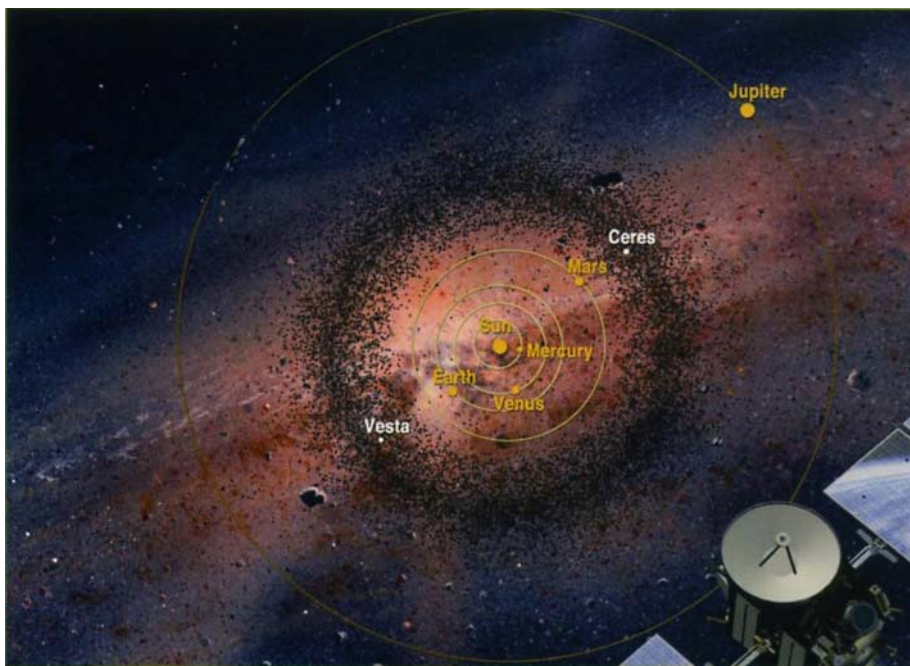


El complejo cinturón de asteroides



DESCUBRIMIENTOS RECIENTES REVELAN A LOS ASTEROIDES COMO OBJETOS COMPLEJOS, CUYA DINÁMICA PUEDE INFLUIR EN LA HISTORIA GEOLÓGICA DE LA TIERRA Y LA LUNA
Por Silbia López de Lacalle
(IAA-CSIC)

Concepción artística del Sistema Solar. El cinturón de asteroides se halla entre Marte y Júpiter. Fuente: NASA

EL DE LOS ASTEROIDES ES UN MUNDO EXTRAORDINARIO, donde términos como “relaciones genéticas” conviven con “autopistas dinámicas” y en cuyo estudio se emplean técnicas que compiten con las de Sherlock Holmes. Pero, antes de entrar en detalle, refresquemos un poco la memoria: los asteroides son cuerpos pequeños y rocosos que giran alrededor del Sol, carecen de atmósfera y cuyo tamaño oscila entre los más de 500 kilómetros de Vesta hasta los pocos centímetros (aunque los de reducido tamaño se conocen también como meteoroides). La mayoría de estos objetos reside entre Marte y Júpiter, en una región denominada cinturón de asteroides. En 1944 el astrofísico ruso Otto Schmidt postuló una teoría que afirmaba que la fuerza gravitatoria de Júpiter evitó la formación de un planeta entre su órbita y la de Marte, proceso que originó dicho cinturón. Así, actualmente se piensa que los asteroides son los bloques o “ladrillos” a partir de los que se forman los planetas. Pero muchos de estos bloques no se conservan enteros: en 1918 el astrónomo japonés Hirayama planteó la existencia de familias de asteroides, formadas a partir de la ruptura catastrófica de un asteroide padre debido a una colisión. En la actualidad hay entre 20 y 30 familias identificadas, entre las que destacan la de Eos, con 3287 miembros, Temis (1605), Koronis (2293), Baptistina (543) y Vesta (4547).

Visto lo anterior, una mente fría sugeriría “vale, son piedras”. Si, pero piedras que quitan el sueño a más de un astrónomo por la valiosa información que encierran, tanto sobre las condiciones de la nebulosa a partir de la que se formó nuestro Sistema Solar como sobre la formación de los planetas rocosos (el nuestro entre ellos); también sobre los procesos de colisión a gran escala, de transporte de material desde el cinturón de asteroides hasta las órbitas cercanas a la Tierra (los

famosos NEOs), o incluso sobre la desaparición de los dinosaurios. ¿Ven? Un mundo fascinante.

