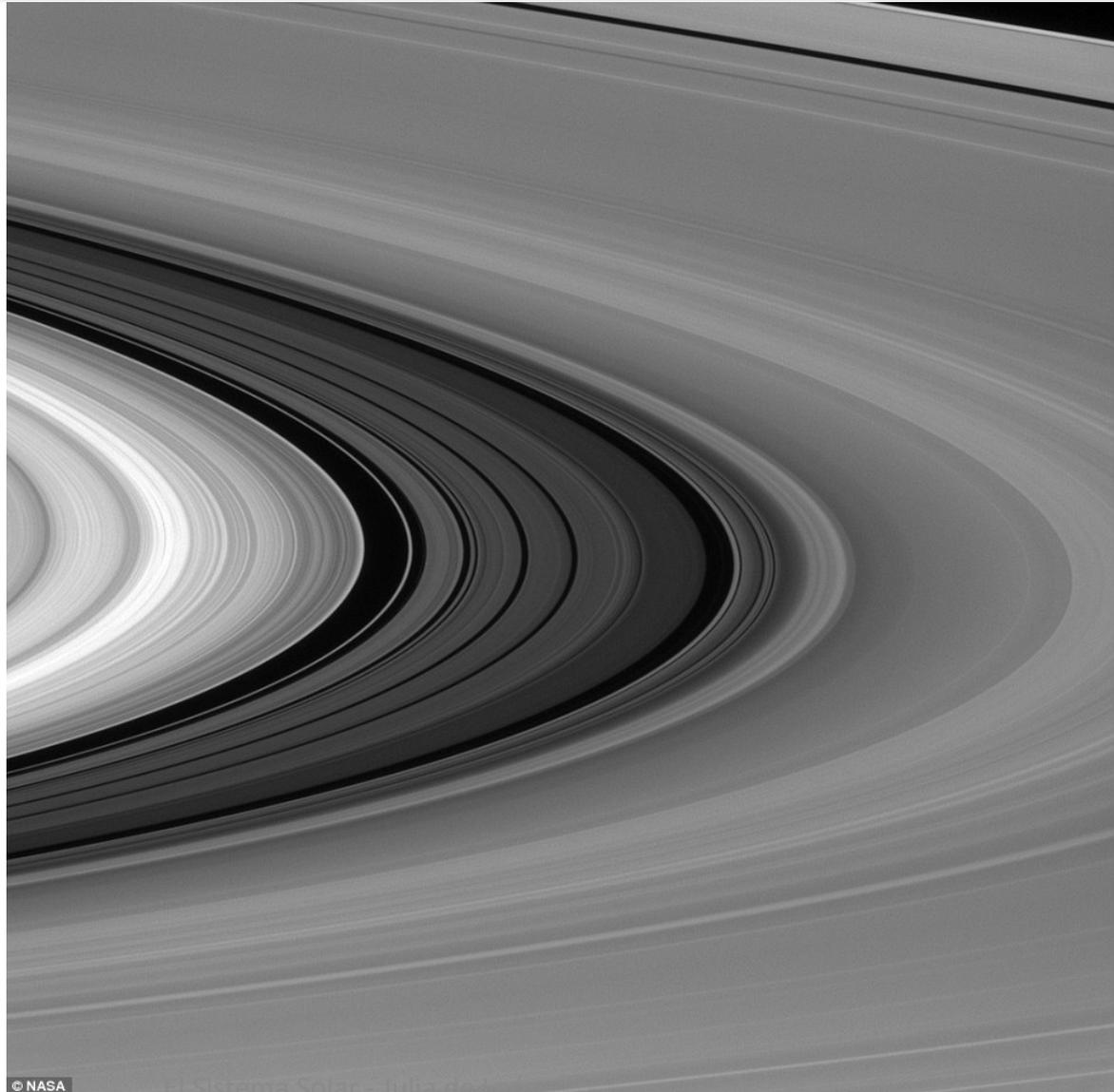
- Estructuras en forma de anillo formadas por pequeñas partículas de hielo y/o polvo (< 1m) que giran alrededor de un planeta próximas a su plano ecuatorial
- Presentes en los 4 planetas gigantes, con extensión variable entre 2 y 3 radios del planeta y masas en torno a unas  $10^{-8}$  veces la masa 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

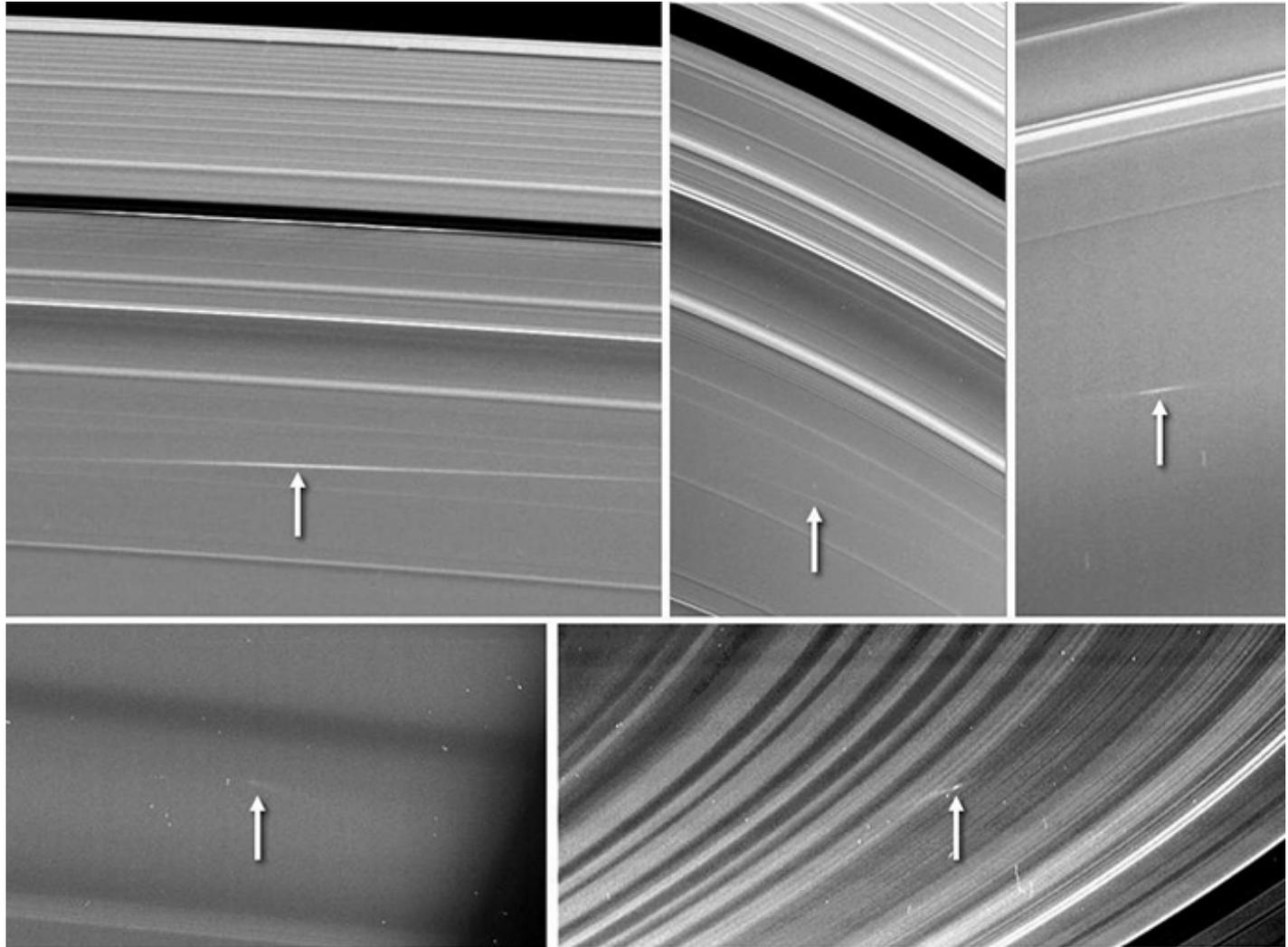
Complejo sistema de anillos jóvenes formados principalmente por hielos



# 2.1 Anillos planetarios

## Saturno

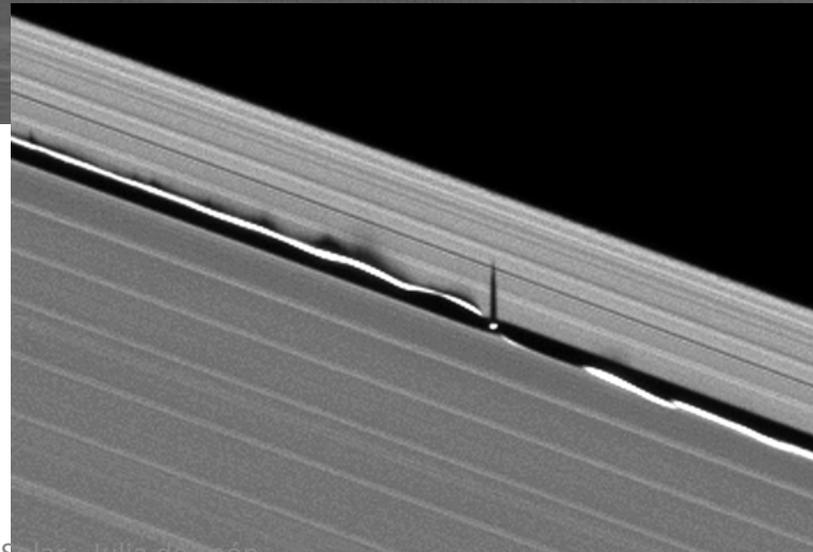
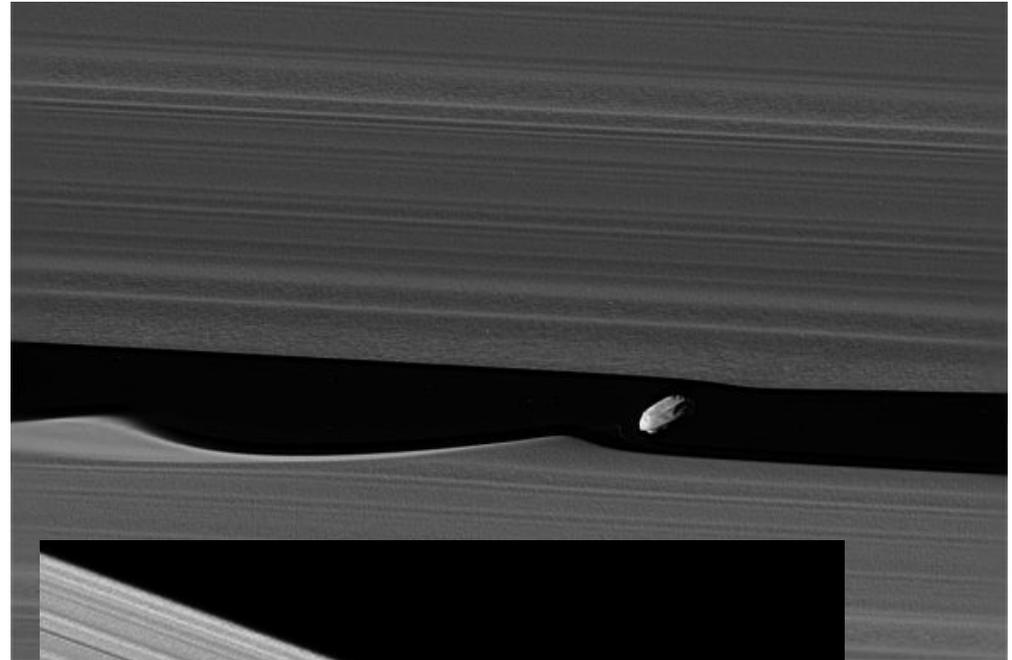
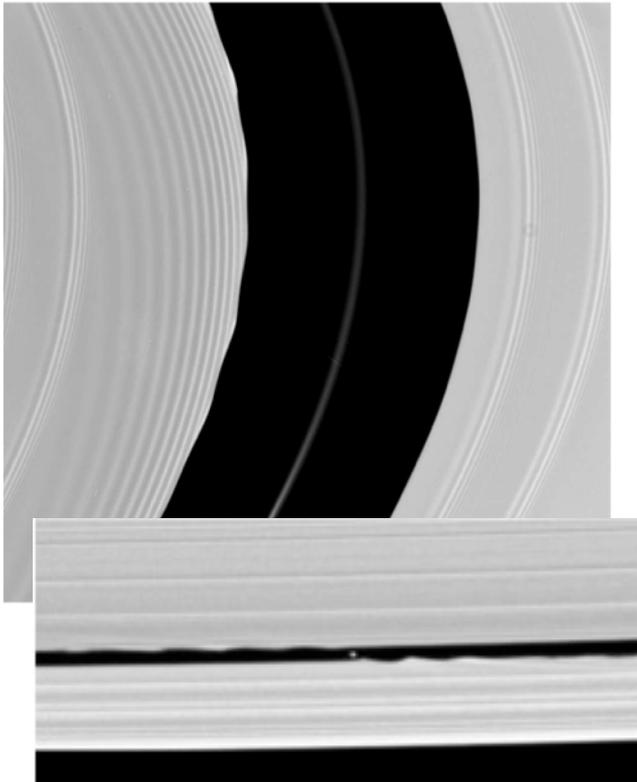
### Colisiones



# 2.1 Anillos planetarios

## Saturno

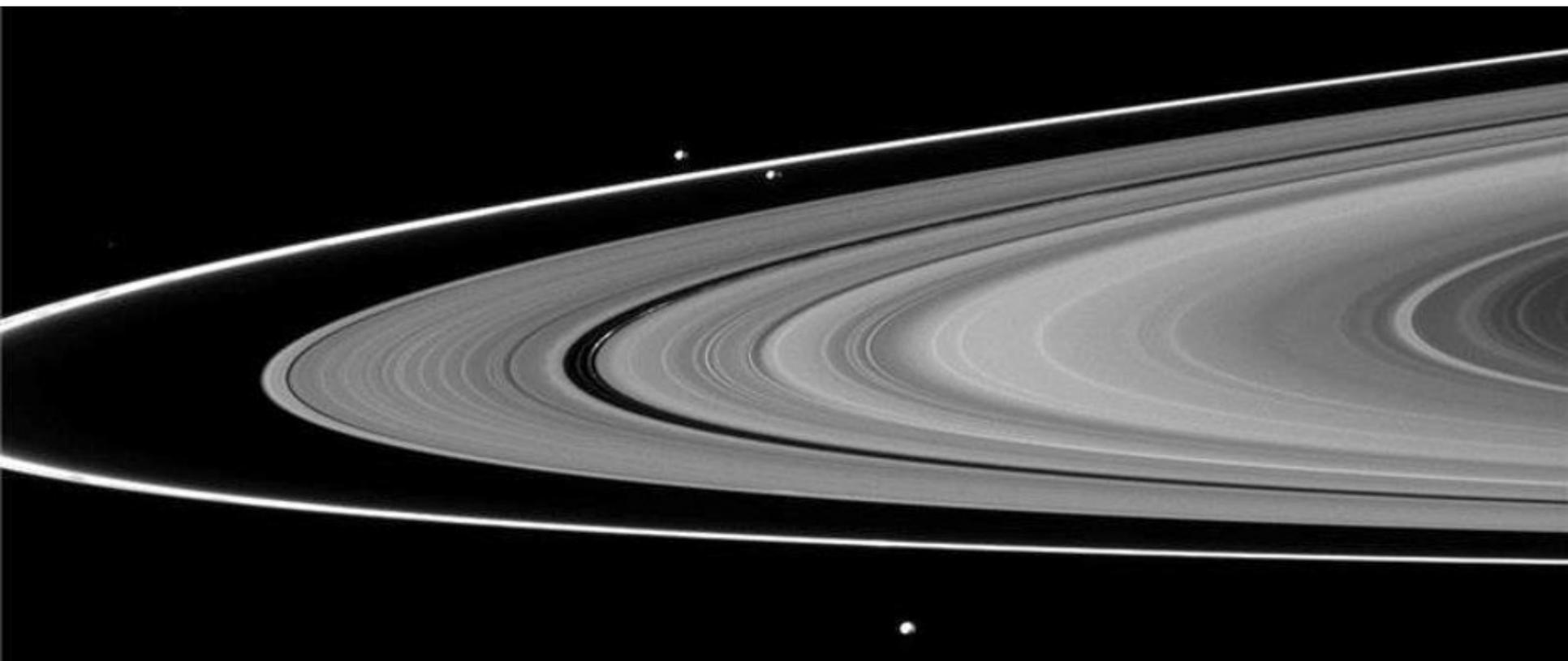
### Ondas



# 2.1 Anillos planetarios

## Saturno

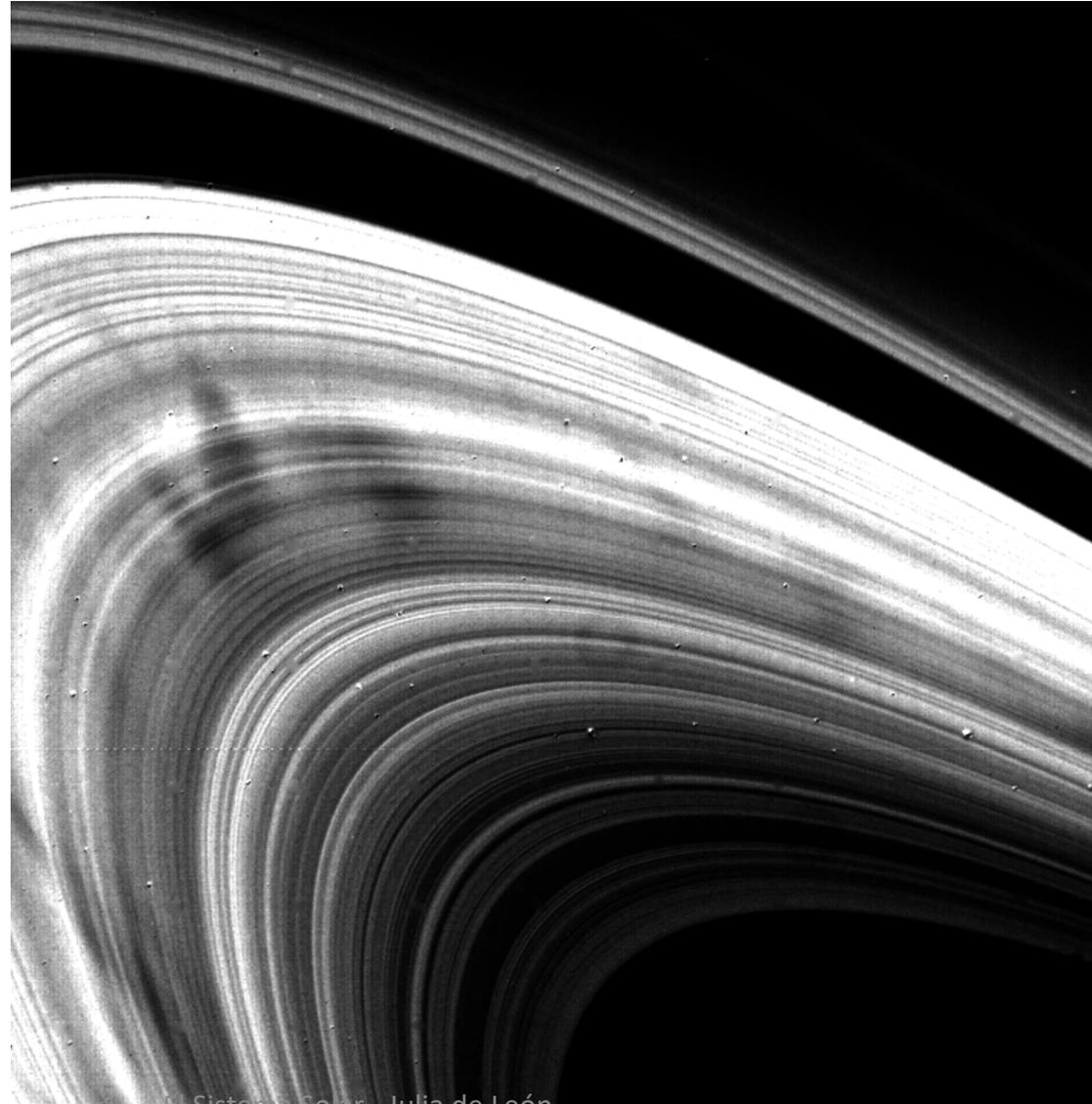
Satélites “pastores”



