



## - Historias de Astronomía

El servicio de Observación fotográfica de asteroides

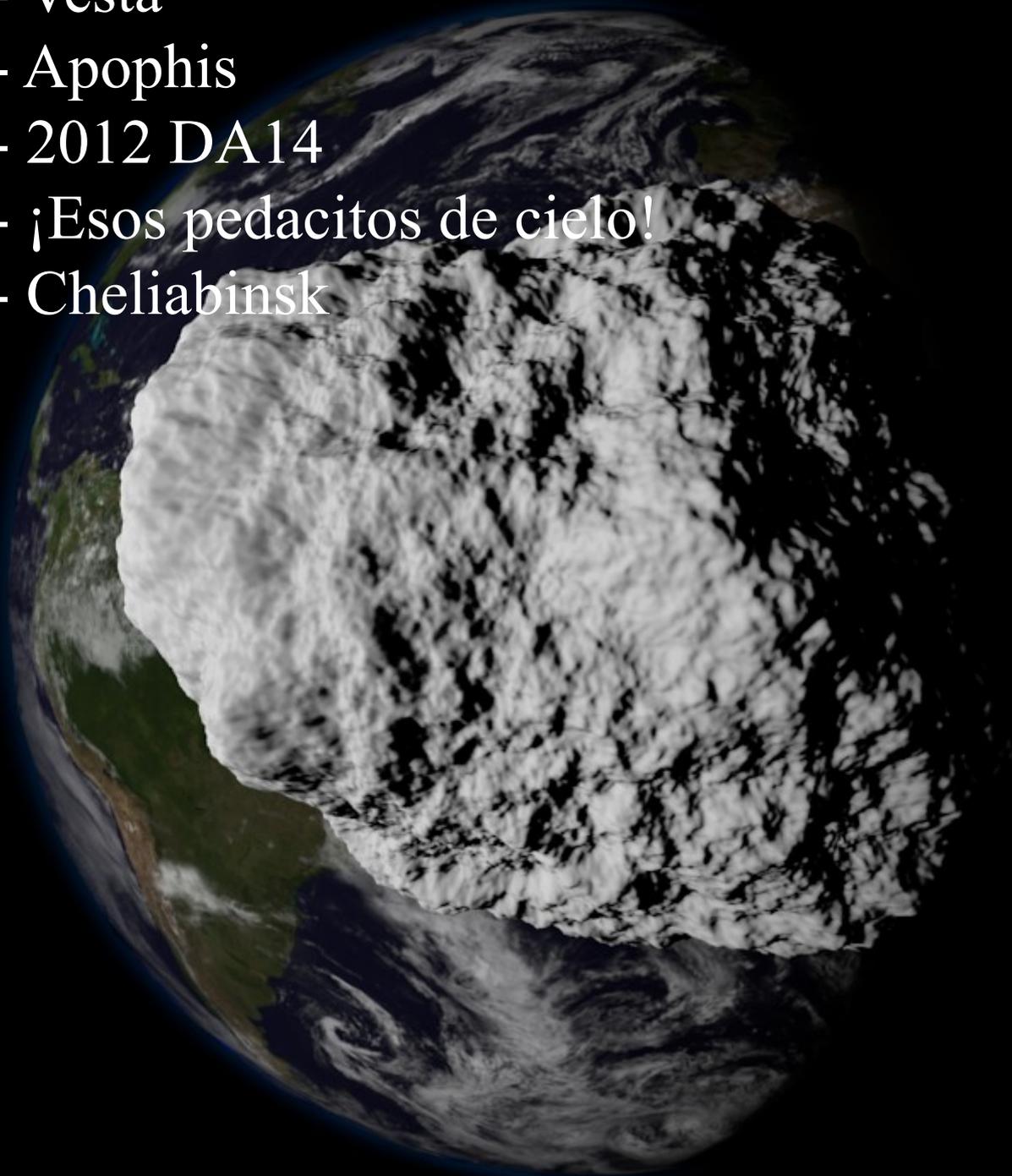
- Vesta

- Apophis

- 2012 DA14

- ¡Esos pedacitos de cielo!