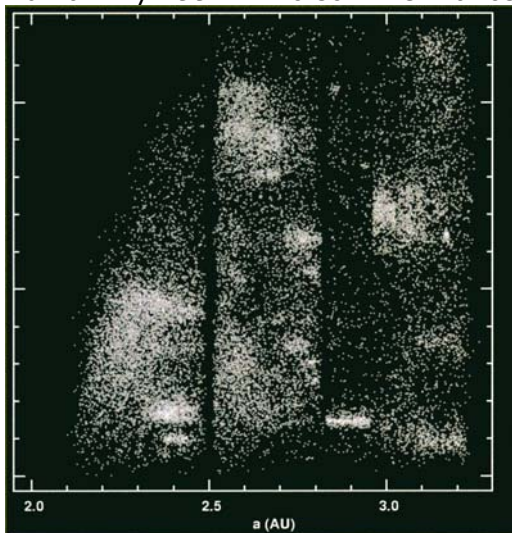
El misterio del basalto

René Duffard, astrónomo del Instituto de Astrofísica de Andalucía, ha presentado recientemente un estudio que revela la existencia, en la región externa del cinturón de asteroides, de dos extraños ejemplares, "(7472) Kumakiri" y "(10537) 1991 RY16", que contienen basalto. El basalto es un material típico de regiones inundadas por lava y, hasta hace pocos años, todos los asteroides basálticos eran relacionados con Vesta, el único objeto del cinturón de asteroides que presenta vestigios de actividad volcánica –en términos científicos, Vesta es el único asteroide "diferenciado"-. La diferenciación constituye un proceso típico de los planetas rocosos (Mercurio, Venus, Tierra y Marte), algunos satélites y un único asteroide conocido (Vesta), que, en sus primeras etapas, tuvieron el calor interno suficiente como para que su interior se fundiera y los elementos más pesados (como el hierro) descendieran hasta el núcleo, en tanto que los más ligeros ascendían hacia la superficie. De este modo se generó una estructura típica compuesta por núcleo, manto y corteza, ésta última aderezada con regiones cubiertas de basalto debido a las erupciones volcánicas.

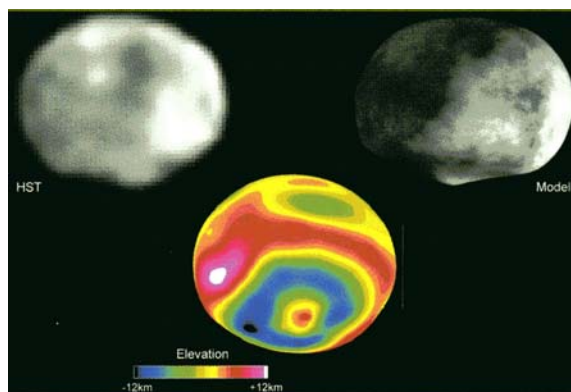
Así que, ante el reciente hallazgo, la incógnita es la siguiente: dado su tamaño, Kumakiri y 1991 RY16 deben ser "hijos" de un asteroide mayor de tipo volcánico, pero se encuentran demasiado lejos de Vesta, el único candidato posible. De modo que tenemos dos pedacitos de lo que fue un asteroide de gran tamaño y del que no tenemos ningún otro indicio: más aún, ni siquiera se conoce con seguridad si Kumakiri y 1991 RY16 son "hermanos".



Este meteorito constituye una muestra de la corteza del asteroide Vesta, el cuarto cuerpo del Sistema Solar del que se conservan muestras de laboratorio (después de la Tierra, la Luna y Marte). Fuente: R. Kempton (New England Meteoritical Services)



AGUJEROS EN EL CINTURÓN. Los puntos señalan la distribución de 33.000 asteroides (el eje horizontal indica la distancia al Sol y el vertical la inclinación de las órbitas). Se observan claramente los agujeros de Kirkwood: las órbitas donde la fuerza gravitatoria de Júpiter expulsaría a cualquier objeto.



EL ASTEROIDE VOLCÁNICO. Vesta fotografiada por el telescopio espacial Hubble (izq.), en un modelo realizado por ordenador (drch.) y en un diagrama de elevación donde se observa la profundidad del cráter en el polo sur. Fuente: HST.

