

# LOS CUERPOS MENORES DEL SISTEMA SOLAR: UN ÁREA CIENTÍFICA REVOLUCIONADA

*Small bodies in the Solar System: A scientific area in turmoil*

Francisco Anguita (\*).

## RESUMEN

Asteroides, cometas y meteoritos han cobrado una rápida popularidad con el auge del estudio de los impactos y sus consecuencias sobre la vida en la Tierra. Al mismo tiempo, un mejor conocimiento del Sistema Solar está obligando a difuminar las diferencias entre asteroides, cometas y planetas, conceptos que provienen de etapas primitivas de la exploración espacial.

## ABSTRACT

Asteroids, comets and meteorites have gained a sudden popularity through the surge of research on impacts and their consequences for life on Earth. At the same time, a better knowledge of the Solar System is shading off the differences among asteroids, comets and planets, introduced in the earliest stages of space exploration.

**Palabras clave:** Sistema Solar, Geología Planetaria, cometas, asteroides, meteoritos.

**Keywords:** Solar System, Planetary Geology, comets, asteroids, meteorites.

## INTRODUCCIÓN

*Los meteoritos no son muestras representativas del Cinturón de Asteroides.*

*Muchos cometas no proceden de la Nube de Oort.*

*El Cinturón de Asteroides y la Nube de Oort no son los únicos enjambres de cuerpos menores en el Sistema Solar: a ellos hay que añadir un tercer grupo de decenas de miles de pequeños cuerpos llamado Disco de Kuiper.*

*Asteroides y cometas no son categorías separadas, sino un único tipo de cuerpos con diferentes historias.*

*Los planetas del Sistema Solar no son 9.*

Algunas de estas afirmaciones son más novedosas que otras; y seguramente la última podría clasificarse de provocación. Lo que tienen en común es una nueva visión de los cuerpos menores del Sistema Solar que combina los avances de la exploración telescópica y robótica del Sistema Solar profundo. Estos avances han hecho derribarse la concepción *taxonomista* del Sistema Solar, que se basaba en categorías nítidas: los cuerpos que integraban aquél tenían que ser o planetas, o satélites, o cometas, o asteroides. Al averiguar, ayudados por las sondas espaciales y nuevas generaciones de telescopios, que muchos cuerpos comienzan su *vida* como cometas y la terminan como asteroides, que algunos asteroides se convierten en satélites, o que Plutón es nada más que el representante más próximo de un gru-

po de 20.000 a 40.000 pequeños planetas similares a él, ... muchos consideran que éste es un buen momento para empezar de nuevo a inventariar (e incluso a comprender) el Sistema Solar.

¿Con qué utilidad, pensando en nuestro sistema educativo? La mayoría de las zonas geológicas de los programas de Secundaria comienzan con un tema sobre el Sistema Solar. Sin necesidad (o, a veces, con ella) de meterse en honduras, creo que una sana desmitificación del muy mitificado concepto de planeta daría frescura al tema; y en algunos casos (en la Geología del Curso de Orientación Universitaria por ejemplo; o al introducir el concepto de sistema en la materia Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente) permitiría una sana reflexión sobre el pernicioso vicio de clasificar que ha penetrado toda la Ciencia moderna.

## LOS CUERPOS MENORES CLÁSICOS

Hay cuatro zonas en el Sistema Solar donde podría ser teóricamente estable una población de cuerpos menores (Fig. 1):

- A) Entre el Sol y la órbita de Mercurio.
- B) Entre las órbitas de Marte y Júpiter.
- C) En puntos lagrangianos (equidistantes del Sol y el planeta) de la órbita de Júpiter.
- D) Más allá de la órbita de Plutón.