## Saturno

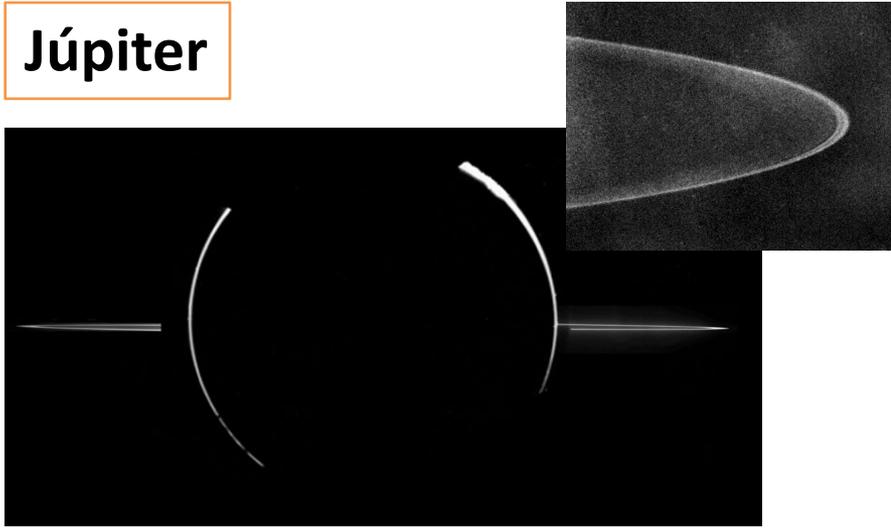
### Spokes

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

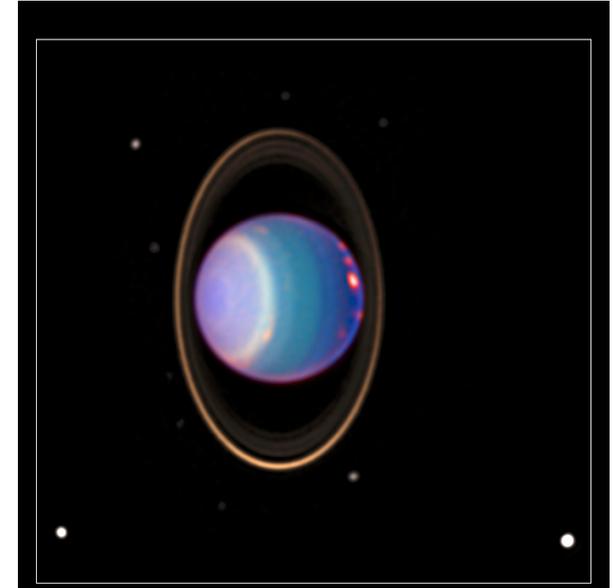


# 2.1 Anillos planetarios

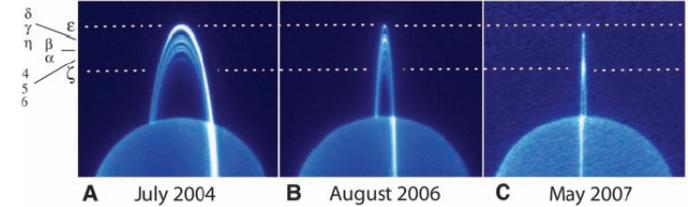
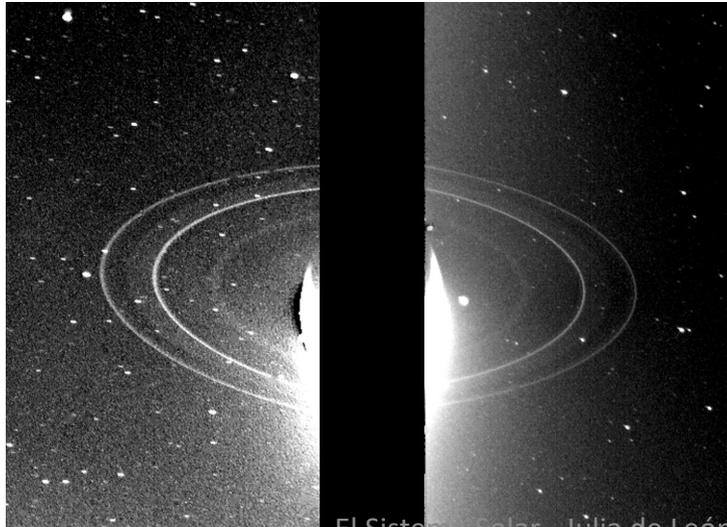
Júpiter



Urano



Neptuno





# 3. Planetas Enanos

---

# 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.

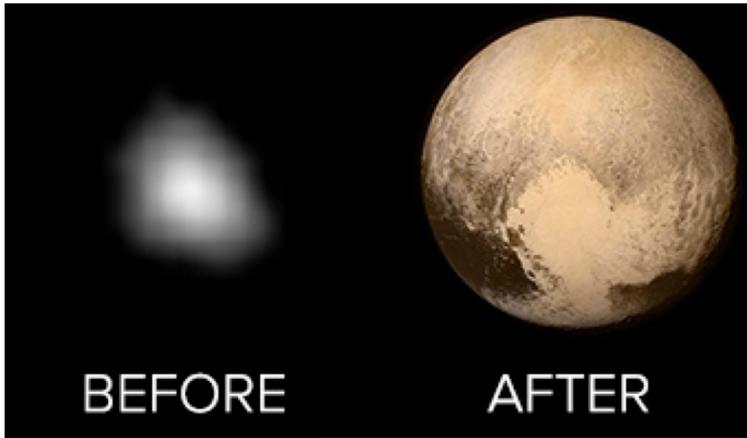
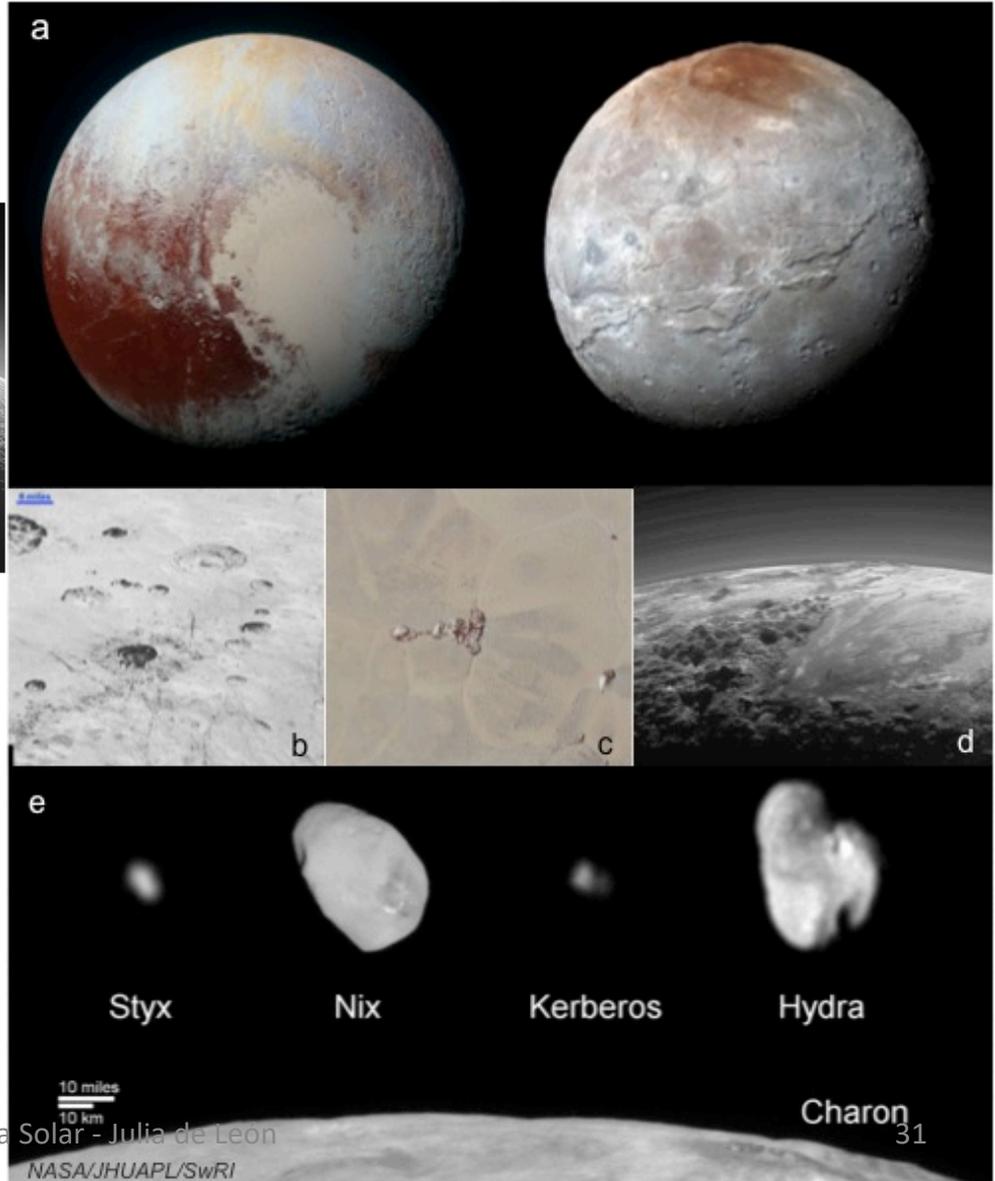
1 + 2 + 3 = *Planeta*  
1 + 2 = *Planeta "enano"*  
1 = *cuerpo menor*



# 3. Planetas enanos



Plutón - Caronte

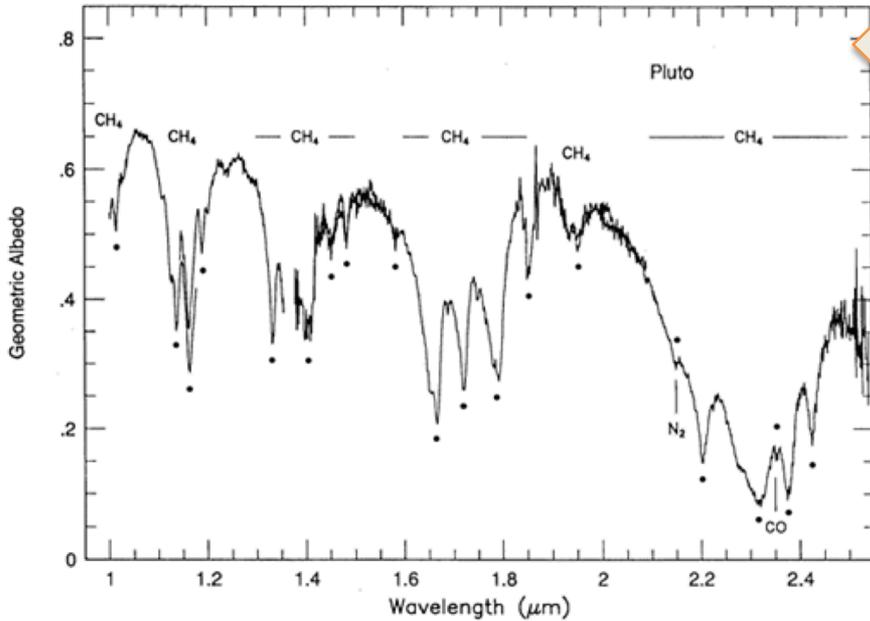


4 marzo 2020

El Sistema Solar - Julia de León

NASA/JHUAPL/SwRI

# 3. Planetas enanos

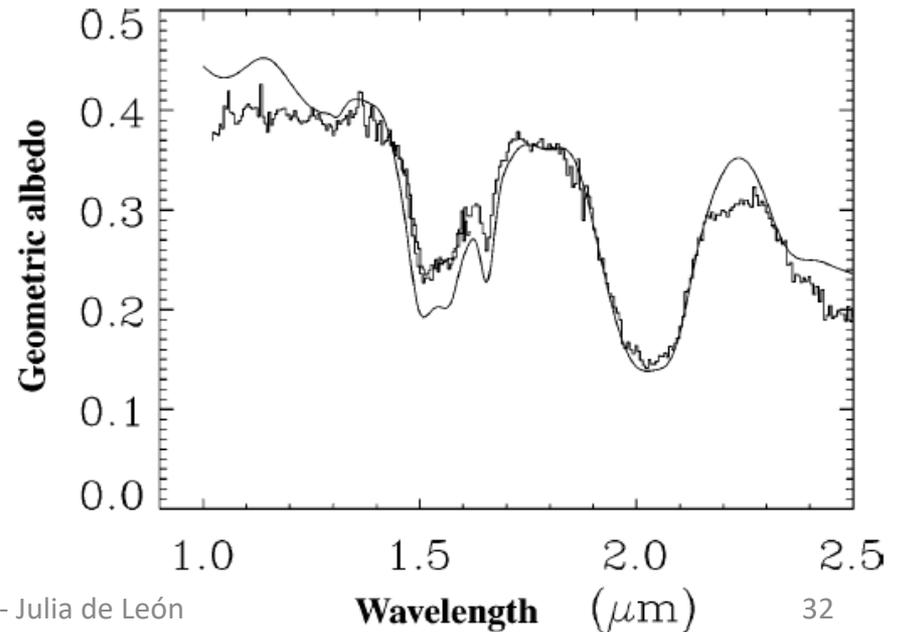


## Plutón

- profundas bandas de hielo de metano
- pequeñas bandas de N<sub>2</sub> 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  $\mu\text{m}$





# 4. Cuerpos Menores

---

# 4. Cuerpos Menores

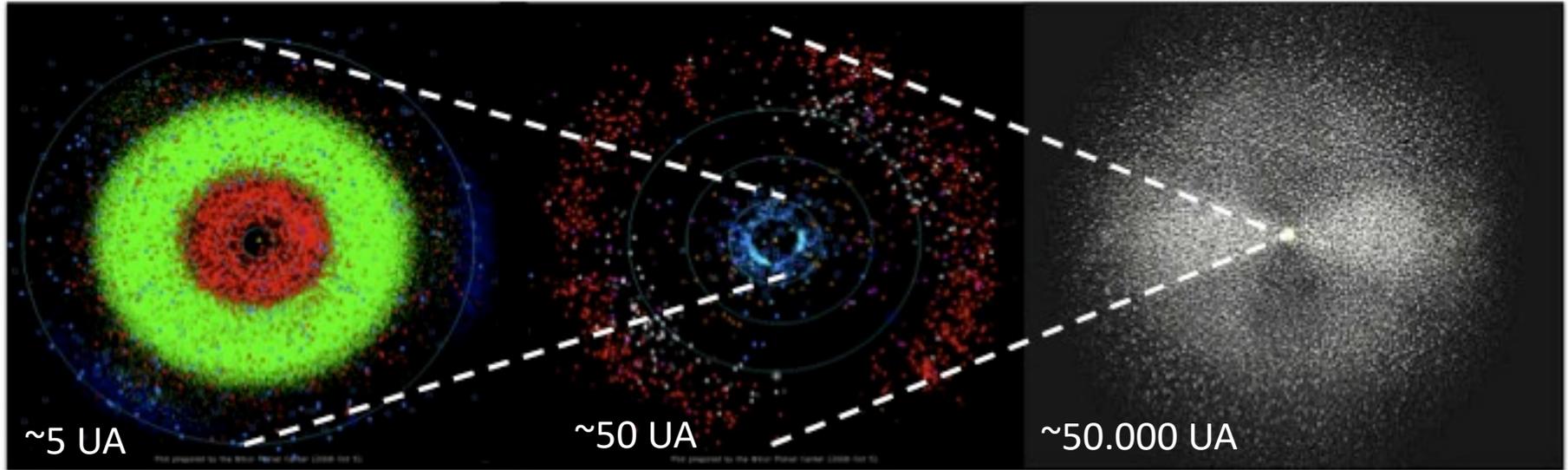


Asteroides



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

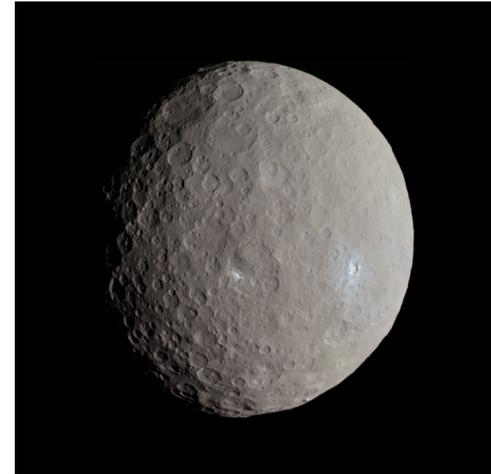
*Los cometas son dispersados tanto desde el cinturón trans-Neptuniano como desde la nube de Oort*

# 4.1 Asteroides

Según la Real Academia Española:

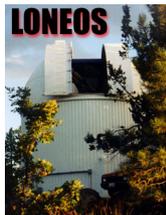
**asteroide.** (Del gr. ἀστεροειδής, de figura de estrella).

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)

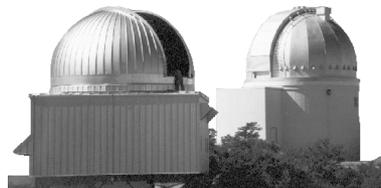
Desde los 80 los descubrimientos son de varios miles al año gracias a programas dedicados de búsqueda. En la actualidad existen más de 750.000 conocidos