- Cheliabinsk



# Multimedia

El material multimedia complementario de este cuaderno está disponible en:

<http://www.aristarco.org/Audiovisual/Audiovisual.htm>

Encuentro cercano

2012 DA14

2012 DA14 desde Ourense

Toutatis rotación



# Historias de Astronomía

El servicio de observación fotográfica de  
asteroides en el

Observatorio de Madrid

por

Enrique Gastardi

Astrónomo del citado observatorio de la

Real Sociedad Geográfica

(sesión del 22 de Mayo de 1929)

<< El Observatorio de Madrid ha considerado conveniente incluir en el plan de sus trabajos la observación fotográfica de asteroides para prestar su colaboración a las investigaciones que en la mayoría de los Observatorios se realizan acerca del anillo asteroidal, y muy especialmente en la parte de aquellas investigaciones que se aplica a la corrección de efemérides.

Este servicio ha comenzado a funcionar en los primeros días del mes actual, y el astrónomo encargado de aquel, tiene el honor de ofrecer a la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias los resultados de las primeras observaciones, efectuadas a partir del 4 de mayo de este año, y una breve noticia del aparato empleado para la observación, con algunos detalles para sobre la forma en que el servicio se desarrolla y acerca del alcance que actualmente tiene.>>

Con estas palabras se inicia un breve comunicado, solamente cinco páginas llenas de pasión por la Astronomía, acerca del inicio de la observación fotográfica de asteroides en el Observatorio de Madrid. El equipo con el que cuenta en esta fecha el observatorio para estas investigaciones es una cámara astrofotográfica Zeiss con objetivo del tipo Astro-Petzval. Con una abertura de 200 mm y una distancia focal de 1003 mm. Sorprendentemente las características técnicas de la dotación del observatorio son muy semejantes a las de mi propio equipo. Ochenta y cuatro años más tarde, se pueden revivir las experiencias de esa edad dorada. El astrónomo aficionado se convierte en historiador y su telescopio y sus cámaras son su máquina del tiempo. La Astronomía y la Historia caminan de la mano.

<< El método empleado por el astrónomo encargado de la observación fotográfica de asteroides en el Observatorio de Madrid es el mismo que emplea en su Observatorio el Sr. Comas y Solá, tan especializado en esta clase de trabajos.>> Haciendo dos tomas con seguimiento sobre una estrella a la que se le aplica una retrogradación equivalente al movimiento del asteroide.

<< Obtiénese así una placa, en la cual cada estrella está representada por un par de rayitas paralelas, cuyos extremos presentan cierta inclinación, y los asteroides por parejas de puntos cuya inclinación es opuesta a los extremos antes indicados. >>

Experiencias similares vivimos en la actualidad con las técnicas de apilado de imágenes, guiando sobre una estrella o sobre el propio asteroide o cometa. Contamos con una ventaja tecnológica inmensa; nuestras CCD son mucho más rápidas y sensibles. El texto añade:

<< Las placas empleadas son de la marca “Imperial Eclipse” y para revelarlas se emplea con buen éxito “Rodinal”.>>

El relato nos hace recordar que no hace tanto, poco más de veinte años, revelábamos las tomas con productos químicos y en una feliz coincidencia, empleábamos el mismo revelador “Rodinal”.

La Astrometría de asteroides se hace analizando las placas geográficamente, con una cuadrícula al medio milímetro con lo que se obtiene la posición del asteroide relativa a estrellas de referencia con una precisión de 0,2 mm. Para la identificación precisa hay que recurrir a procedimientos matemáticos determinando << la distancia heliocéntrica del objeto que se trata de identificar utilizando el valor del movimiento propio de dicho objeto y el de su distancia angular del Sol, hallándose facilitado el cálculo por modo extremado gracias a un nomograma construido por M. Cox, que da el valor aproximado de la distancia heliocéntrica y de la época de oposición en función de los elementos antes indicados.

La comparación de los valores obtenidos por medio de un sencillo cálculo, para la longitud del nodo ascendente,  $r$  e  $i$  con los de los asteroides que tienen análoga época de oposición, auxiliados en caso necesario por la magnitud del astro que se trata de identificar en su relación con la de aquellos con los cuales pudiera ser identificado, basta para poder concluir si se trata de un objeto celeste nuevo o de uno de los asteroides ya conocidos. >>

Ochenta y cuatro años no han pasado en balde y en la actualidad la tarea es sencillísima. Programas informáticos comparan las estrellas del campo fotografiado con catálogos estelares y utilizan las efemérides actualizadas de los cuerpos menores. Instantáneamente podemos saber que asteroide o cometa se encuentra en la pantalla. Entre todos ellos, uno de los más utilizados es:

Astrométrica  
Herbert Raab  
<http://www.astrometrica.at/>

Los avances tecnológicos de los que disfrutamos nos hacen comprender la grandeza y heroísmo científico que poseían antaño los observadores de la noche.