Por motivos desconocidos, no ha habido ninguna población de cuerpos menores que ocupe el

(\*). Dep. de Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. 28040 Madrid

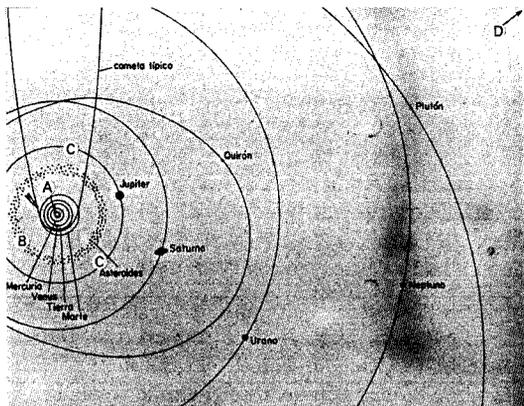


Fig. 1. Esquema del Sistema Solar, con los lugares donde se pudieron acumular poblaciones de cuerpos menores. Las letras se explican en el texto.

primero de estos nichos ecológicos. Llamamos Cinturón Principal o Cinturón de Asteroides a la población de cuerpos (al menos 1 millón de más de 1 km, aunque sólo unos 18.000 de ellos están catalogados) entre Marte y Júpiter; y asteroides troyanos a los que ocupan zonas de la órbita de este último planeta. Los cuerpos del cuarto grupo son los cometas, que residen en las afueras del Sistema Solar, a más de 10.000 unidades astronómicas (distancia Tierra-Sol) de distancia, se cree

que formando un halo esferoidal conocido como Nube de Oort (Fig. 2). Algunos cometas salen de la Nube de Oort en órbitas muy excéntricas, que cruzan las de los planetas tanto exteriores como interiores.

### LOS NUEVOS CUERPOS MENORES

A finales de los años 70 comenzaron a localizarse cuerpos menores entre las órbitas de los planetas gigantes. El primero de ellos fue Quirón (llamado así por el centauro cirujano de la mitología griega), descubierto en 1977 y clasificado como un asteroide (el número 2060) de órbita atípica que cruza la de Saturno (ver la figura 1). Pero en 1989, la luminosidad de Quirón se duplicó repentinamente, como sucede en los cometas cuando se acercan al Sol. Esta *erupción* le dotó de una *coma* o atmósfera dinámica similar a la de los cometas. Sin embargo Quirón, con 200 km de diámetro es mucho mayor que un cometa (el diámetro del Halley es de unos 10 km); y su órbita calculada, en el plano de la eclíptica, es inestable, lo que significa que la ha adquirido hace menos de 1 millón de años. ¿De dónde viene? El afelio (punto más lejano de su órbita) se sitúa a unas 19 unidades astronómicas, mientras que Plutón está a unas 39.

Desde 1992 se ha localizado una veintena de cuerpos con órbitas semejantes a la de Quirón;



Fig. 2. La nube de Oort, bautizada así en honor de Jan Oort, el astrónomo holandés que la imaginó, en 1950. En Brandt (1990).

con ellos se ha confirmado la sospecha de los científicos de que los cometas de período corto (menos de 200 años) que son la mayoría de los que conocemos, y suman un 20% del total, no provienen de una nube esférica y lejana sino de un disco próximo, al que han llamado Disco de Kuiper. Lo más interesante de Quirón no son, sin embargo, sus cualidades de cometa, sino su parecido en tamaño y en color con Febe, un satélite de Saturno, y en dinámica con Tritón, el mayor satélite de Neptuno, que presenta géiseres activos quizá semejantes a los que han provocado las erupciones de Quirón. Además, Febe y Tritón circulan en sus órbitas al revés que los satélites normales, por lo que se supone que ambos son asteroides capturados.

Como a su vez Tritón parece (por su composición y tipo de órbita, aunque no por su tamaño) un pariente próximo de Plutón, podríamos estar a punto de alcanzar una gran conquista conceptual: que no hay diferencias de fondo entre cometas, asteroides lejanos, satélites de los planetas gigantes... y Plutón, uno de los planetas que los escolares aprenden a recitar de carrerilla

Hay que conceder que tras la aparición de Quirón y los otros cuerpos menores lejanos comprendemos mejor el papel de Plutón, el planeta que hasta ahora no encajaba, ya que no se parecía ni a los terrestres ni a los gigantes. ¿Deberemos seguir llamándole planeta? En caso afirmativo, ¿por qué no llamar también planetas a Quirón y los otros miembros del Disco de Kuiper? Una solución sería volver a la situación anterior a 1930 (4 planetas terrestres y otros 4 gigantes) cuando la paciencia de Clyde Tombaugh detectó a Plutón sin saber que sólo era la avanzadilla de un ejército de planetoides. La otra, más lógica, sería formar una clase única de objetos con órbitas heliocéntricas que abarcase planetas, asteroides y cometas con órbitas en la eclíptica.