LONEOS



CSS



Spacewatch



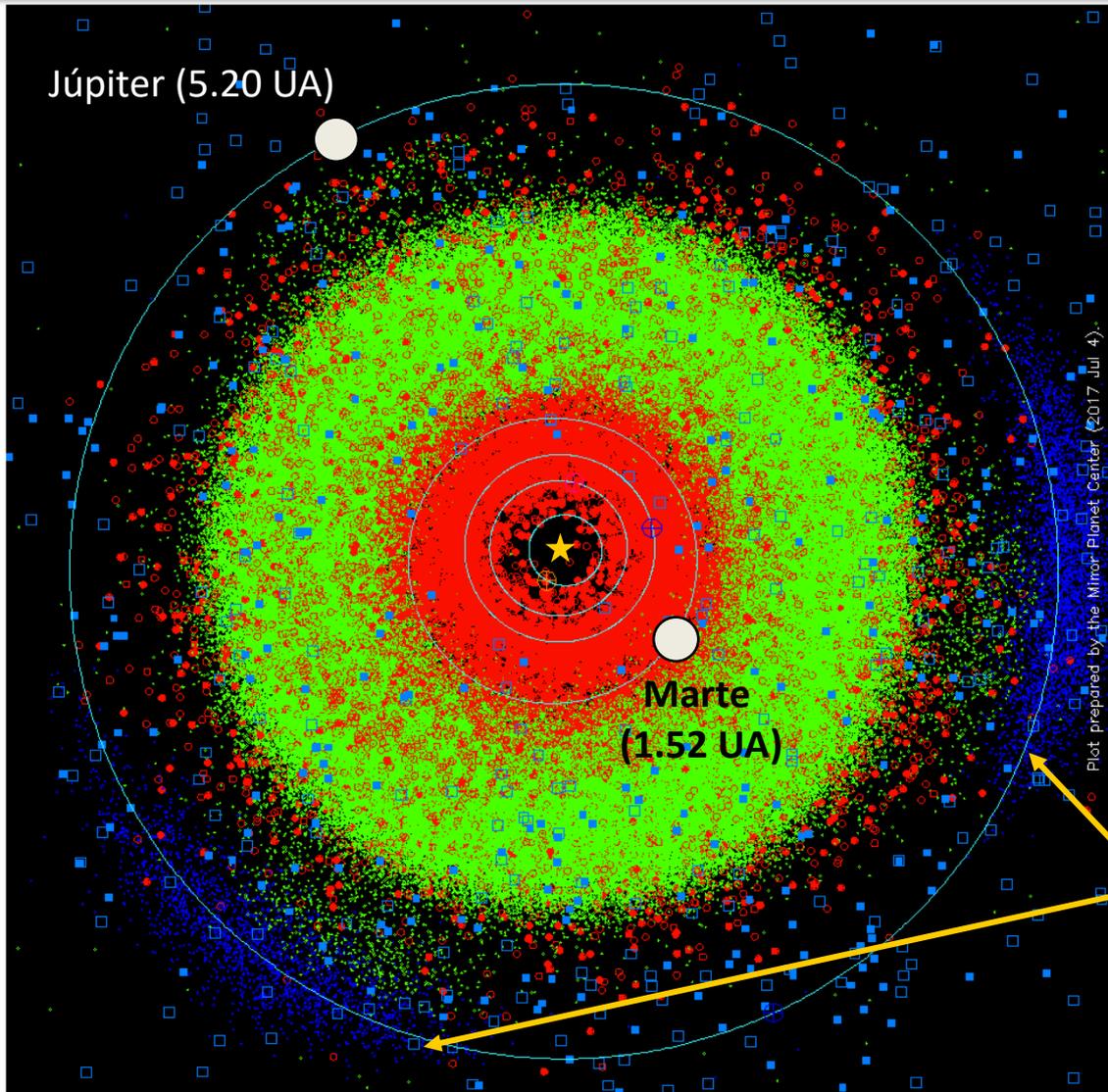
LINEAR



Pan-Starrs

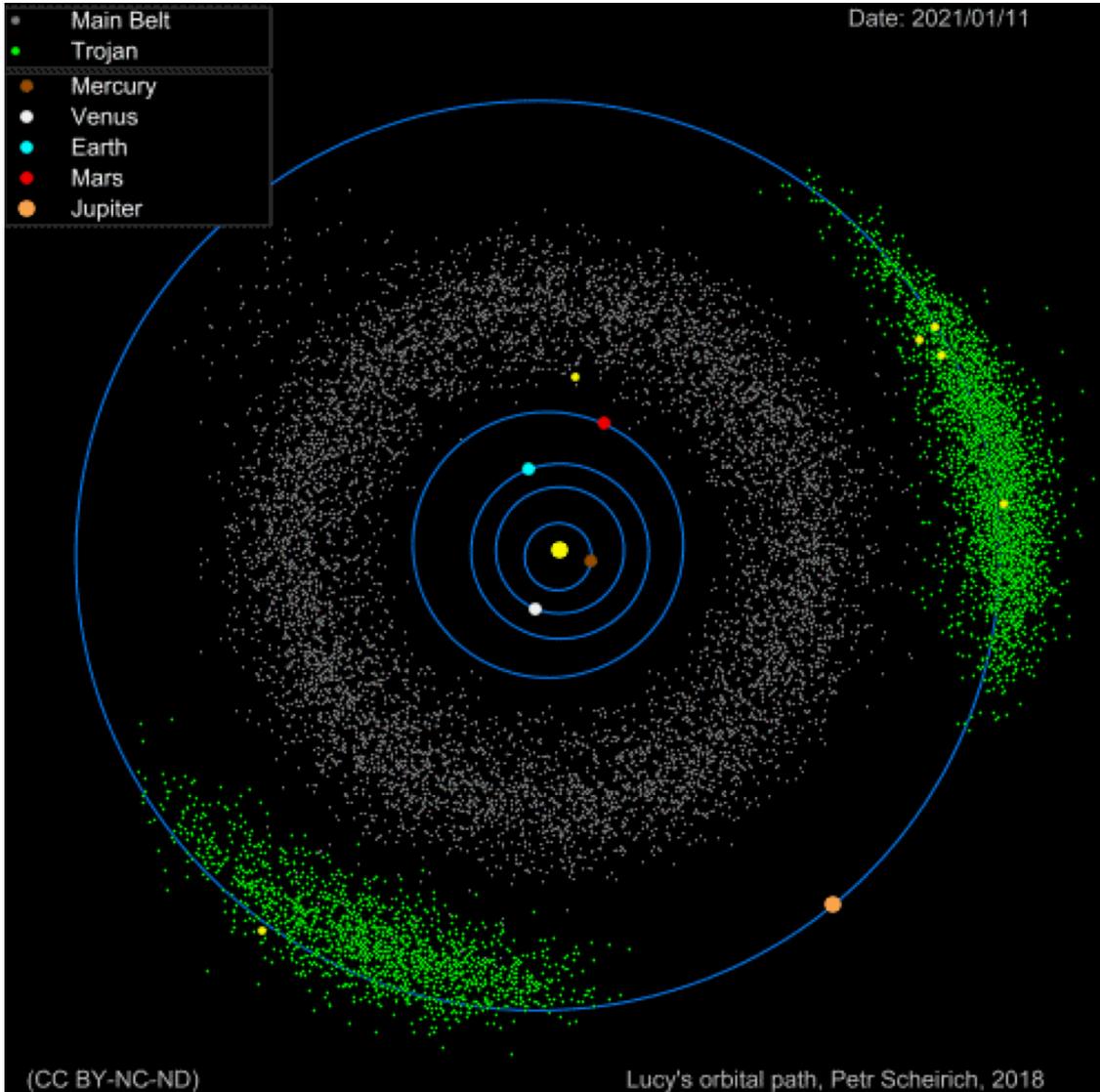


# 4.1 Asteroides



- Asteroides cercanos a la Tierra (Near-Earth Asteroids, NEAs) ●
  - $q \leq 1.3 \text{ UA}$  y  $Q \geq 0.98 \text{ UA}$
  - Mars Crossers
  - $1.30 < q < 1.66 \text{ UA}$
- Asteroides del cinturón principal (Main Belt, MBs) ●
  - Interior --  $[2.06 - 2.50] \text{ UA}$
  - Central --  $[2.50 - 3.28] \text{ UA}$
  - Exterior --  $[3.28 - 5.20] \text{ UA}$
- Asteroides Troyanos de Júpiter ●
  - puntos de Lagrange L4 y L5
- Cometas ■ □

# 4.1 Asteroides



Asteroides del cinturón principal (Main Belt, MBs) ●

Interior -- [2.06 - 2.50] UA

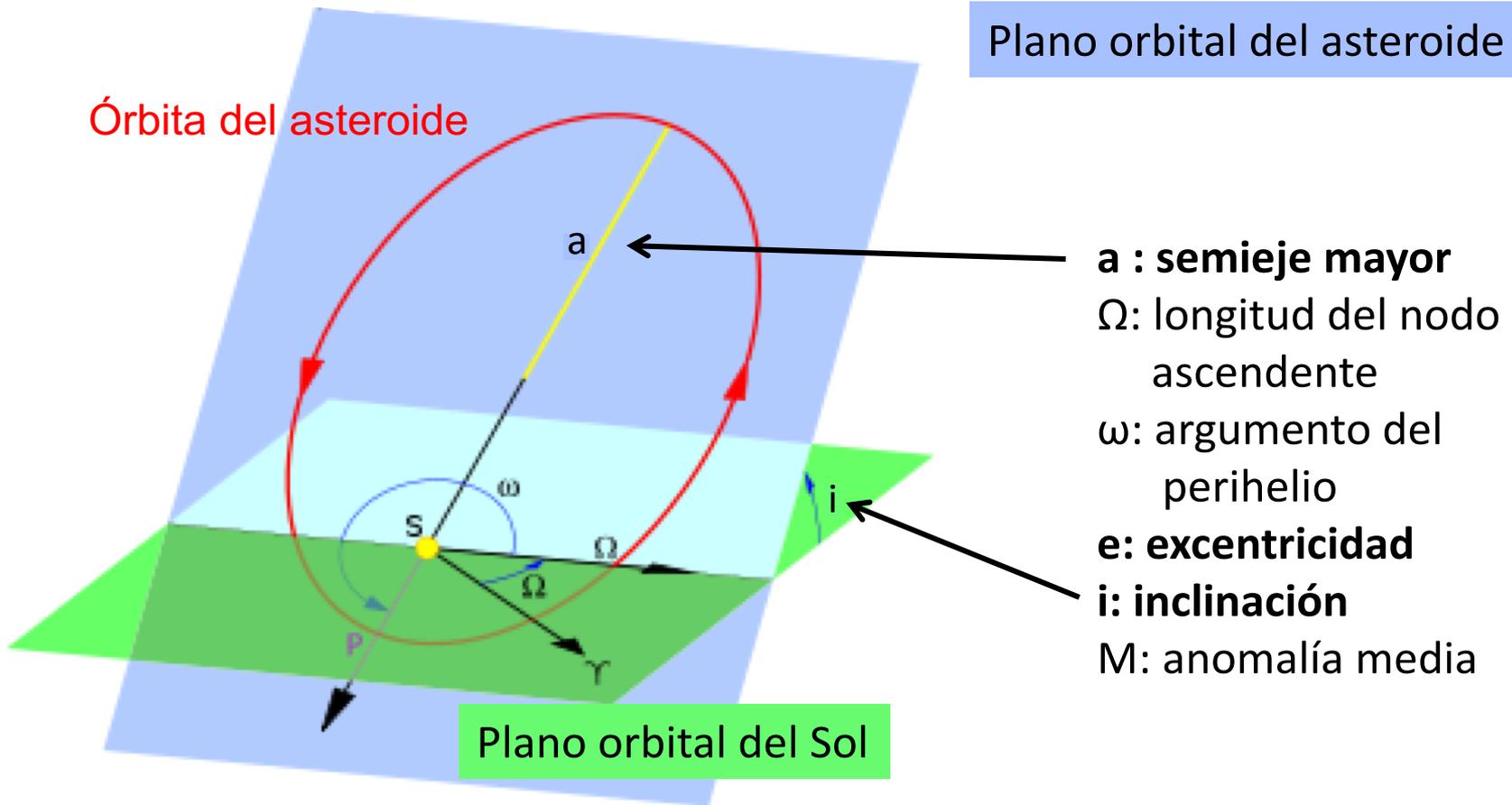
Central -- [2.50 - 3.28] UA

Exterior -- [3.28 - 5.20] UA

Asteroides Troyanos de Júpiter ●



# 4.1 Asteroides



Plano orbital del asteroide

Órbita del asteroide

- a** : semieje mayor
- $\Omega$  : longitud del nodo ascendente
- $\omega$  : argumento del perihelio
- e** : excentricidad
- i** : inclinación
- M : anomalía media



# 4.1 Asteroides



[HOME](#) [ABOUT](#) [CONTACT](#)

**IAU** The International Astronomical Union  
**Minor Planet Center**

[OBSERVERS](#)

[PUBLIC](#)

[DATA](#)

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).

## Running Tallies

### Near-Earth Objects Discovered

THIS MONTH:	0
THIS YEAR:	547
LAST YEAR:	2436
ALL TIME:	22376

### Minor Planets Discovered

THIS MONTH:	0
THIS YEAR:	683
LAST YEAR:	4956
ALL TIME:	930678

### Comets Discovered

THIS MONTH:	0
THIS YEAR:	6
LAST YEAR:	68
ALL TIME:	4141

### Observations

THIS MONTH:	212
THIS YEAR:	1.1 million
LAST YEAR:	27.8 million
ALL TIME:	247.0 million

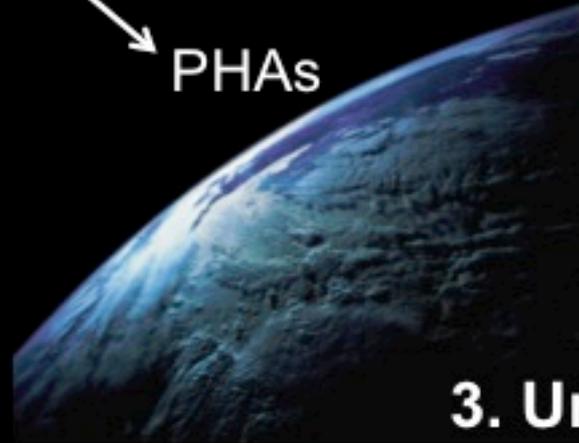
# 4.1 Asteroides

## 1. Acercamiento a la Tierra

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



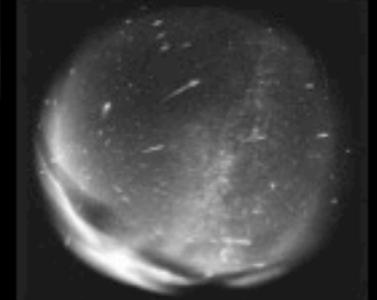
PHAs



## 2. Atravesando la atmósfera

METEOROS/BÓLIDOS

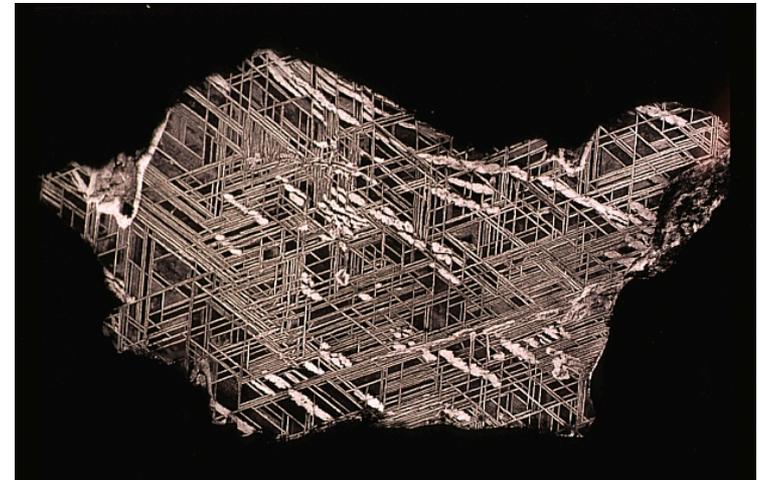
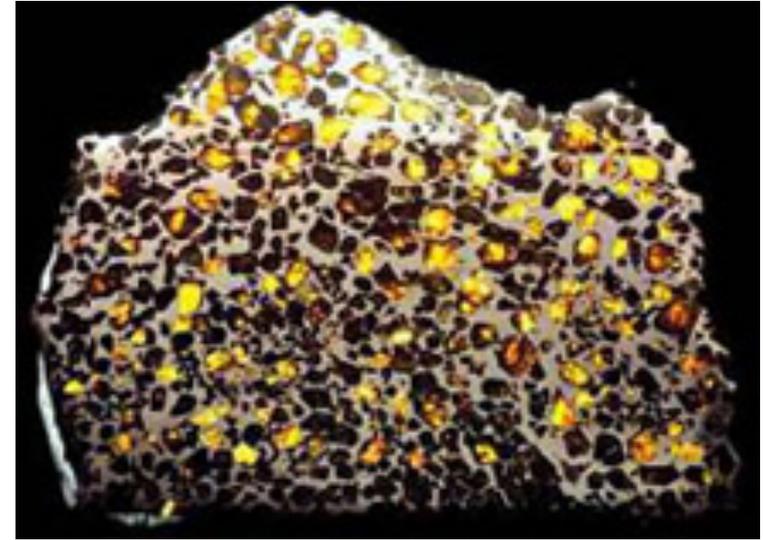
(lluvia de estrellas)



## 3. Una vez en la superficie

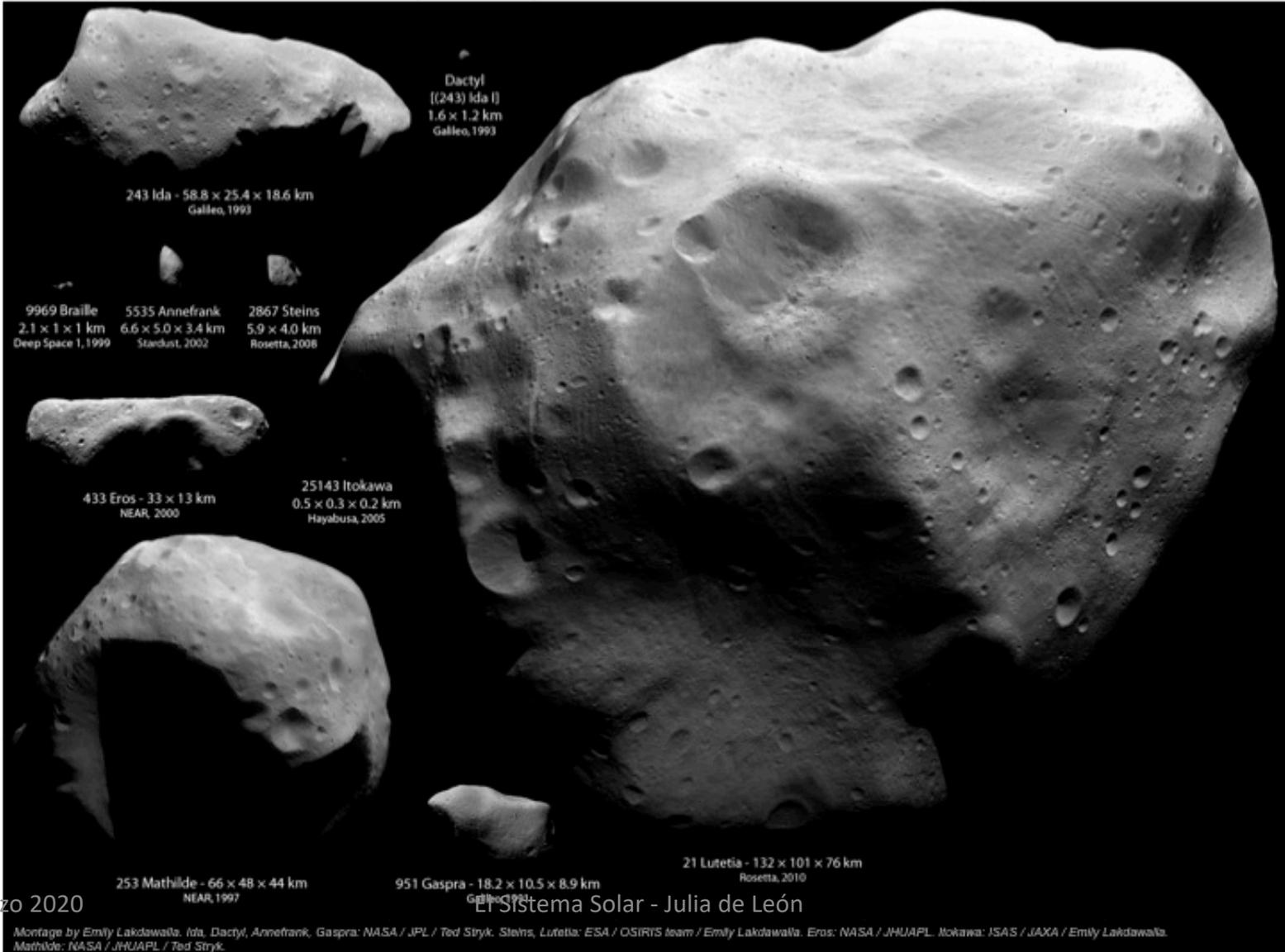


# 4.1 Asteroides



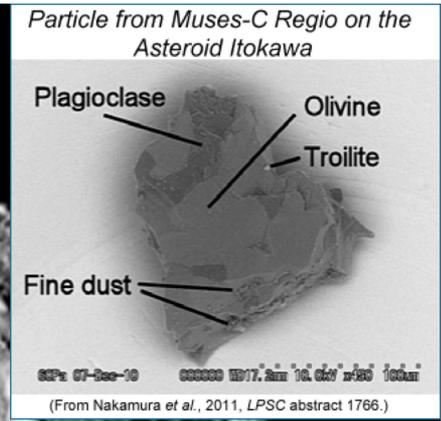
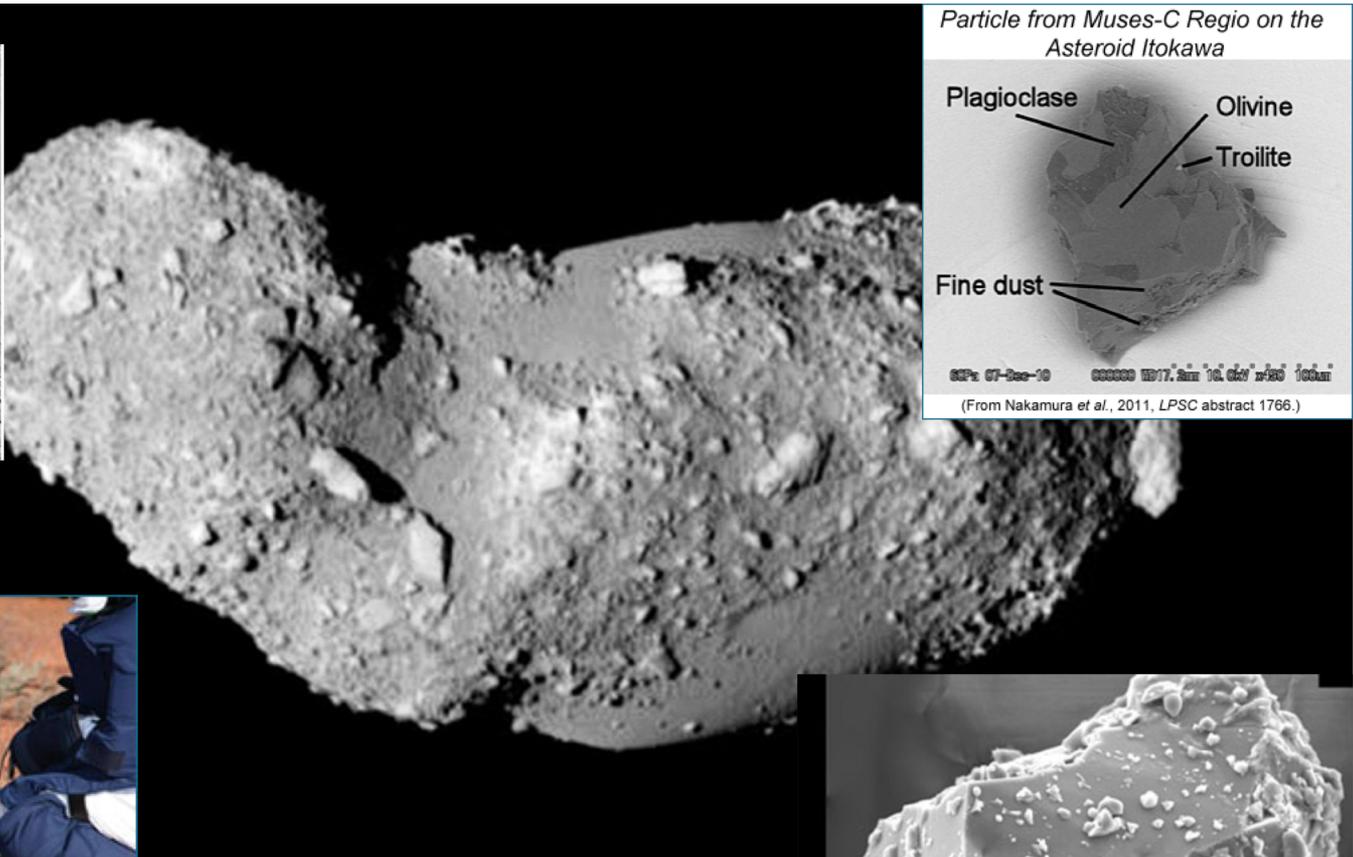
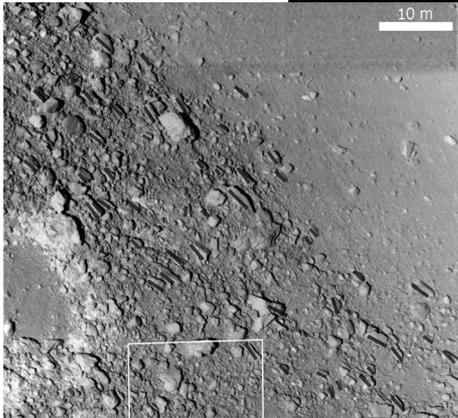
# 4.1 Asteroides