Pero lo más preocupante es que constituyen ejemplos casi únicos, y no debería ser así. René Duffard aclara por qué: "Los planetas terrestres debieron formarse a partir de pequeños asteroides ya diferenciados, o si no el tiempo en el que se formaron no habría sido suficiente para que se crearan tal y como los conocemos ahora". Es decir, si los cuatro planetas rocosos se crearon a partir de planetesimales con calor interno, este tipo de objetos debería ser muy abundante hoy día, algo que no ocurre: además de Vesta y sus 4547 "hijos", solo se han hallado algunos ejemplares sueltos que contienen basalto y cuyo progenitor se desconoce. Duffard señala otro punto importante: "no se conoce una 'familia diferenciada', fruto de una colisión de un cuerpo padre diferenciado: es decir, miembros de una misma familia cuyos fragmentos estén relacionados a una corteza, a un manto y a un núcleo. Todas las familias son fragmentos de cuerpos homogéneos, y de ahí la importancia de encontrar material basáltico fuera del territorio de la familia de Vesta". La carencia de este tipo de objetos ha llegado incluso a nuestro planeta en forma de meteoritos: en 1990 comenzaron las campañas en la Antártica y en el Sáhara –donde los meteoritos se encuentran con más facilidad gracias al contraste con la nieve y la arena–, y desde entonces el número de hallazgos aumentó considerablemente. Los científicos comprobaron que todos los meteoritos de la muestra provenían de de 135 posibles progenitores, de los que 27 eran cuerpos que apenas habían sufrido cambios debidos al calor interno. En cambio, los 108 restantes mostraban evidencias de cambios importantes en su estructura interna e incluso de diferenciación: así, los astrónomos tienen en su poder diversos fragmentos de la corteza e incluso del núcleo de asteroides que se fragmentaron y de cuya existencia solo queda una roca que, casualmente, cayó a nuestro planeta.

DE CAMINO AL CINTURÓN. En septiembre de 2007 la misión DAWN (NASA) comenzó su viaje de 5.000 millones de kilómetros hasta el corazón del cinturón de asteroides, donde visitará Vesta y Ceres, este último ascendido de asteroide a planeta en 2006. Se trata de los habitantes más masivos del cinturón de asteroides que, a pesar de hallarse relativamente cerca, muestran diferencias irreconciliables: Vesta es un cuerpo rocoso con geología similar a la de los planetas de tipo terrestre mientras que Ceres (con casi 1000 kilómetros de diámetro) es de tipo helado y puede que contenga agua líquida en su interior.



Los escombros de Vesta

Con forma esferoidal y un diámetro de 525 kilómetros, se trata de uno de los asteroides de mayor tamaño que, además, posee una estructura geológica similar a la de la Tierra o Marte. Se trata de un objeto que ha permanecido prácticamente intacto desde la época en que se formaron los planetas, salvo por los impactos de meteorito. Uno de ellos dejó una importante huella en el polo sur: un cráter de 460 kilómetros de diámetro y 13 kilómetros de profundidad (en nuestro planeta, un cráter de estas dimensiones podría albergar al Océano Pacífico) que fracturó la corteza y dejó al descubierto el manto, lo que proporciona a los científicos la posibilidad única de observar un objeto celeste bajo la corteza –por ejemplo, en el caso de la Tierra, un atisbo al manto supondría excavar más allá de los 100 kilómetros de espesor de la corteza, cuando el pozo más profundo excavado por el hombre solo alcanza doce kilómetros. Pero la enorme colisión también expulsó al

EL CINTURÓN DE ASTEROIDES

espacio un 1% de la masa total de Vesta, lo que supone alrededor de 800 millones de metros cúbicos de roca en forma de escombros de diversos tamaños que comenzaron su viaje a través del Sistema Solar (los astrónomos creen que alrededor del 5% de los meteoritos que aterrizan en nuestro planeta son el resultado de este choque, acaecido hace unos 1.000 millones de años). Algunos establecieron su órbita cerca de su progenitor formando la numerosa familia de Vesta, mientras que otros más valientes tomaron la "vía rápida": aunque el cinturón de asteroides constituye un lugar densamente poblado, existen órbitas que ninguno se atreve a habitar, como la órbita situada a 2,5 Unidades Astronómicas del Sol); cualquier cuerpo ahí situado entraría en resonancia orbital con Júpiter, ya que daría tres vueltas en torno al Sol en el tiempo que Júpiter da solo una (frecuencia 3:1). Este fenómeno se produce también a 2,8 UAs (resonancia 5:2) o a 2,95 UAs (resonancia 7:3), en todos ellos con consecuencias similares: el objeto será a una órbita lejana por la fuerza gravitatoria de Júpiter; por ello estas órbitas, conocidas como "agujeros de Kirkwood", se hallan vacías en los diagramas de distribución de asteroides (ver imagen). En el caso de los fragmentos de Vesta, el punto peligroso corresponde al agujero de Kirkwood 3:1, una "autopista dinámica" que ha conducido a algunos de ellos a órbitas cercanas a la de nuestro planeta. Más aún, parte de estos viajeros han sufrido impactos posteriores que desgajaron pedazos más pequeños que, finalmente, impactaron en la Tierra.