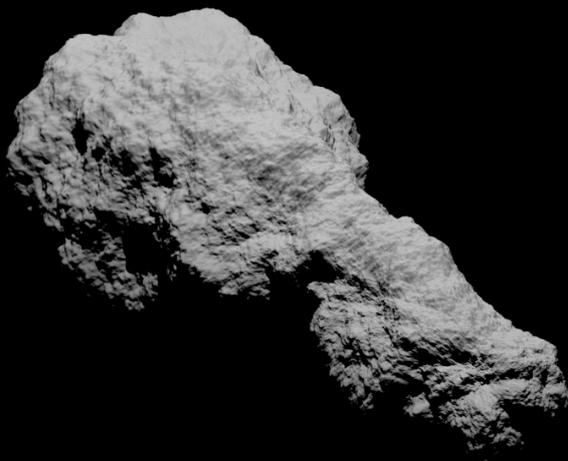
Termina la exposición con la relación de asteroides observada en ese mes de mayo de 1929. 9 Metis, 22 Kalliope, 60 Echo, 103 Hera, 110 Lydia, 121 Hermone, 190 Ismene, 278 Psulina, 443 Photographica y 579 Sidonia. Todos ellos con una magnitud entre 9,5 y 11,7. y añade una petición.

<< Y para terminar queremos hacer constar que en esta clase de trabajos se observa una repetición inútil de observaciones por falta de acuerdos establecidos entre los investigadores de diferentes Centros, por lo cual convendría llevar a la primera asamblea de la U.A.I. Un proyecto de reparto de trabajo, que al evitar las repeticiones indicadas aumentase la eficacia de las observaciones de esos minúsculos cuerpos celestes, en cuyo conjunto se halla quizá la clave de la génesis del sistema solar. >>



*Reconstrucción del método de observación fotográfica de asteroides empleando la técnica de Comas Solá. Se trata de 4179 Toutatis. Las estrellas aparecen representadas por líneas paralelas; en el centro, dos puntos delatan al asteroide al estar realizando el seguimiento de la toma CCD sincronizada con la posición teórica de su órbita. El desfase de la vertical de debe al desplazamiento del astro en el tiempo transcurrido entre las dos tomas.*

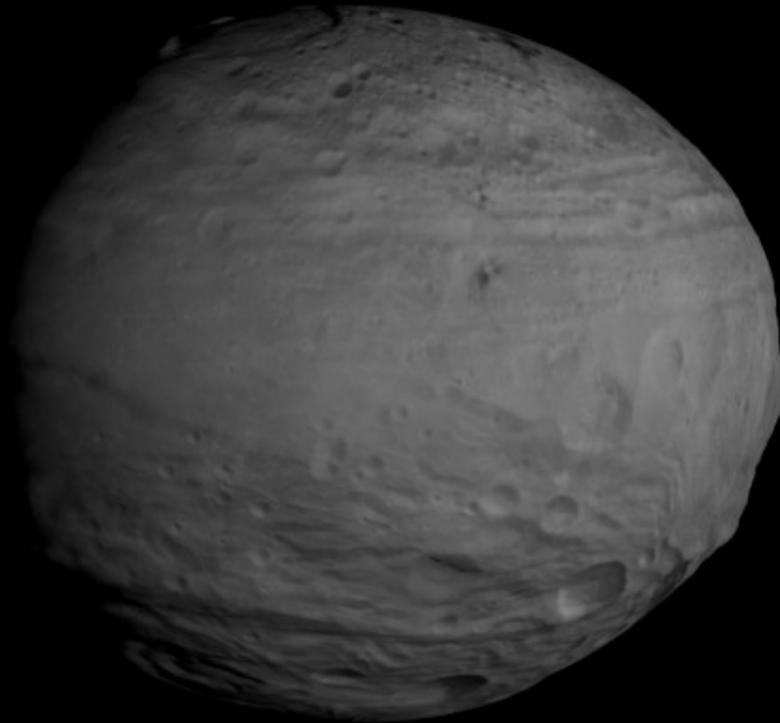
*Fotografías realizadas el día 2 de febrero de 2013.*



Asteroide 4179 Toutatis

*Concepción artística inspirada en las imágenes del Radar del Sistema Solar de Goldstone los días 12 y 13 de diciembre de 2012*

# Vesta



El asteroide Vesta ha sido visitado recientemente por la sonda Dawn (Amanecer). El nombre de la nave no se escogió al azar, fue una acertada denominación, ya que el objetivo era estudiar nuestros orígenes planetarios; nuestros particulares pilares de la creación. Acabados los sobrevuelos, se dirige en la actualidad al planeta enano Ceres.