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



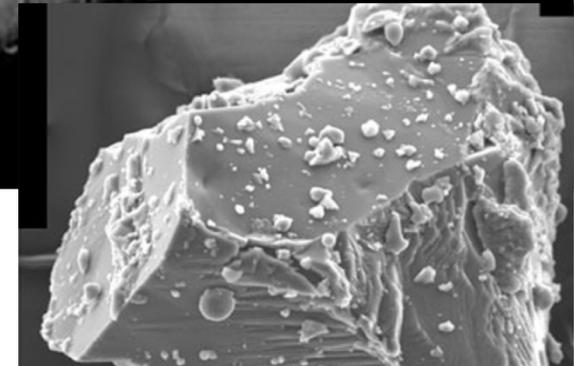
# 4.1 Asteroides

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



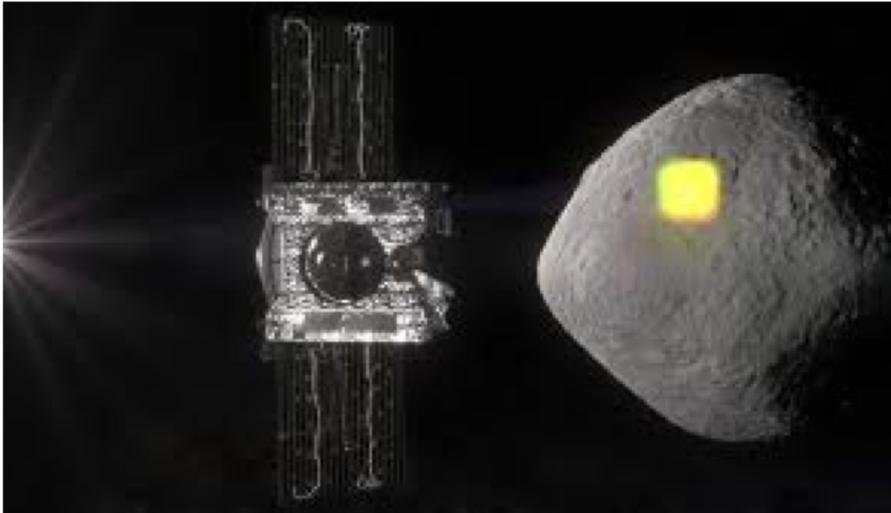
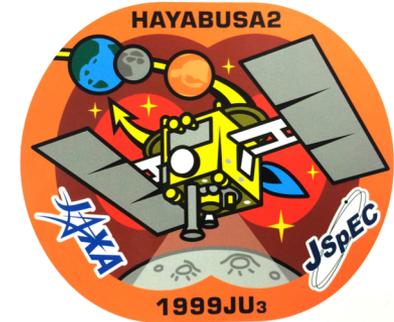
Retrieval team with the Hayabusa sample capsule shortly after landing in Australia. Courtesy of JAXA.

4 marzo 2020



# 4.1 Asteroides

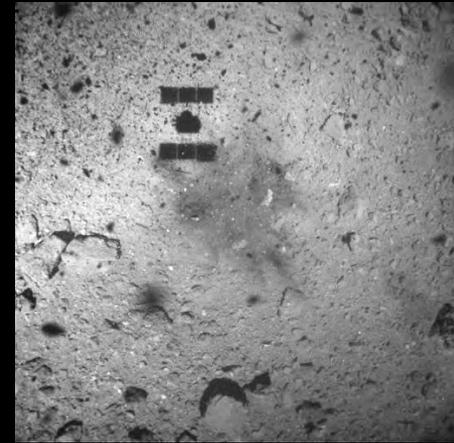
Otras dos misiones están preparándose para traer material de asteroides...



# 4.1 Asteroides

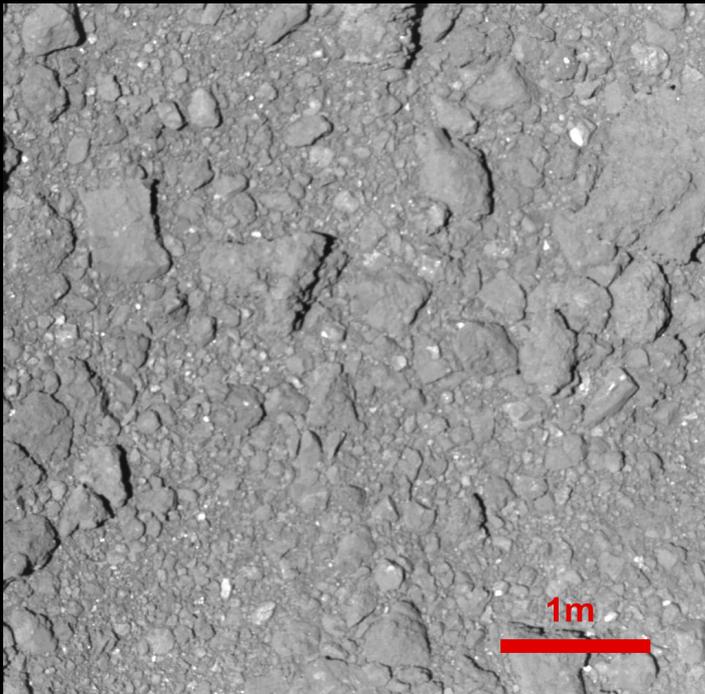


Imagen de Ryugu obtenida por la sonda Hayabusa2 el 26 de junio de 2018, a una distancia de unos 20 km



Maniobra recogida de muestras 20-21 de febrero de 2019

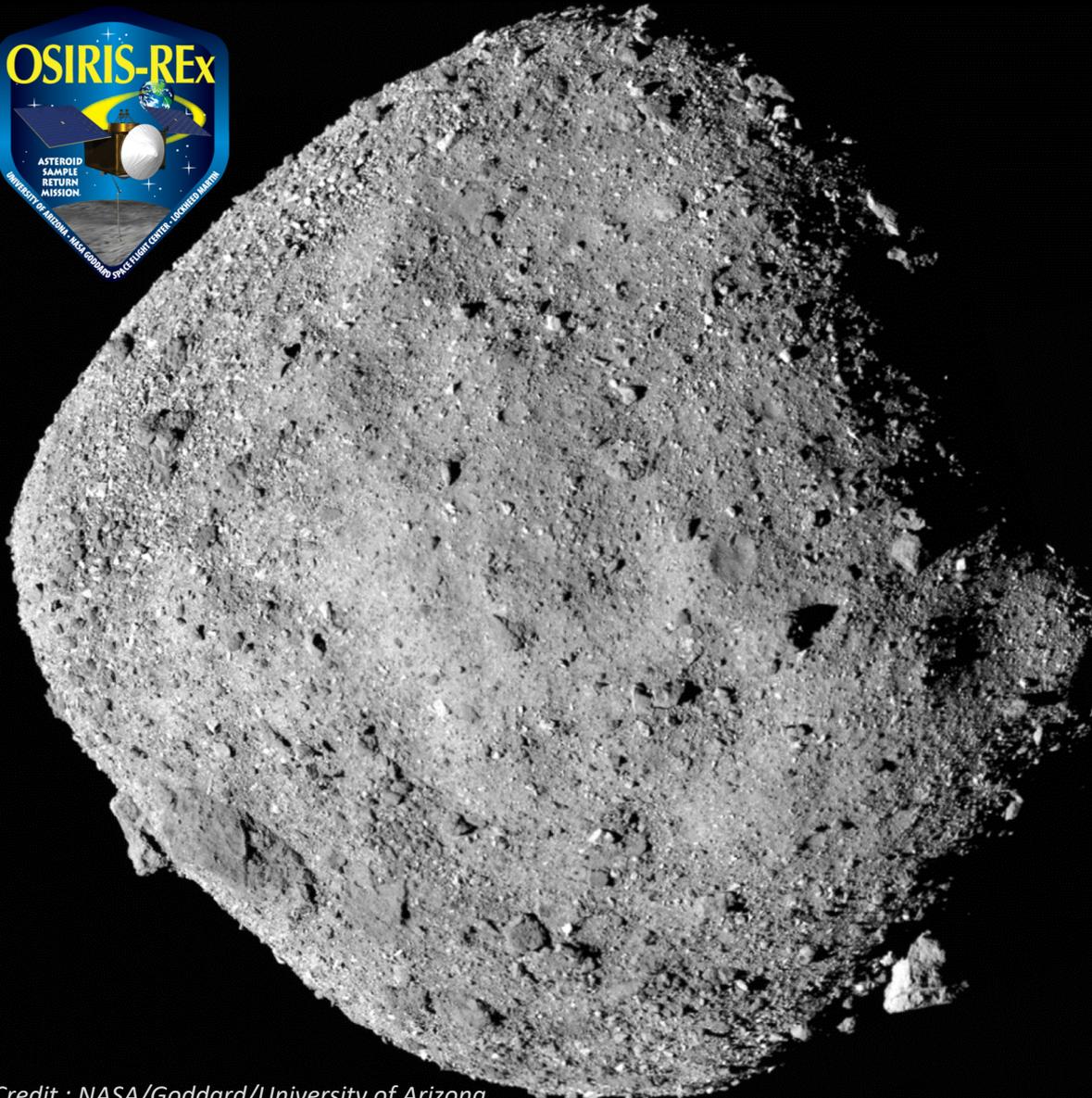
Imagen de Ryugu obtenida el 15 de octubre de 2019, a una distancia de unos 22 metros



Minervall1 – 21 septiembre 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



SAMPLE SITE  
**NIGHTINGALE**



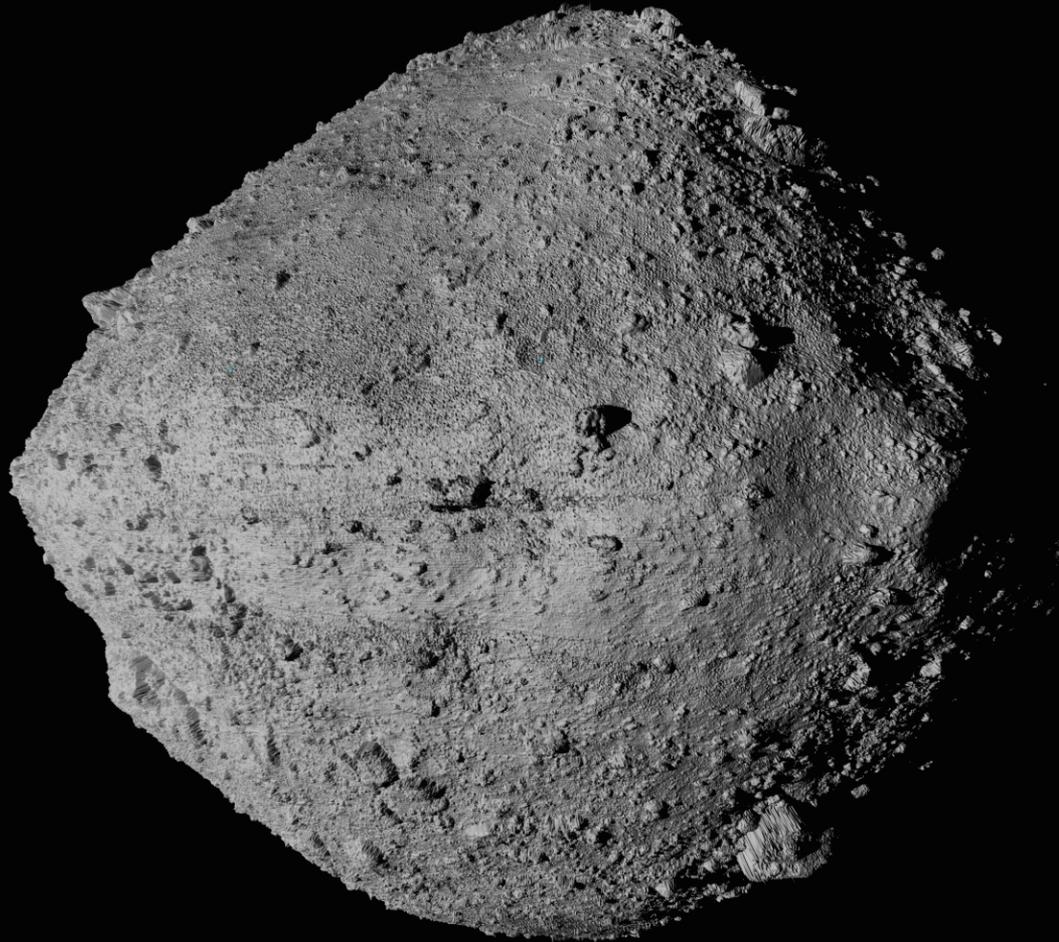
SAMPLE SITE  
**KINGFISHER**



SAMPLE SITE  
**OSPREY**



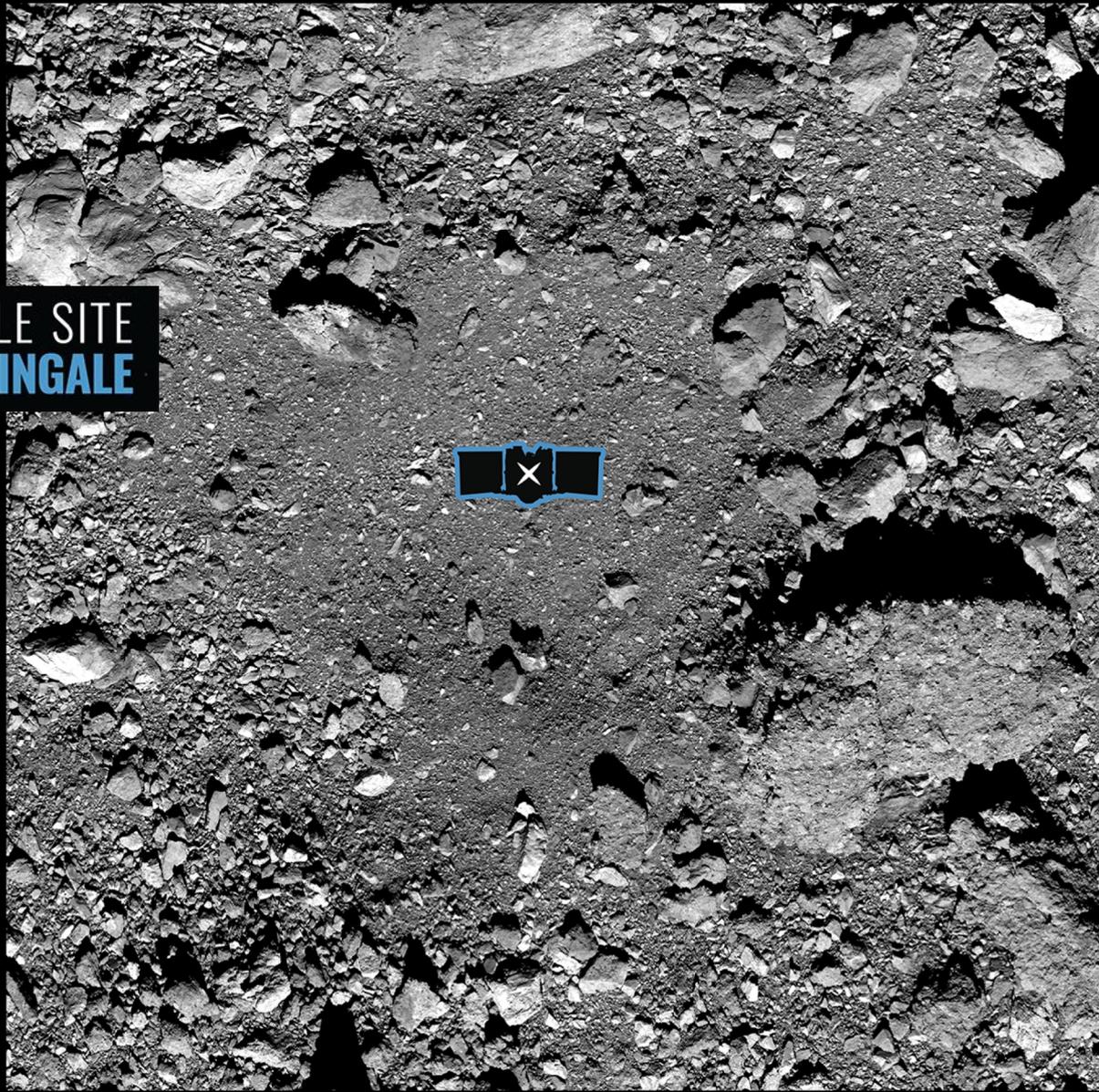
SAMPLE SITE  
**SANDPIPER**



# 4.1 Asteroides



**SAMPLE SITE**  
**NIGHTINGALE**



# 4.1 Asteroides

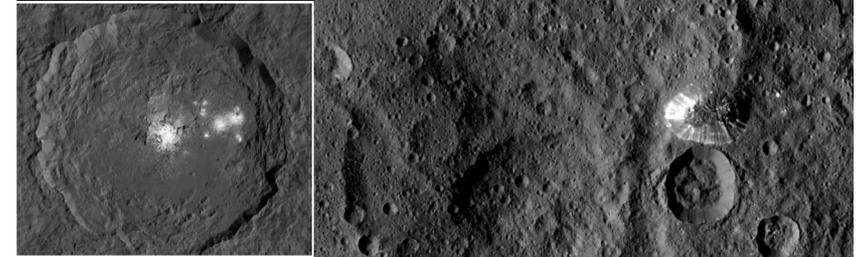
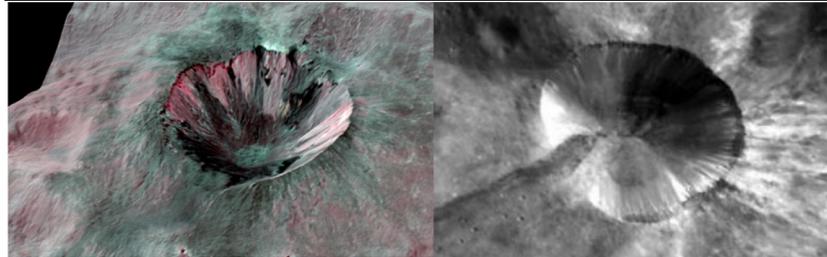
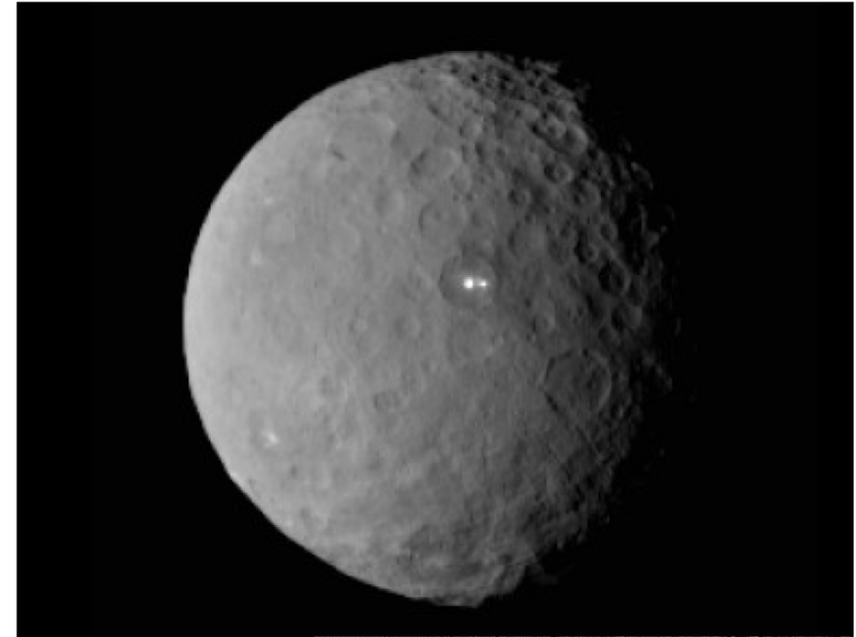
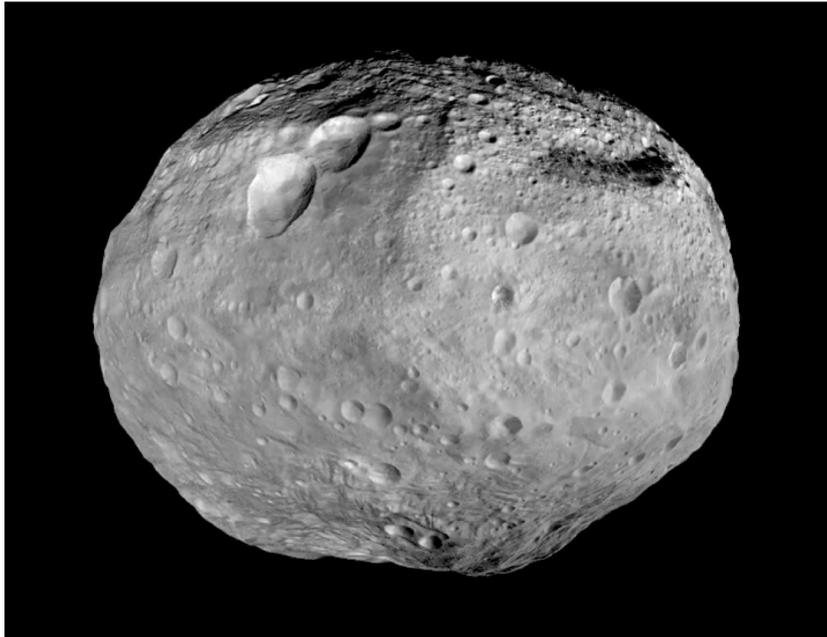