Si Vesta tiene basalto o material volcánico en su superficie ¿quiere eso decir que hay volcanes en un asteroide?. Pues sí: Vesta es un asteroide con volcanes, aunque ya inactivos (una idea que resultó difícil de aceptar en la década de 1970). Se ha observado vulcanismo en los planetas terrestres y en algunos satélites naturales como Io, un satélite de Júpiter que permanece activo. La idea de vulcanismo en cuerpos pequeños no es tan nueva: quizás algunos recuerden el cuento de Saint-Exupéry, El Principito, que vivía en el asteroide B612 y que tenía que limpiar las calderas de los volcanes de este asteroide...



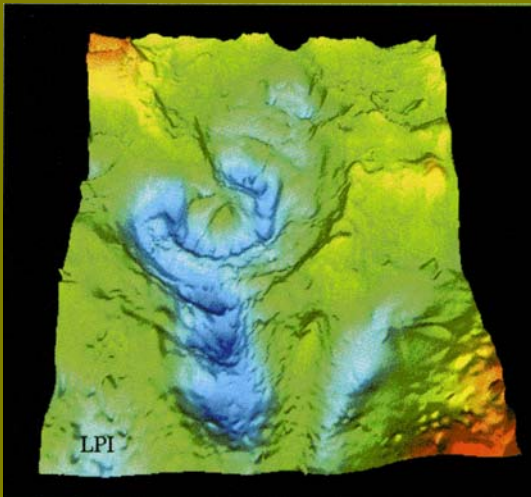
EL EXTERMINADOR DE DINOSAURIOS

En la península del Yucatán (México), bajo cientos de metros de sedimentos, se escode la huella del tremendo impacto de un asteroide: un cráter de unos 180 kilómetros de diámetro que se produjo hace unos 65 millones de años. Se cree que este fenómeno originó un drástico cambio climático y la desaparición de los dinosaurios, y recientemente ha sido perseguido hasta su origen, nada menos que en el cinturón de asteroides.

Un equipo checo-estadounidense ha realizado un estudio, basado en observaciones y simulaciones numéricas, que relaciona el asteroide autor del cráter de Yucatán con la ruptura de Baptistina, su asteroide progenitor, hace unos 160 millones de años. Situado en la región interna del cinturón de asteroides, Baptistina, con un diámetro de unos 170 kilómetros, sufrió una colisión con otro asteroide de unos 60 kilómetros

de diámetro, lo que produjo toda una familia de fragmentos con órbitas similares. Los autores del estudio estiman que, originalmente, esta familia incluía 300 cuerpos con más de 10 kilómetros y 140.000 con más de un kilómetro, algunos de los que tomaron la misma "autopista dinámica" que los fragmentos de Vesta: la fuerza de gravedad de Júpiter lanzó al 20% de los cuerpos mayores a órbitas que se cruzaban con la de la Tierra, y posiblemente un 2% de ellos terminó chocando contra nuestro planeta. Esto debió suponer un considerable aumento del número de impactos tanto en la Tierra como en la Luna hace unos 100 millones de años, y la historia remota parece confirmarlo: los registros muestran que el número de grandes cráteres se multiplicó por dos en un periodo que abarca de los últimos 100 a 150 millones de años.

La composición química de los sedimentos del cráter del Yucatán también apoya el parentesco con Baptistina, y el equipo investigador cree que hay un 90% de probabilidades de que el fragmento autor del cráter procediera de esa numerosa familia (hoy se conocen 543 miembros).



HUELLA ESCONDIDA.

Arriba (izda) mapa tridimensional que muestra una estructura anular en la península de Yucatán, México.
Fuente: NASA

A la drcha, mapa geográfico que representa el tamaño y ubicación del cráter.