¿Por qué Vesta?. Quizás porque ya sabíamos mucho de este asteroide. Sabíamos que no era redondo gracias a las observaciones del Hubble. Sabíamos que había sufrido un gran impacto, o una deformación endógena, en el polo sur, y sabíamos que su espectro coincidía con la de una clase especial de meteoritos que son básicamente basaltos; esto es, había sufrido algún tipo de fusión. Esto significa que en algún momento de su historia estuvo totalmente fundido y los elementos pesados se concentraron en el fondo mientras que los más ligeros flotaron en el magma, originando una corteza, un manto y un núcleo como en los planetas rocosos.

Una de las cosas que no sabíamos es por qué un astro tan pequeño se pudo fundir. En los planetas, el calor de sus abundantes elementos radiactivos es suficiente para mantener su interior en estado líquido gracias al poder aislante de tanta materia, pero un cuerpo pequeño pierde el calor muy rápidamente, no hay tiempo para que se diferencie. ¿Por qué Vesta si lo está?. Un posible candidato es el aluminio. Su isótopo  $^{26}\text{Al}$  es muy energético y calienta muy rápidamente. Otra

posible causa es la inducción electromagnética solar en las etapas iniciales del Sol (fase T-Tauri), con variaciones importantes de flujo que ocasionaban fricción en los materiales magnéticos, y por tanto, calor. Es un fenómeno idéntico al de las placas de inducción de nuestras cocinas, en las que el aprovechamiento energético de un campo magnético oscilante, es muy eficiente para calentar el recipiente con propiedades magnéticas.

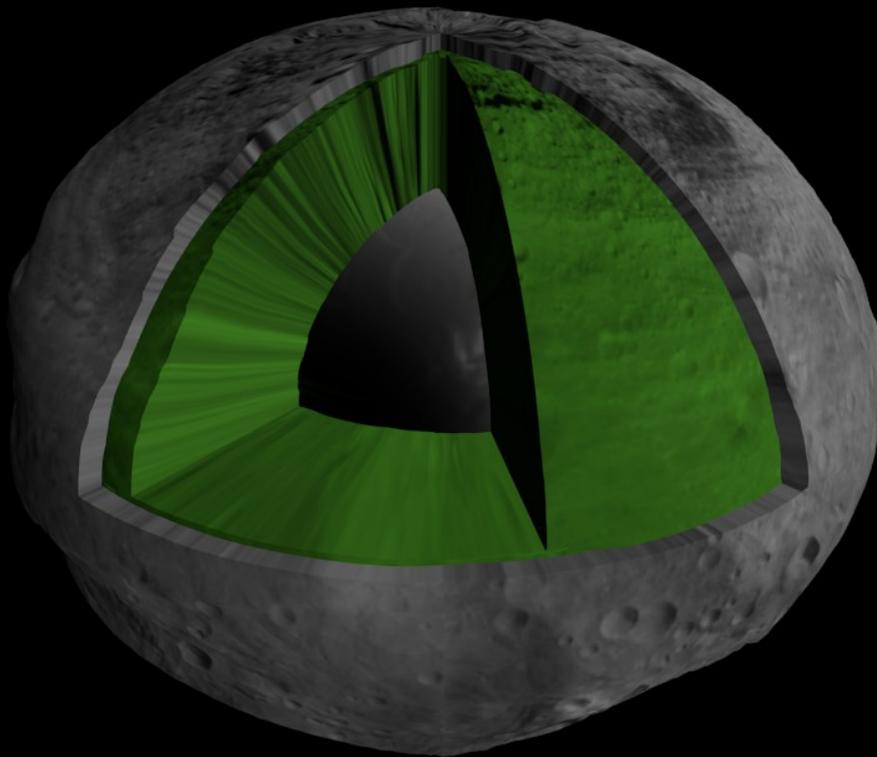
Una tercera hipótesis muy sugerente es el calentamiento por impacto. Es obvio que un choque produce un calentamiento superficial muy intenso, pero también está claro que es incapaz de fundir un asteroide, ya que en el mejor de los casos la energía se emplearía en desmenuzarlo. Sin embargo, la sonda NEAR – Shoemaker que sobrevoló Mathilde mientras se dirigía a Eros, cosechó un dato muy valioso; la densidad de esta roca era bajísima, con una porosidad del 50 por ciento. Esto significa que un impacto puede llegar a penetrar profundamente en un asteroide, su energía cinética se transforma eficientemente en calor en el núcleo, y los escombros contribuyen a aislar una cavidad prácticamente cilíndrica.