# 4.1 Asteroides

**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

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



4 marzo 2020



Cometas

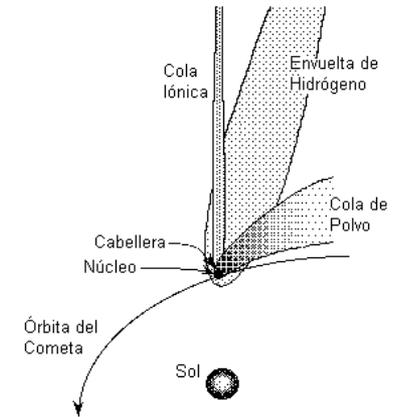
Bolas de hielo sucio (Whipple 1950)

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

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



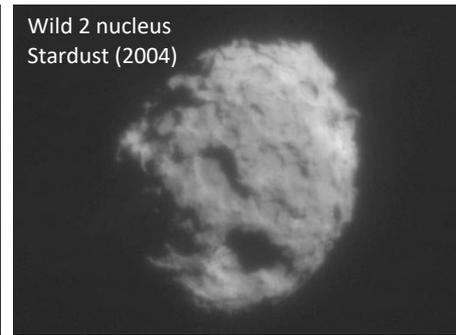
Componentes de un Cometa



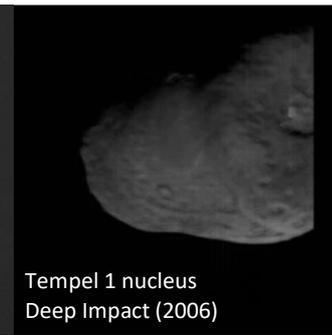
Halley, Giotto (1986)



Wild 2 nucleus Stardust (2004)

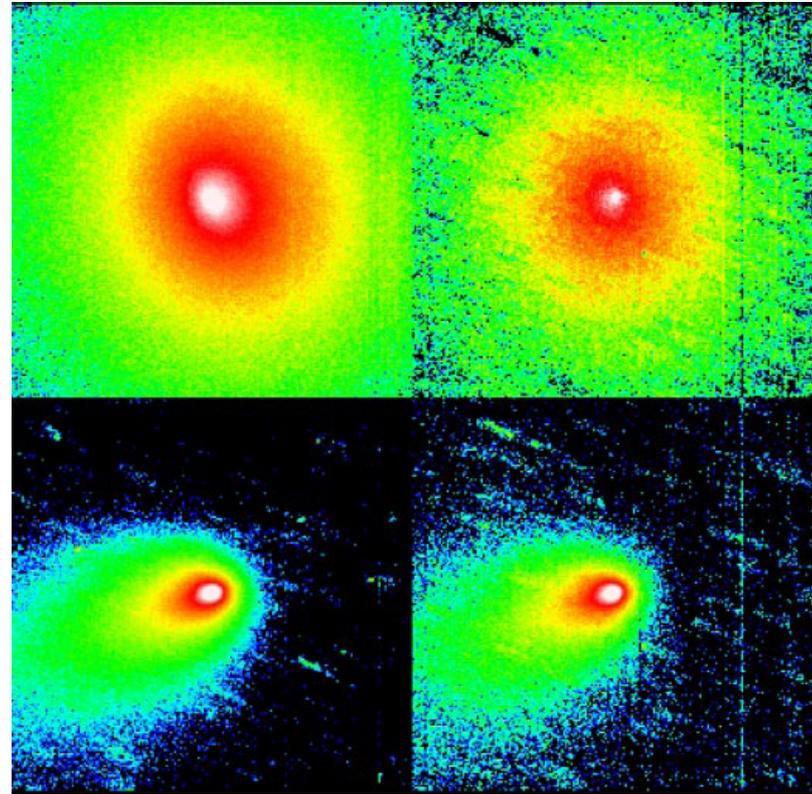


Tempel 1 nucleus Deep Impact (2006)



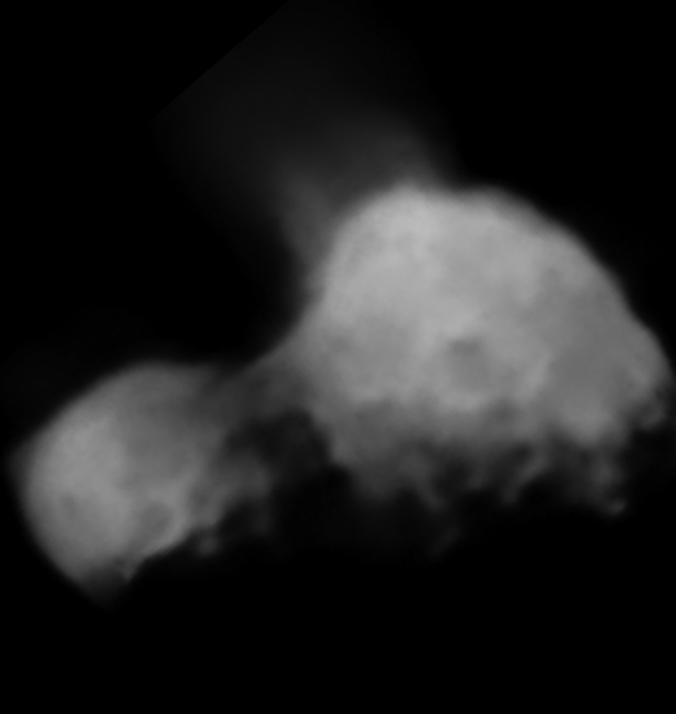
C/2006 P1 McNaught 2007 01 20  
3 X 30 sec, 85mm f/1.6  
Copyright Gordon Garradd

# 4.2 Cometas / Objetos transicionales



- 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



1P/Halley  
16 × 8 × 8 km  
Vega 2, 1986



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

Modified 2014-08-04. For the latest version of this image, visit [planetary.org/cometscale](http://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

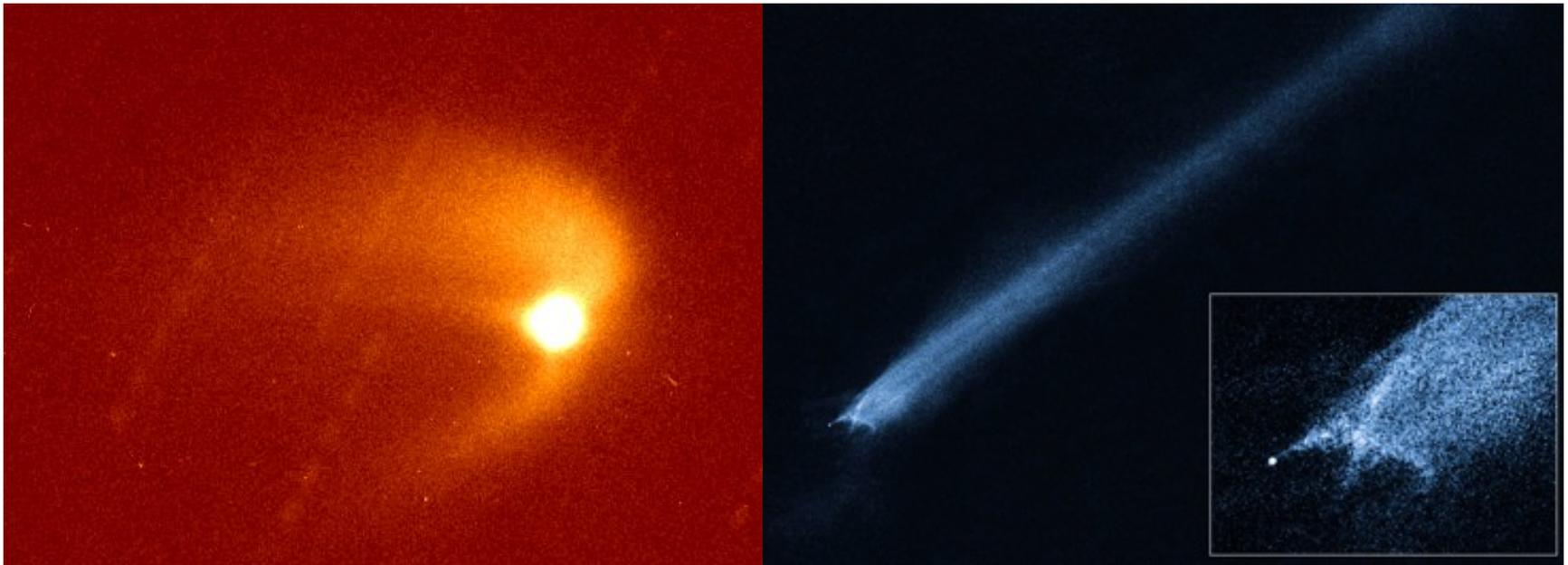
Wavelength [nm]	R (NAC)	R (NVC)
350	0.02	0.02
400	0.03	0.03
450	0.04	0.04
500	0.05	0.05
550	0.06	0.06
600	0.07	0.07
650	0.08	0.08
700	0.07	0.07
750	0.06	0.06
800	0.05	0.05
850	0.04	0.04
900	0.03	0.03
950	0.02	0.02

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

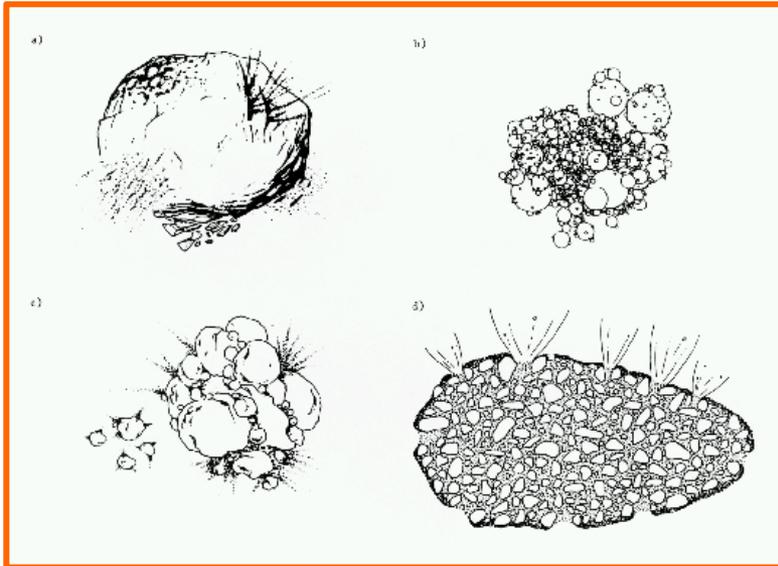
100 m

**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...

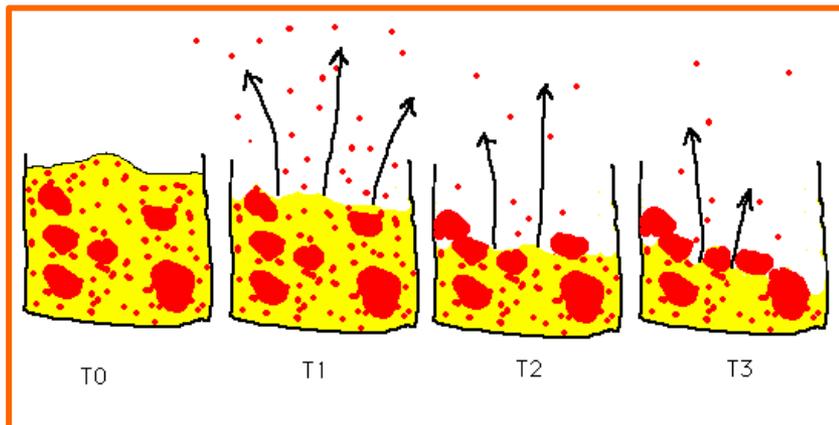


## Asteroides en órbitas típicamente cometarias



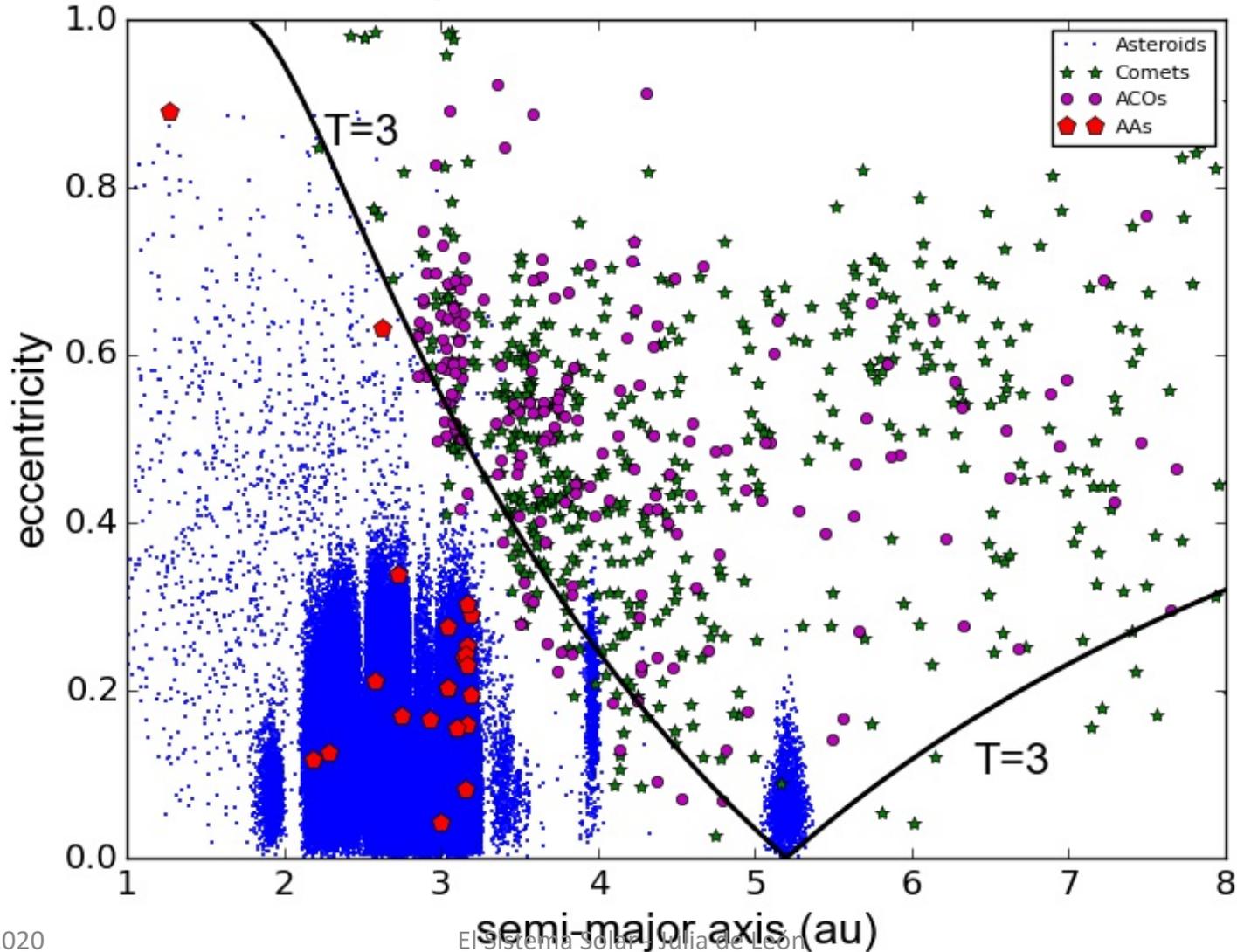
“Bolas de hielo sucio”

- Hielos (80% agua, CO, CO<sub>2</sub>) + 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)