Pero, al menos, los asteroides del Cinturón Principal, ¿son una categoría diferente de cuerpos? No está tan claro: alrededor de un 75% de ellos parece formado por un material muy oscuro, similar al de los meteoritos llamados condritas carbonáceas, integrados por compuestos de carbono y ricos en agua y otros volátiles: probablemente no muy distintos en composición al Halley. Entonces, ¿son iguales todos los cuerpos menores del Sistema Solar? Para contestar a esta pregunta deberemos reconstruir el origen de los materiales que forman todo el sistema.

## LOS CUERPOS MENORES COMO PLANETESIMALES

El Sistema Solar primordial estaba atestado de pequeños cuerpos (*planetesimales*) de pocos kilómetros de diámetro. En su zona interior, y a causa de la alta temperatura, sólo se condensaron minerales y aleaciones como hierro-níquel y silicatos. Los planetesimales de esta composición serían la materia prima de los planetas terrestres y de los

asteroides de la parte interior del Cinturón Principal (hasta unas 2,5 unidades astronómicas).

A mayores distancias, la nebulosa solar estaba más fría y se pudieron condensar minerales de baja temperatura: agua y compuestos de carbono. Ésta fue la principal materia prima de los satélites y asteroides exteriores, y de los cometas. Los compuestos de carbono tienen colores oscuros (de negro a rojizo) lo que explica el color oscuro de muchos satélites y núcleos de cometas.

Esta ordenación geoquímica fue luego alterada en parte ya que, si no se reúnen para formar planetas, los planetesimales son fácilmente desplazados de sus órbitas iniciales por la atracción de los planetas gigantes. Cuando un cometa o un asteroide (o un meteoroides, o sea un asteroide menor de 10 m) se precipita sobre un planeta como la Tierra, puede sufrir varias suertes, que dependerán sobre todo de su tamaño:

- A) Si es menor de 1 cm, la fricción con la atmósfera lo vaporizará en un fognazo: son los *meteoros* o estrellas fugaces, la mayoría de las cuales son producidas por residuos de la cola de un cometa (las Táuridas son restos del cometa Encke, al cual Wasson (1985) atribuye también el famoso impacto de Tunguska y las famosas Perséidas de Agosto son residuos del cometa Swift-Tuttle).
- B) Si son mayores de 1 km, la atmósfera no puede frenarlos y se produce un impacto a gran velocidad, con vaporización del cuerpo impactante, formación de un cráter y una aureola de residuos, y posibles efectos climáticos y biológicos.
- C) Para diámetros intermedios, el cuerpo se frena y se fragmenta (más fácilmente si es rocoso que si es metálico, ya que el metal es más resistente), produciéndose una lluvia de fragmentos que llamamos *meteoritos*, pero sin formación de cráter.

Aunque en los libros seguimos leyendo que los meteoritos proceden del Cinturón de Asteroides, ésta es una verdad a medias. Lo más probable es que la mayoría de los meteoritos provengan de los asteroides de los grupos Amor y Apolo, que cruzan las órbitas de Marte y la Tierra, respectivamente (Fig. 3). ¿De dónde vienen a su vez estos asteroides que se acercan a la Tierra? La mayoría (quizá un 80%) sí debe proceder del Cinturón Principal, donde tienen su afelio; pero otros (por ejemplo, tres de los Apolo que viajan a alta velocidad) podrían ser cometas, probablemente procedentes del Disco de Kuiper. Otro indicio de que algunos de los Apolo son antiguos cometas es que uno de ellos (3.200 Faetón) está asociado con la lluvia de meteoros de las Gemínidas.

Por otra parte, cada vez son más los científicos que dudan de que los meteoritos sean una muestra *representativa* del Cinturón. Como ya se dijo, la luz que reflejan las 3/4 partes de los aste-