La sonda Dawn ha cartografiado el asteroide. Visiones detalladas de la posible cuenca del impacto en el polo sur. Una geografía atormentada por una gran colisión con el evocador nombre de Rheasilvia, con su montaña central semejante a la de los cráteres lunares. En sus sobrevuelos también midió las temperaturas de la superficie. En el ecuador son demasiado altas para que pueda existir hielo; paradójicamente, el hidrógeno se concentra en esta zona, posiblemente en forma de hidroxilo en las rocas. En el resto del astro, las temperaturas son lo suficientemente bajas, el hielo se puede mantener estable.

Los datos obtenidos por los instrumentos de Dawn son coherentes con la idea de que los meteoritos HED (Howarditas, Eucritas y Diogenitas) recuperados provienen de este asteroide. Las Howarditas son brechas de eucritas y diogenitas revueltas y compactadas por un impacto. Las eucritas son lavas cristalizadas semejantes al basalto, y las diogenitas son rocas formadas en las profundidades del asteroide, semejantes a las que se encuentran en el interior de la corteza terrestre, con piroxeno y trazas de olivino. El 3 de mayo de 1925 un meteorito cayó en Vilarelho da Raia, a escasos metros de la frontera con Ourense, se trataba de una howardita, y el último meteorito recuperado en España en Puerto Lápice (Ciudad Real) el 10 de mayo de 2007, es una eucrita.

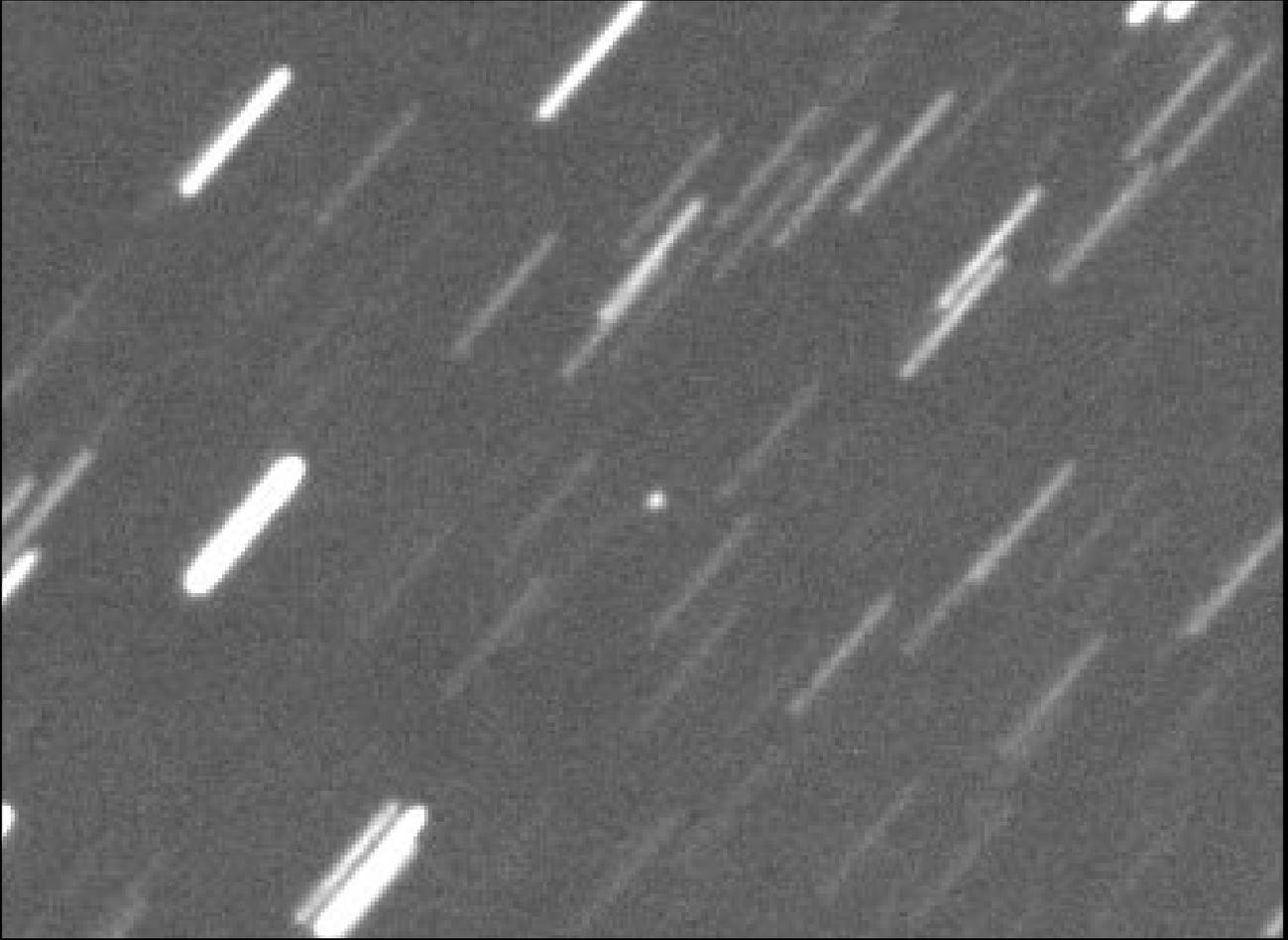
Estamos en una época dorada en la exploración del Sistema Solar, las sondas pueden llegar hasta esos minúsculos puntos que vemos desplazarse en las pantallas de nuestro ordenador y al mismo tiempo que descubrimos misterios apasionantes comprendemos algo más nuestro propio mundo. No en vano; al fin y al cabo, Vesta es la diosa del hogar.