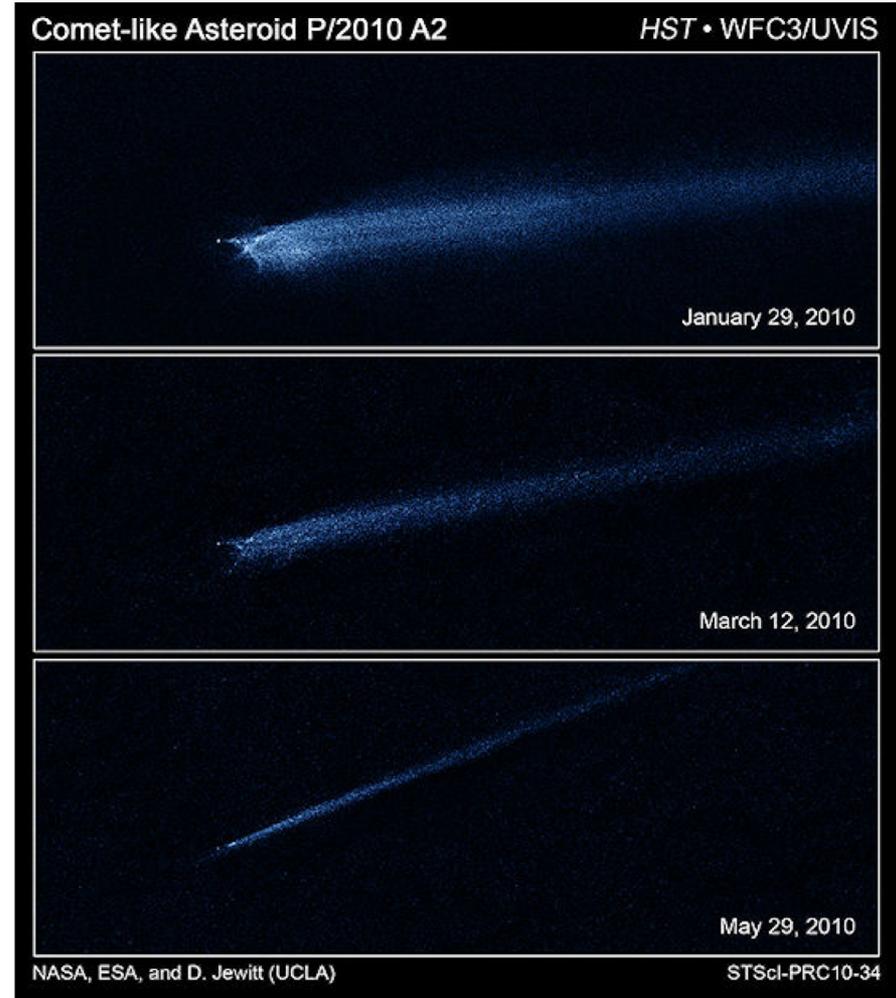


# 4.2 Cometas / Objetos transicionales

Actividad periódica → sublimación

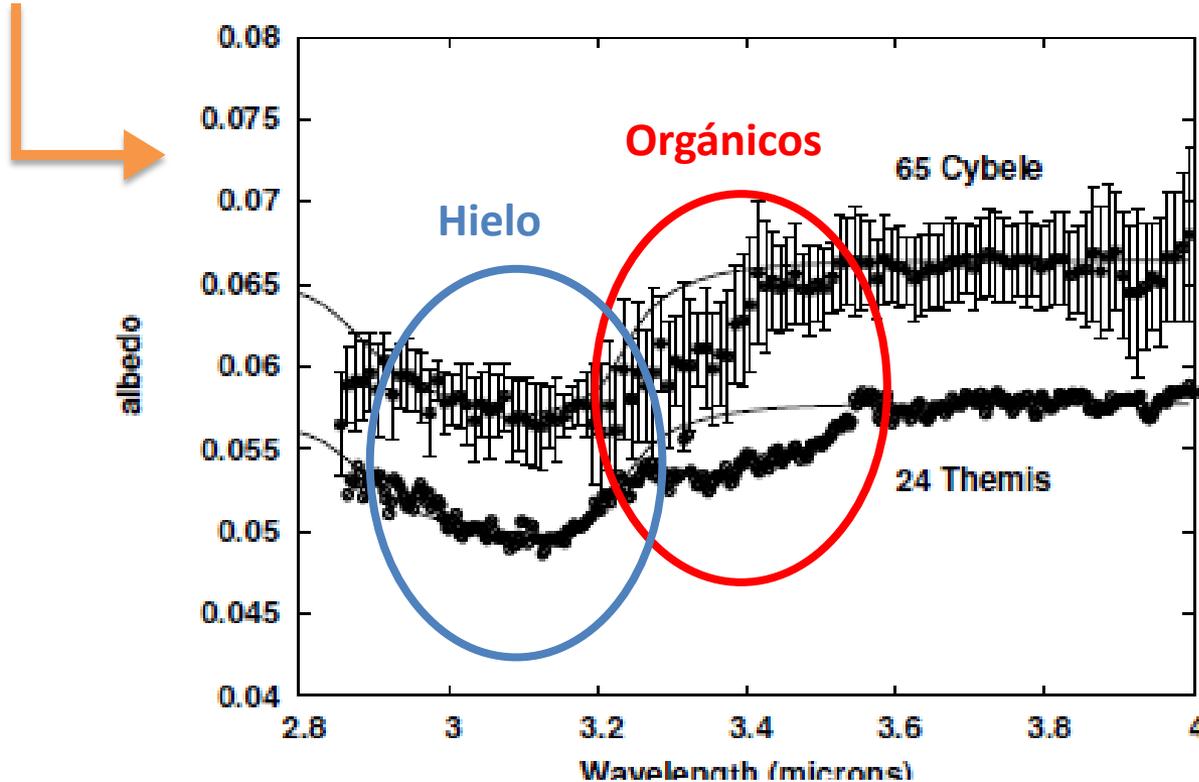


Actividad en un solo evento: colisión



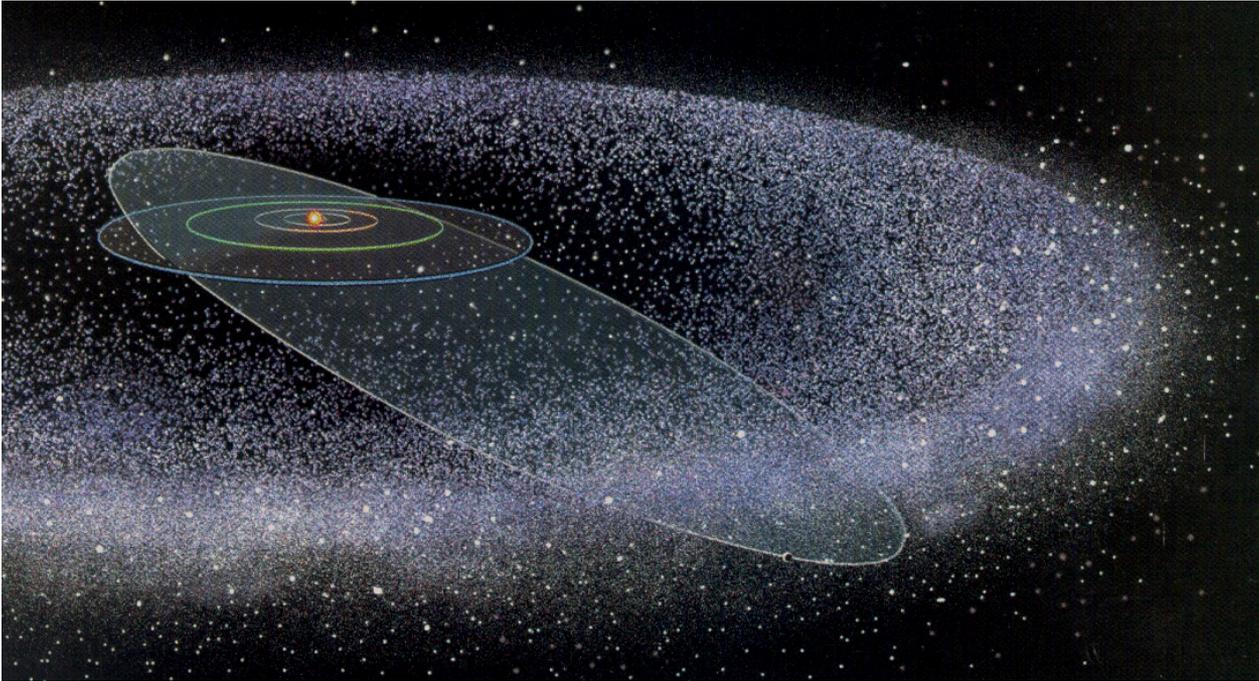
Actividad periódica → sublimación

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.

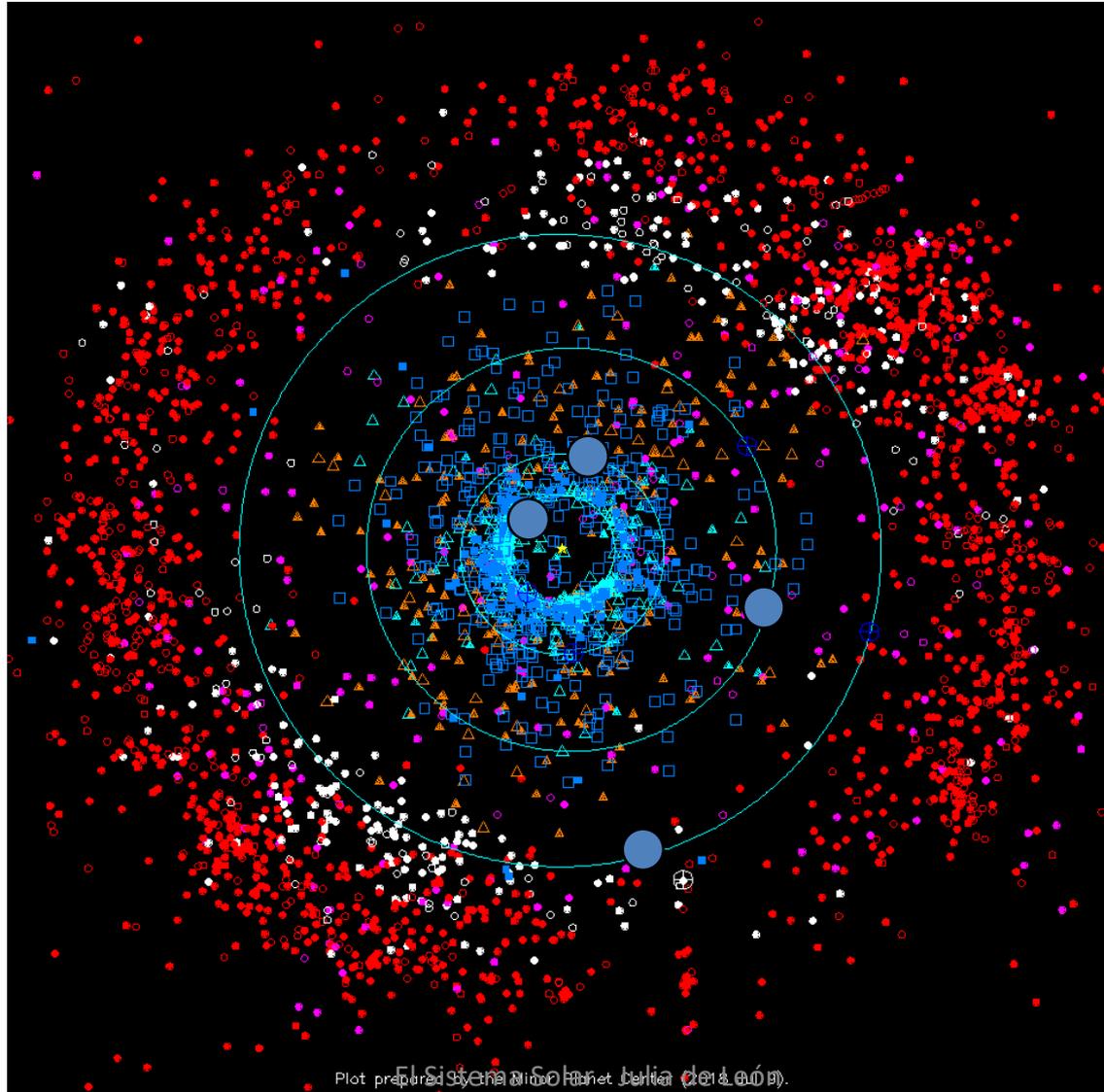
## 4.3 Objetos trans-Neptunianos



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

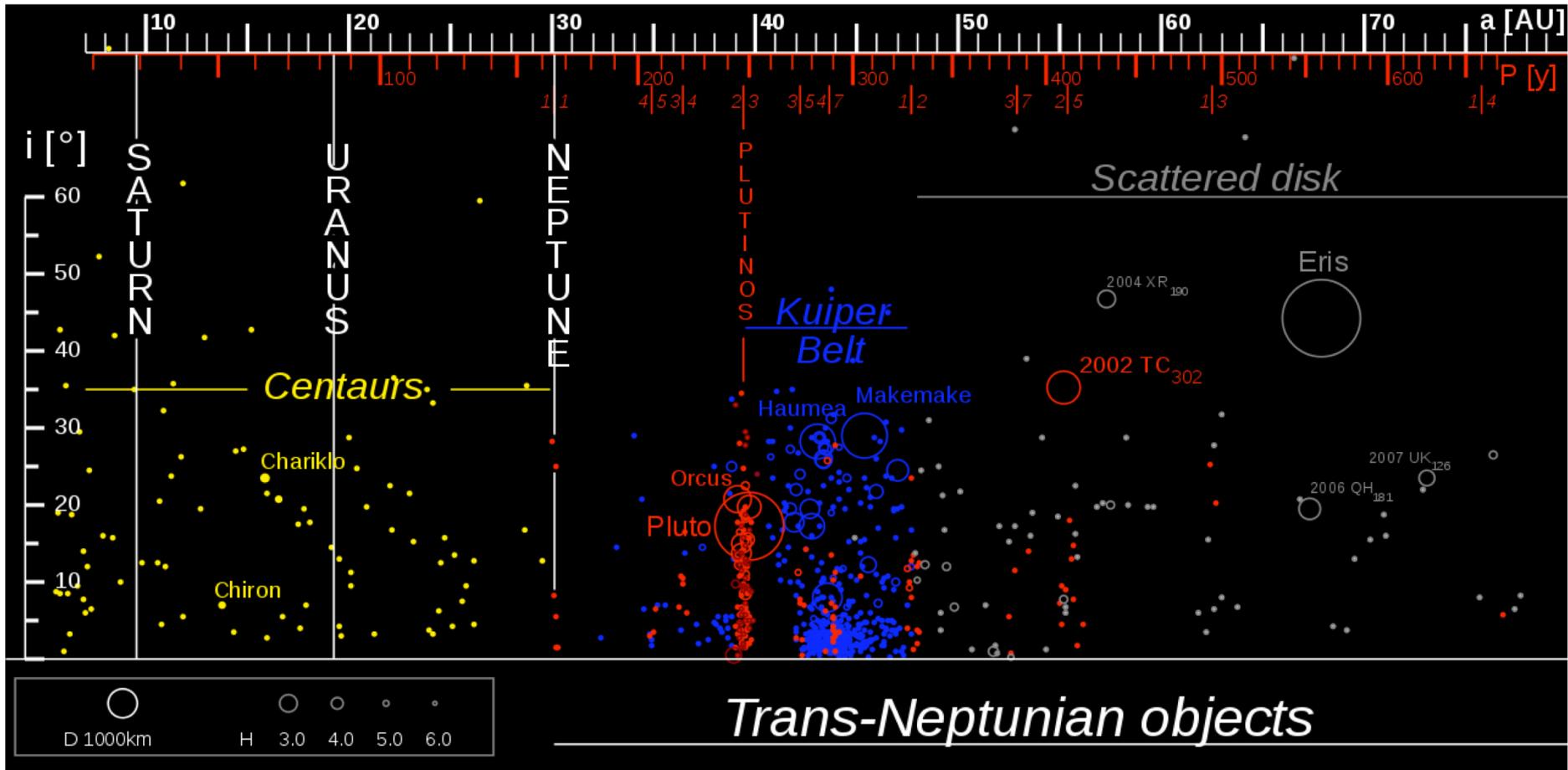
- Jewitt & Luu (1992) detectan el primer objeto trans-Neptuniano (TNO), 1992 QB1 (sin contar Plutón, Tombaugh 1930).
- A día de hoy se han descubierto más de 2.000 TNOs, varios de tamaño comparable a Plutón (Eris es incluso mayor)

# 4.3 Objetos trans-Neptunianos



# 4.3 Objetos trans-Neptunianos

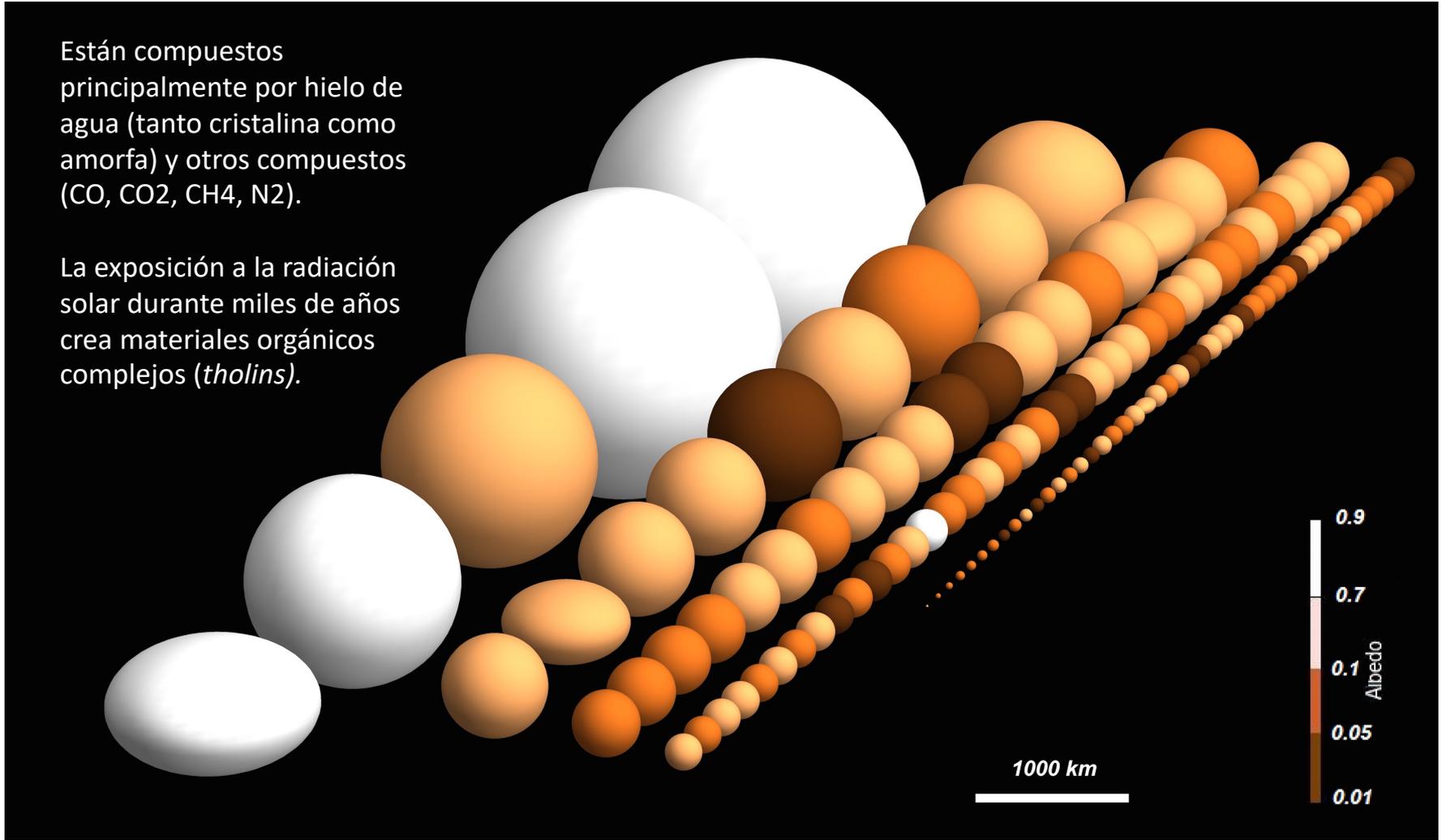
**Cinturón trans-Neptuniano** (o cinturón de Kuiper): al igual que en el cinturón de asteroides, las resonancias gravitacionales le dan forma



# 4.3 Objetos trans-Neptunianos

Están compuestos principalmente por hielo de agua (tanto cristalina como amorfa) y otros compuestos (CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>).

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

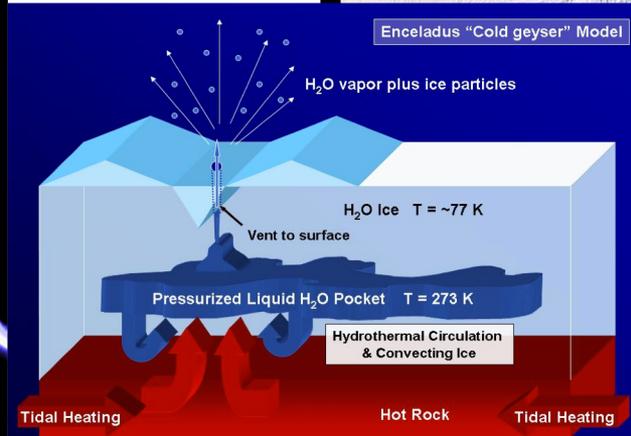
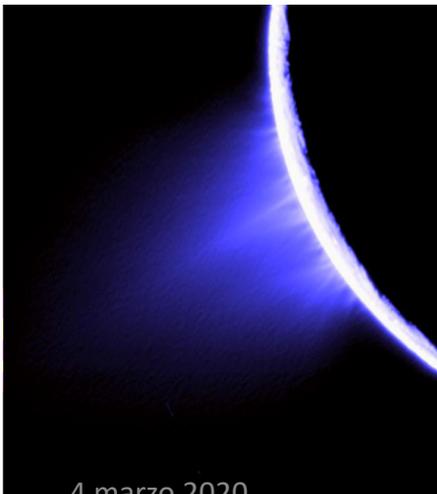
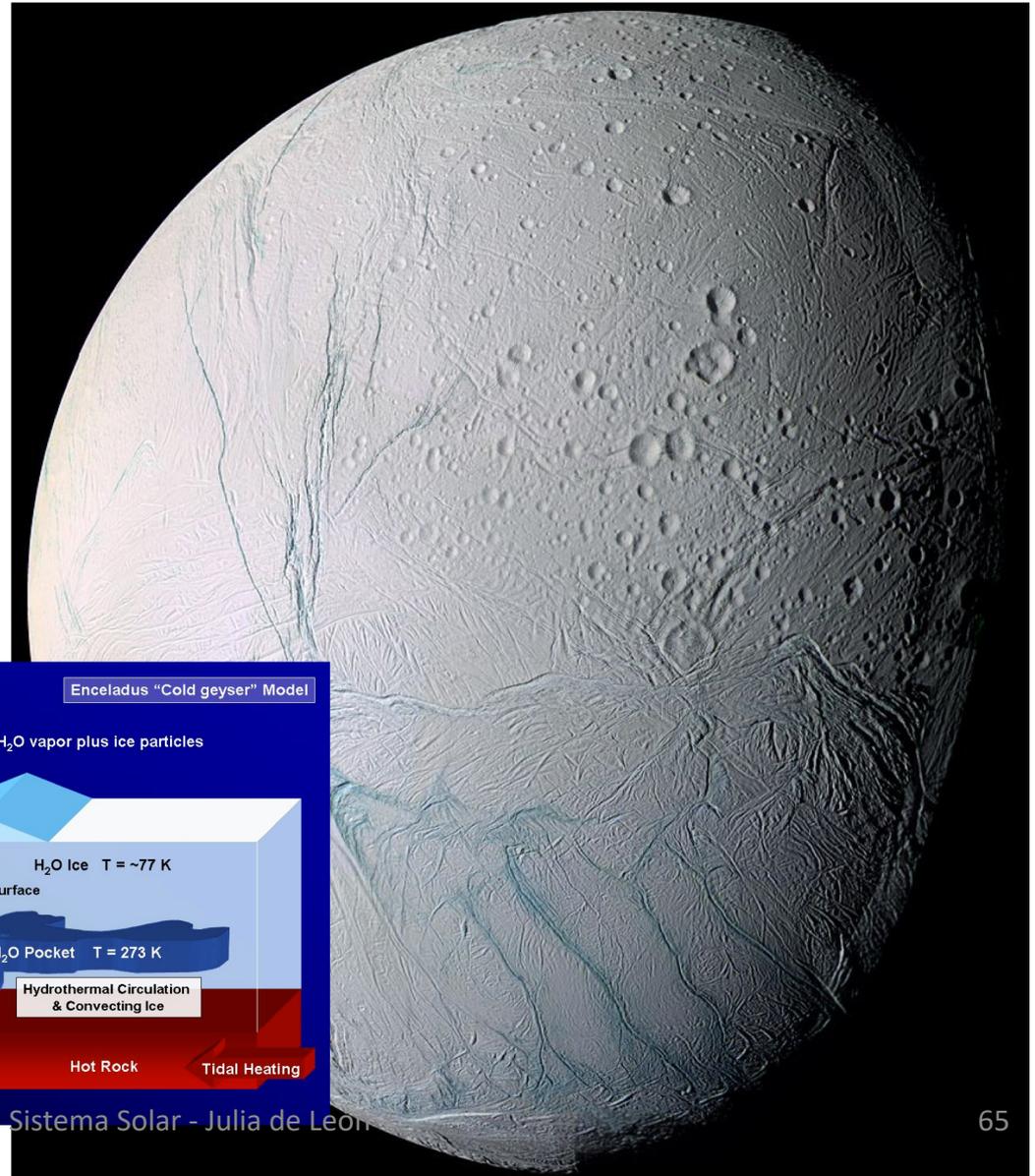


TNOs observados dentro del programa “TNOs are Cool” con el telescopio espacial Herschel

# 4.4 Satélites helados

## Encélado (Saturno)

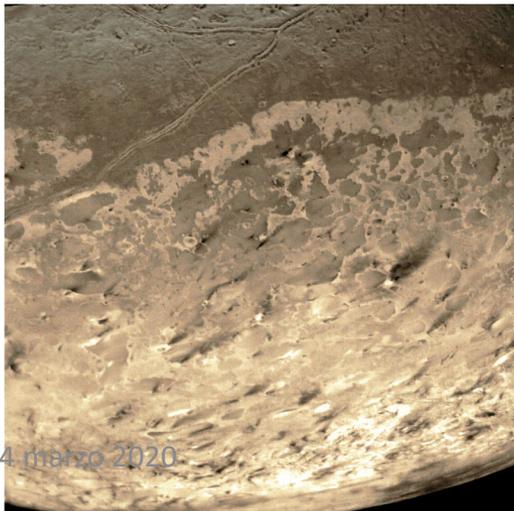
- 500 km de diámetro
- Cubierto por una capa de hielo que refleja casi toda la luz solar (99% de albedo)
- Gran variedad de superficies
- Presencia de crio-vulcanismo



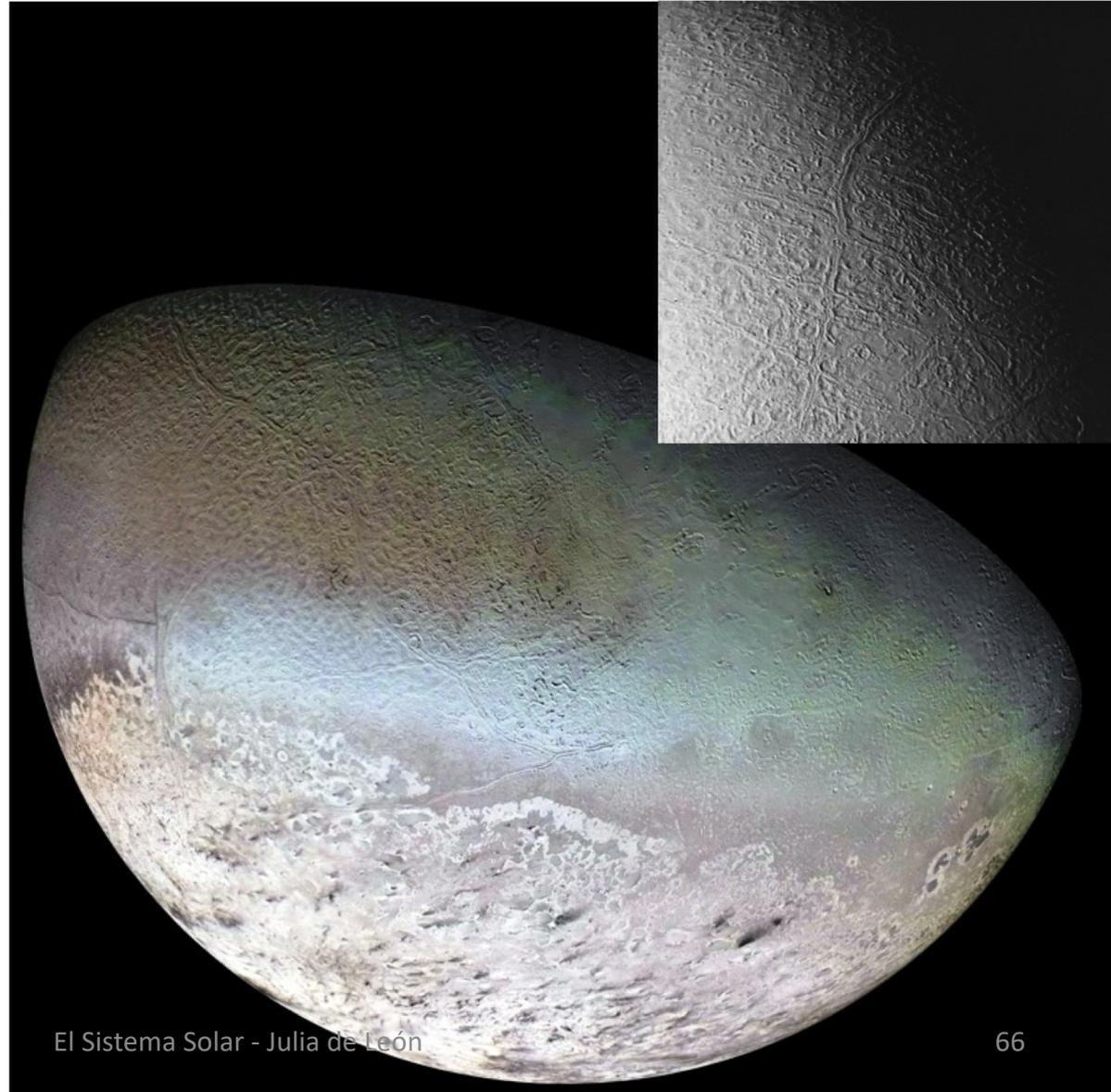
# 4.4 Satélites helados

## Tritón (Neptuno)

- 2700 km de diámetro
- Uno de los satélites más fríos del SS (-235 °C)
- Órbita retrógrada (capturado del TNB)
- Corteza de N<sub>2</sub> y metano congelado sobre un manto de hielo de agua
- Presencia de criovulcanismo



4 marzo 2020

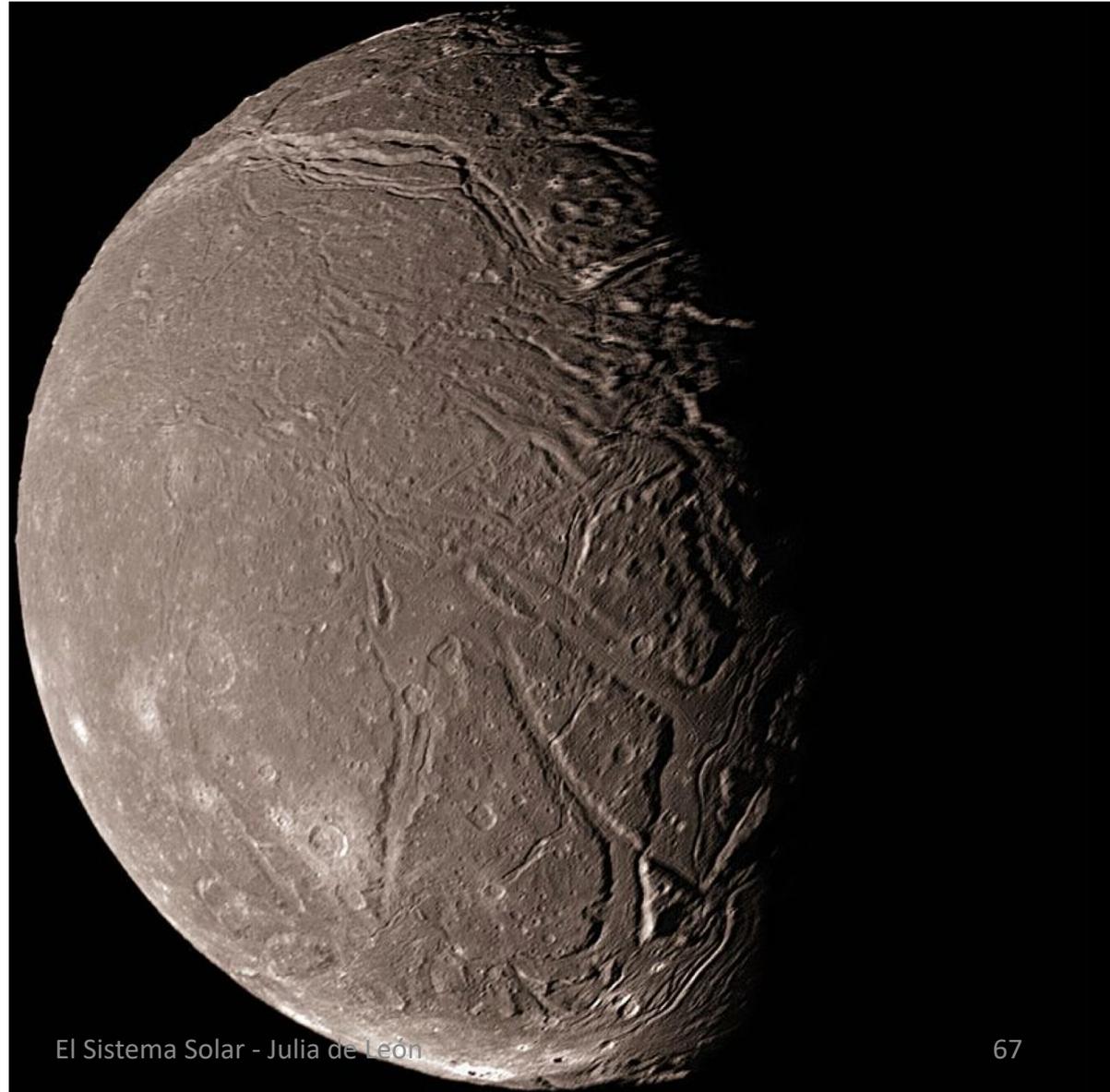


El Sistema Solar - Julia de León

# 4.4 Satélites helados

## Ariel (Urano)

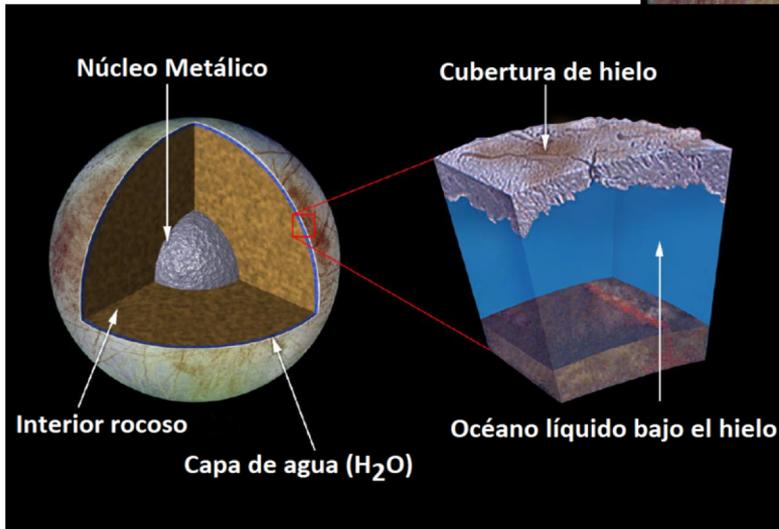
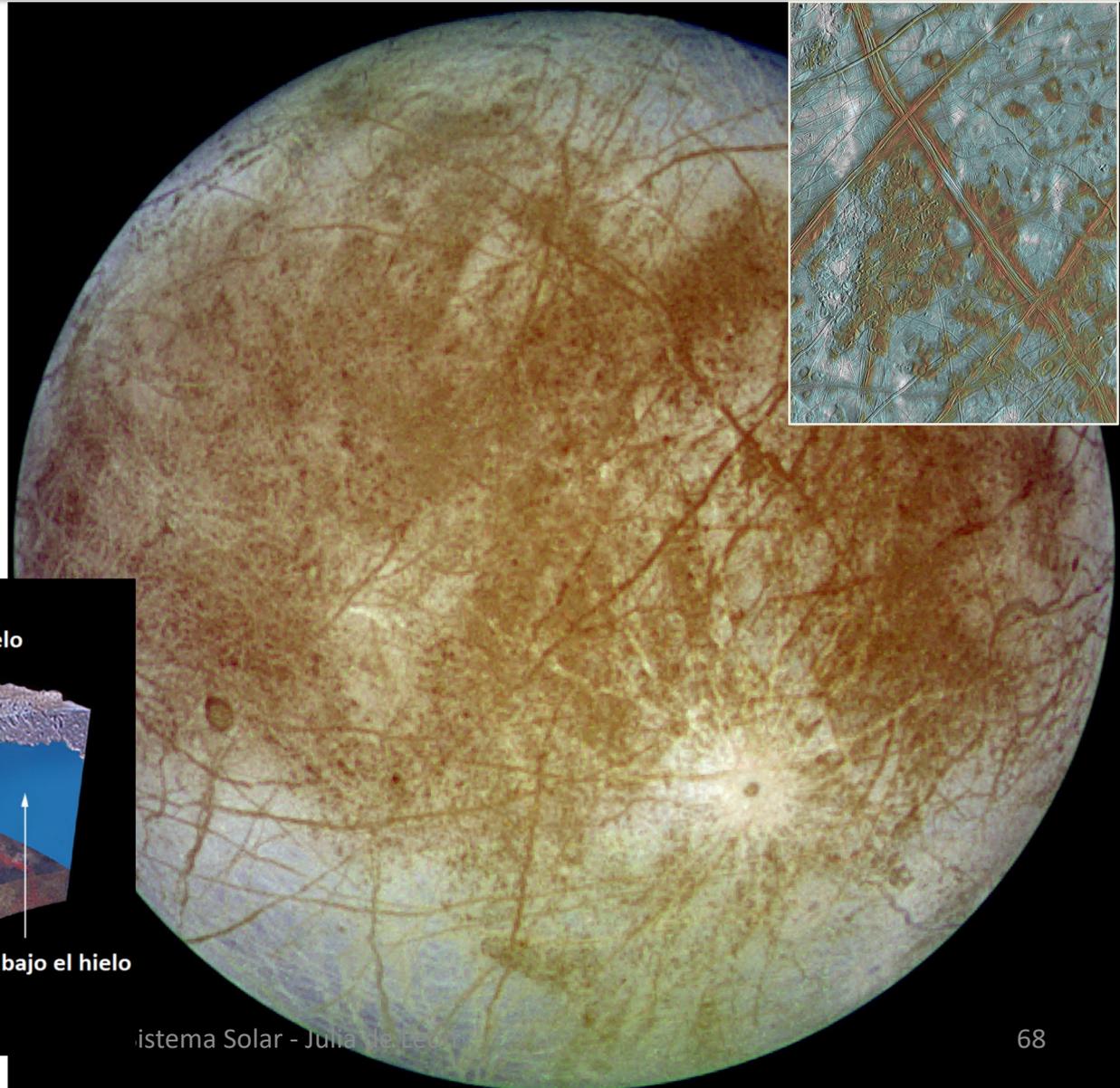
- 1160 km de diámetro
- Ciclo estacional extremo. Se encuentra muy cerca de Urano
- Núcleo rocoso y manto de hielo. 50% hielo de agua, 30% silicatos y 20% de metano congelado.
- Muestras de tectónica global
- Presencia de criovulcanismo (amoníaco y agua)



# 4.4 Satélites helados

## Europa (Júpiter)

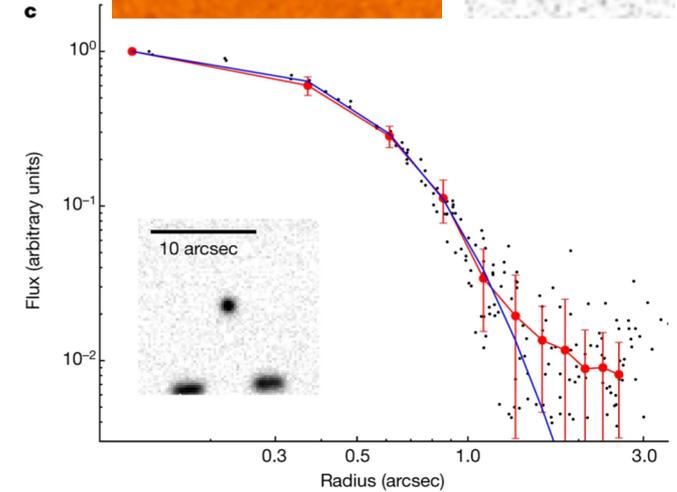
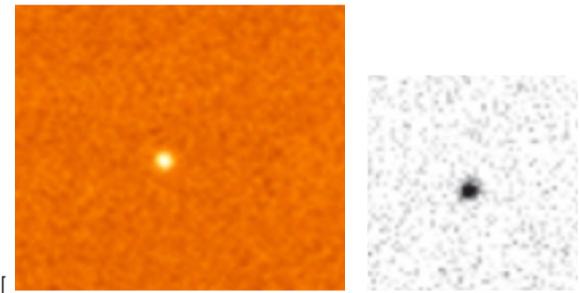
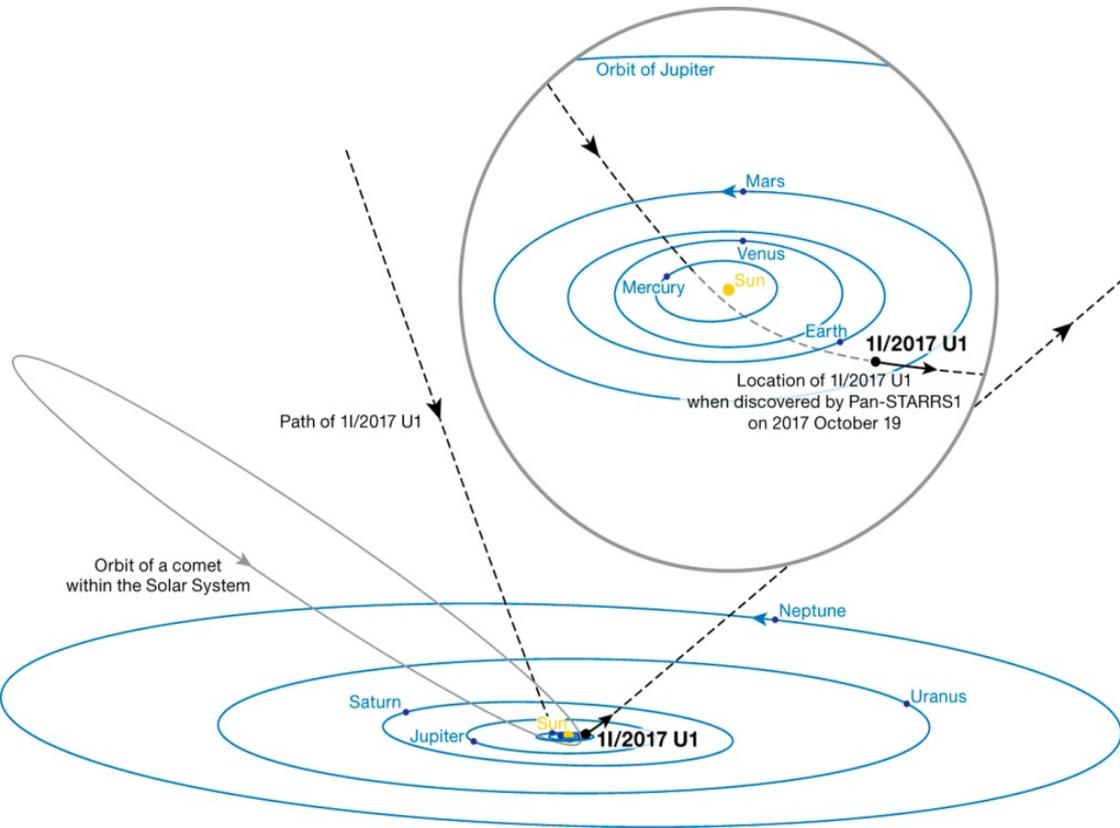
- 3120 km de diámetro
- Corteza de hielo de agua y núcleo de Fe y Ni
- Escasez de cráteres (posible océano de agua bajo su superficie)
- Calor originado por fuerzas de marea con Júpiter



# 4.5 Objetos Interestelares

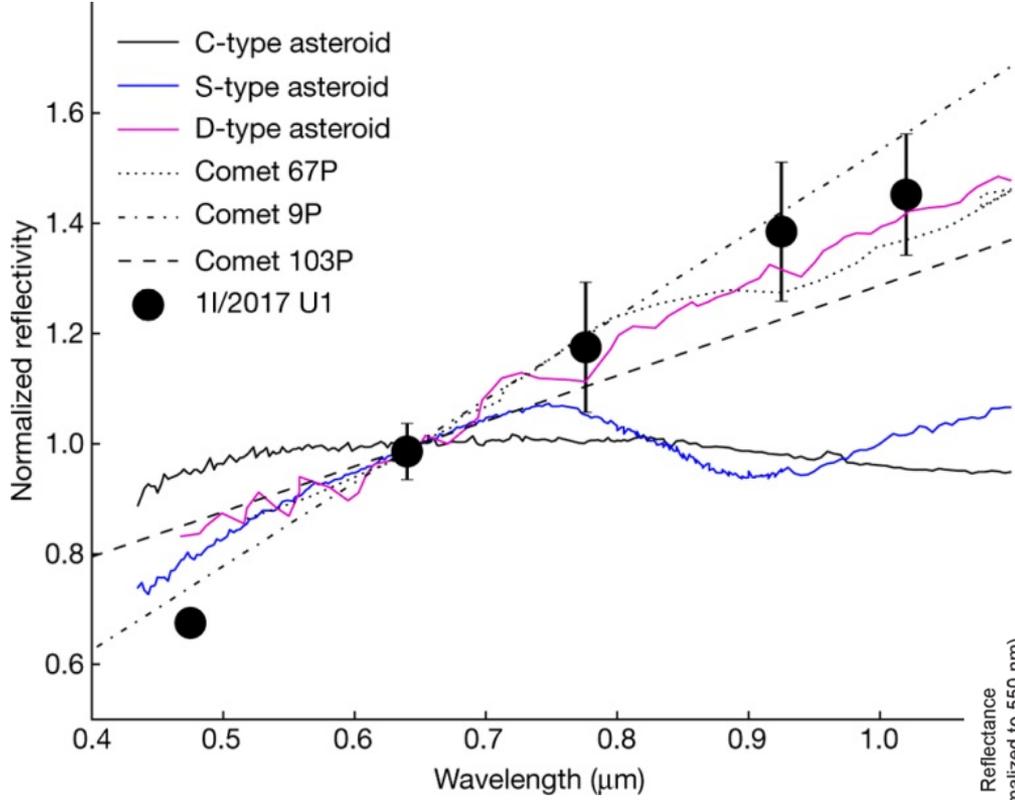
## 1I/2017 U1 ('Oumuamua) Descubierto el 19 de octubre de 2017

- Órbita claramente hiperbólica, indica que proviene de fuera de nuestro Sistema Solar

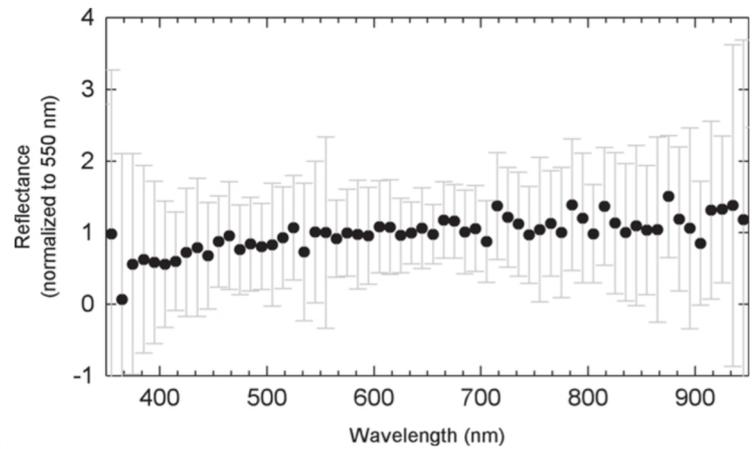


# 4.5 Objetos Interestelares

## 1I/2017 U1 ('Oumuamua) Descubierto el 19 de octubre de 2017



- Órbita claramente hiperbólica, indica que proviene de fuera de nuestro Sistema Solar
- Colores similares a los objetos centauros, Troyanos, y núcleos de cometas activos (JFC)



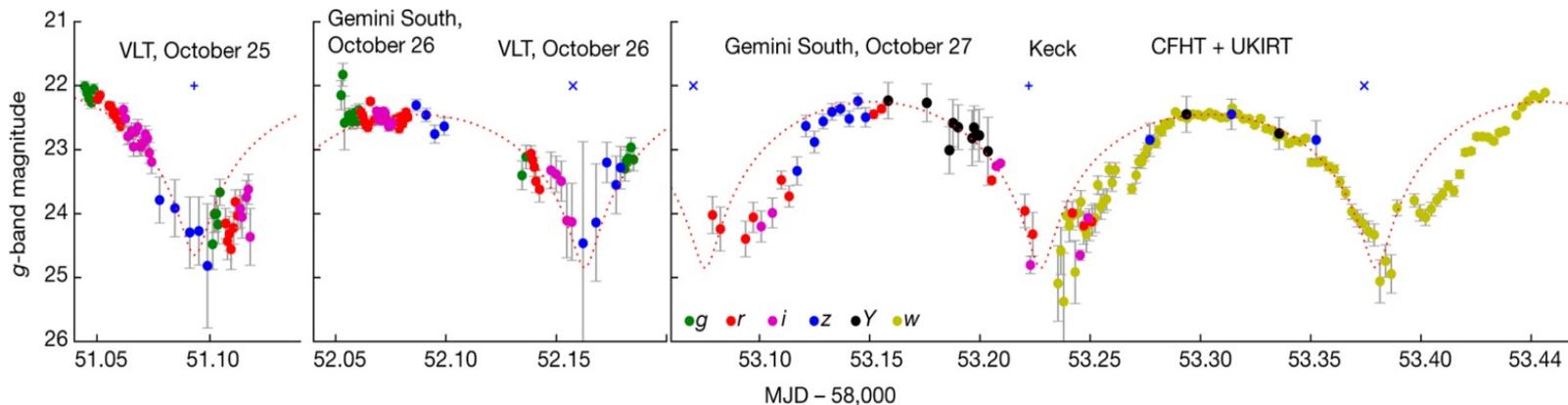
# 4.5 Objetos Interestelares

## 1I/2017 U1 ('Oumuamua) Descubierto el 19 de octubre de 2017



Créditos: ESO/M. Kornmesser

- Órbita claramente hiperbólica, indica que proviene de fuera de nuestro Sistema Solar
- Colores similares a los objetos trans-Neptunianos
- Curva de luz sugiere una forma muy irregular (400 m)

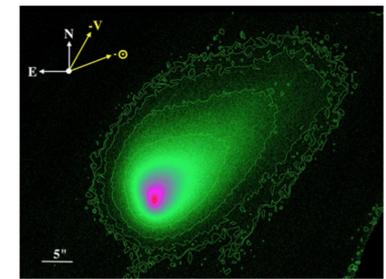
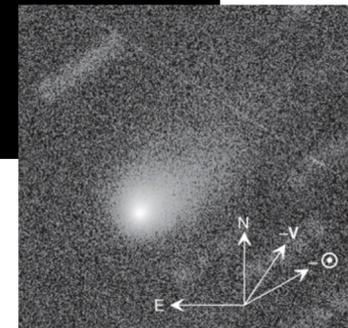
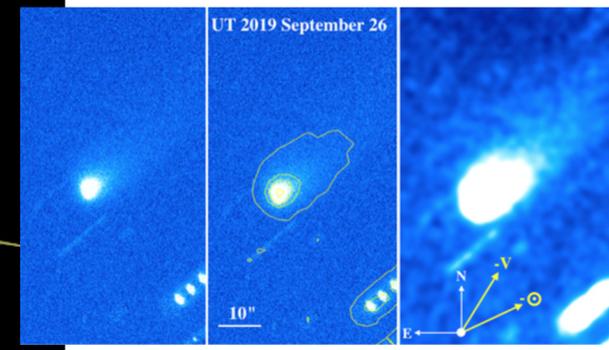
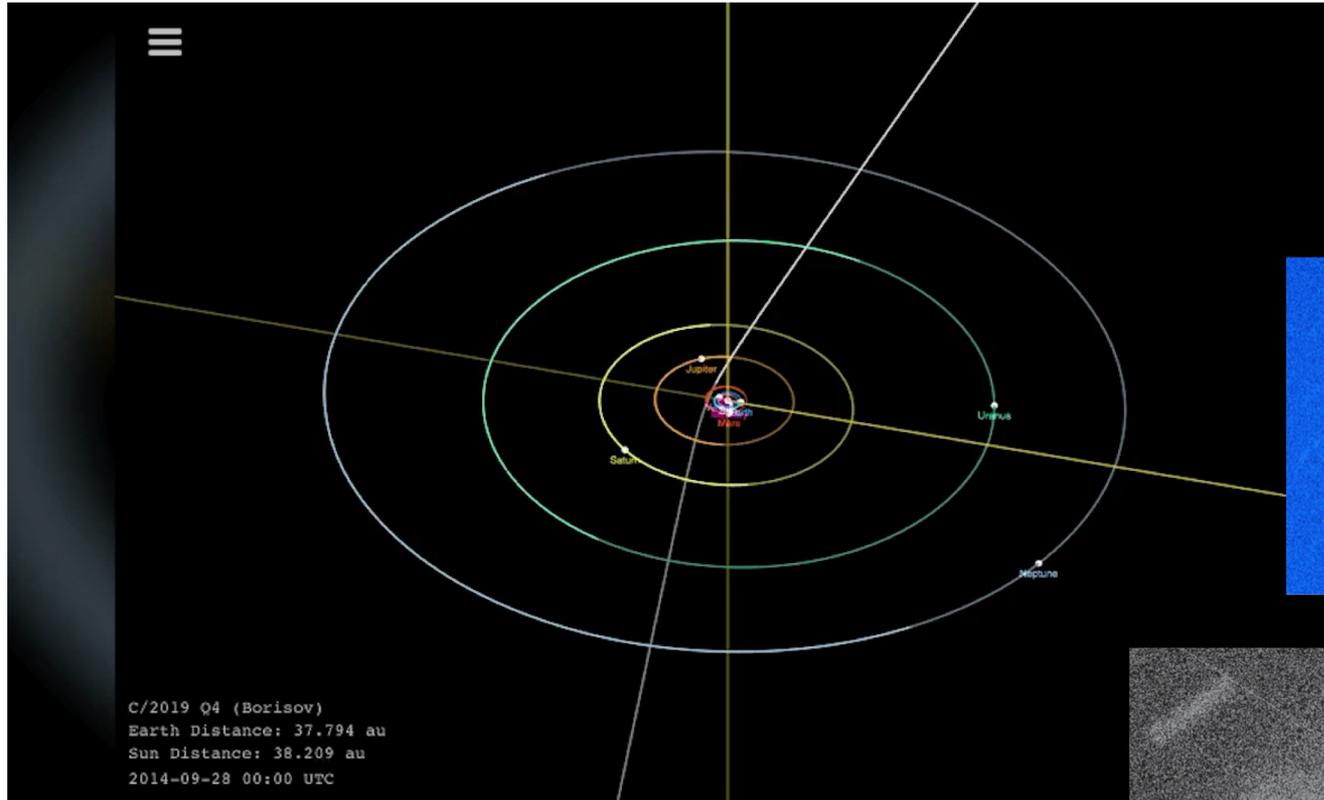


# 4.5 Objetos Interestelares

2I/2019 CQ4 (Borisov)

Descubierto el 20 de agosto de 2019

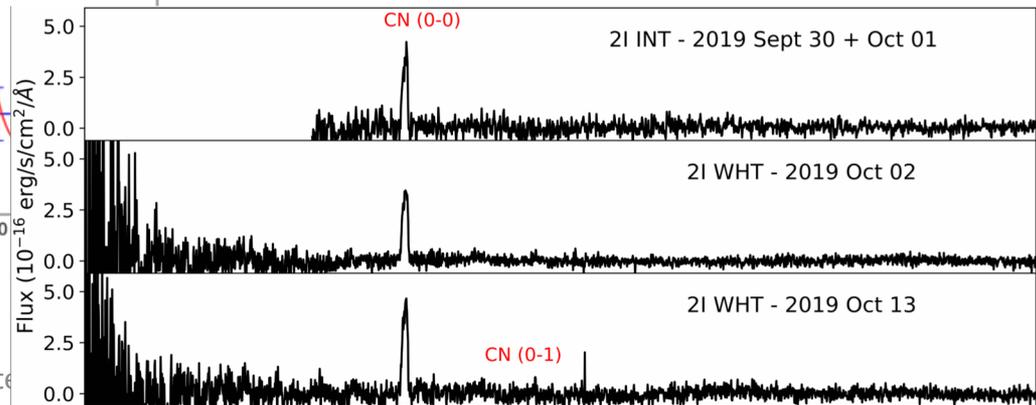
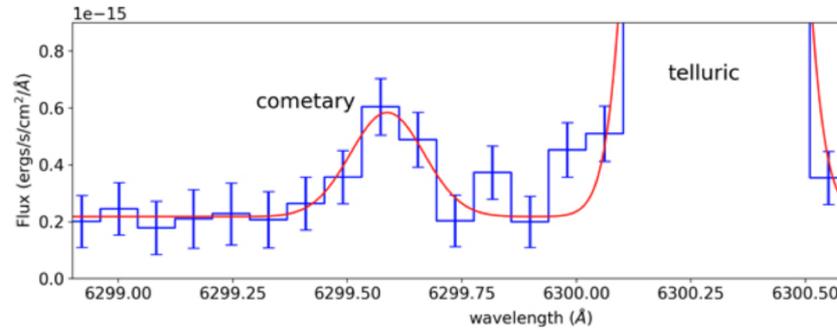
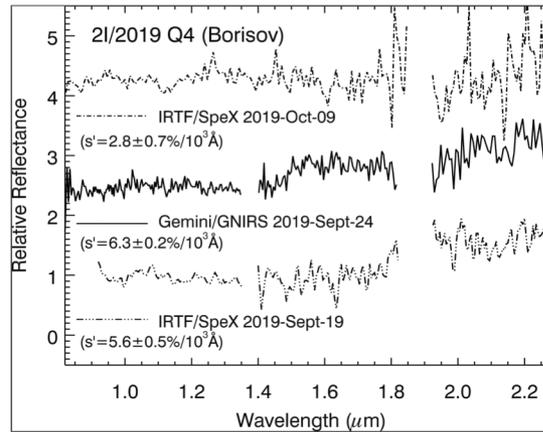
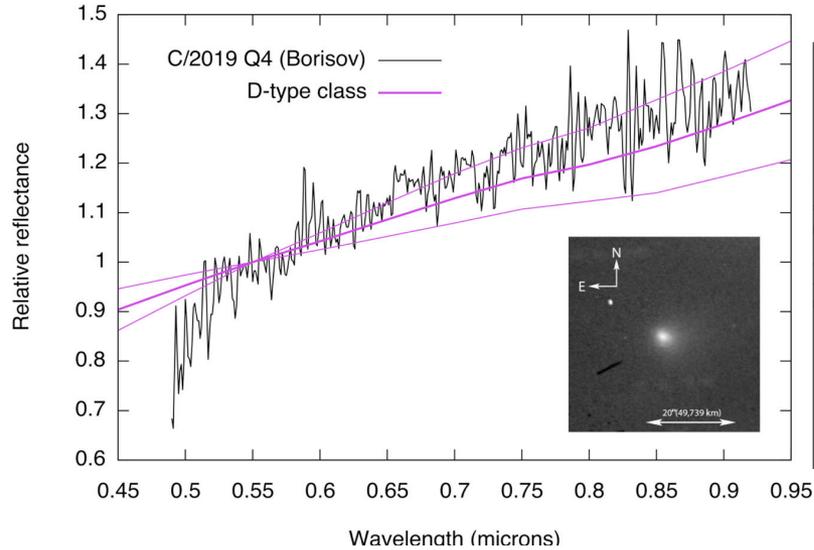
- Órbita claramente hiperbólica, indica que proviene de fuera de nuestro Sistema Solar



## 2I/2019 CQ4 (Borisov)

Descubierto el 20 de agosto de 2019

- Órbita claramente hiperbólica, indica que proviene de fuera de nuestro Sistema Solar
- Tanto las partículas de polvo como la emisión de gases son similares a los cometas del Sistema Solar



4 marzo 2020

El Sistema



# 5. Recursos

---

Consejería de Educación – Gobierno de Canarias – Recursos Digitales

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

Gobierno de Canarias

Consejería de Educación,  
Universidades, Cultura y Deportes

Unión Europea

Acceder

Inicio

R

U

D

E

Estás en: Recursos digitales

- ☰ Catalogación
- 🏠 Inicio
  - I – Infantil <
  - II – Primaria <
  - III – ESO <
  - IV – Bachillerato <
  - V – Educación de Personas Adultas (EPA) <

- ▼ FILTRAR:
- 📱 Apps
  - 📄 Archivo comprimido
  - 🎵 Audio y podcast <
  - 📄 Documento texto <

🔍 SISTEMA SOLAR

**RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA**

**Viajando por el Sistema Solar**  
 Web Estás haciendo turismo por el espacio. Junto a ti hay otras naves con otros viajeros y viajeras de tu planeta. De repente, a lo lejos, os llama la atención una...

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

<p>🔗 Sintaxis</p>	<p>🔗 La lírica</p>	<p>🔗 Material de laboratorio</p>
<p>🔗 Agrupaciones. Instrumentos</p>	<p>🔗 Familias. Instrumentos</p>	<p>🔗 Material de laboratorio</p>

# 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.

Etapas: [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.meteorshowers.org>

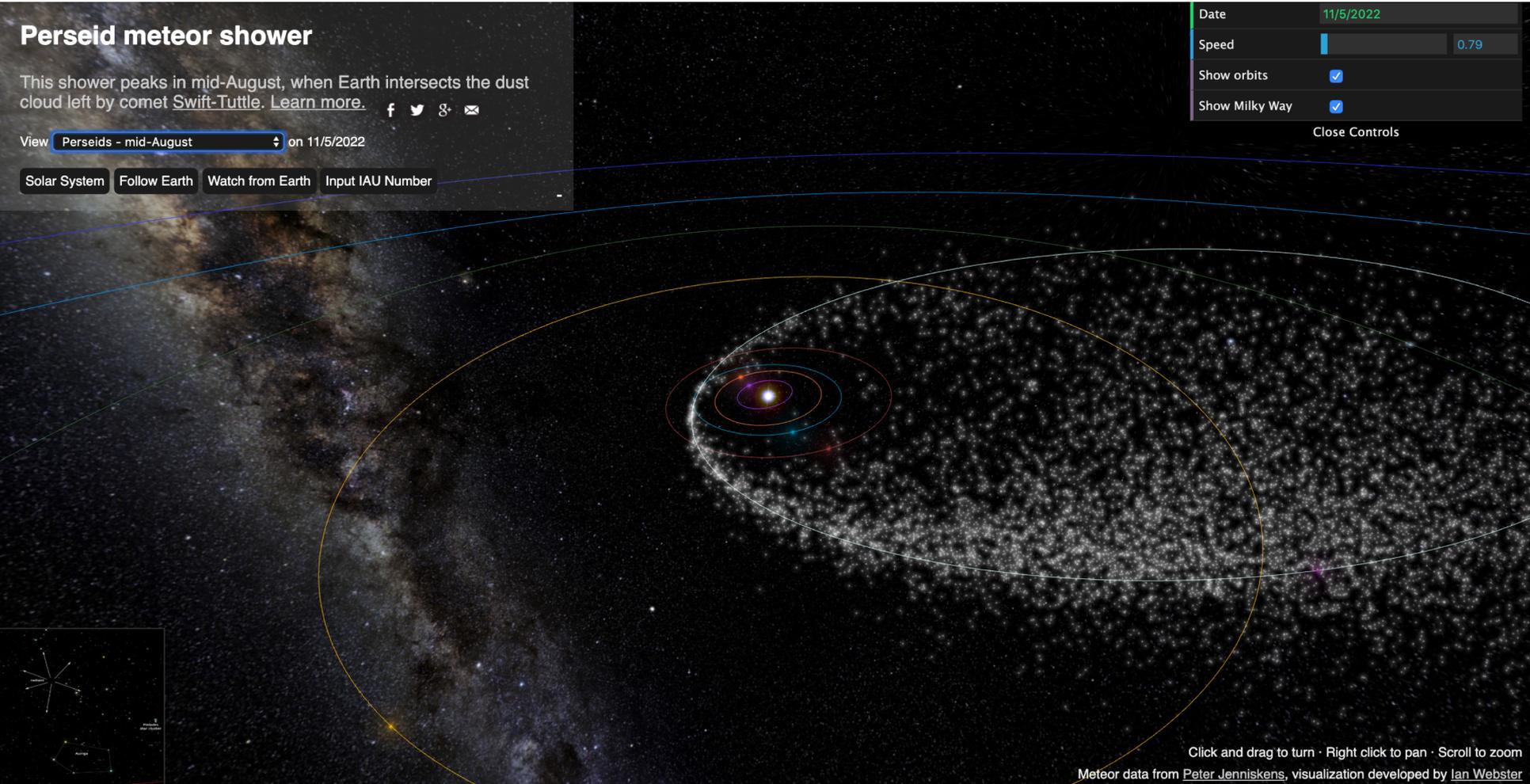
## Perseid meteor shower

This shower peaks in mid-August, when Earth intersects the dust cloud left by comet Swift-Tuttle. [Learn more.](#) [f](#) [t](#) [g+](#) [✉](#)

View **Perseids - mid-August** on 11/5/2022

[Solar System](#) [Follow Earth](#) [Watch from Earth](#) [Input IAU Number](#)

Date	11/5/2022
Speed	0.79
Show orbits	<input checked="" type="checkbox"/>
Show Milky Way	<input checked="" type="checkbox"/>
Close Controls	



Click and drag to turn · Right click to pan · Scroll to zoom  
Meteor data from [Peter Jenniskens](#), visualization developed by [Ian Webster](#)

<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



# RECURSOS





**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



# RECURSOS





**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



# RECURSOS





II Edición de  
***“CosmoEducando y descubriendo el Universo***  
Enero – Mayo de 2020  
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*