*Roca rica en olivino (Dunita) semejante en su composición al probable interior del asteroide*

# 99942 Apophis

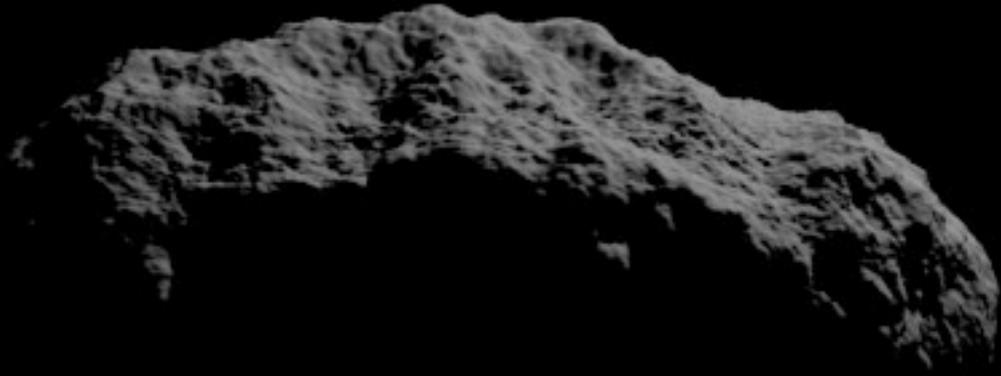


99942 Apophis es un NEO (Near Earth Object) de tipo Aton (su afelio es mayor que el perihelio terrestre). Existe; por tanto, la posibilidad de que impacte con nuestro planeta. Los primeros cálculos tras su descubrimiento indicaban que había riesgo de que esto sucediera en 2029. El estudio de asteroide por el Observatorio Espacial Herschel de la Agencia Espacial Europea indica que Apophis tiene un tamaño de 325 metros. Si impactara originaría un cráter de 6 kilómetros. La frecuencia de que un evento como este suceda es de 1 cada 45000 años..

Los datos de los observatorios Magdalena Ridge y Pan-STARR y del Radar del Sistema Solar de Goldstone, obtenidos tras su encuentro cercano con la Tierra el 9 de enero, descartan su impacto el 13 de abril 2029. Los nuevos cálculos indican que pasará a 31.300 Km con una remota posibilidad de colisión (1 entre un millón) en 2036.

*Fotografía realizada el 8 de febrero de 2013*

# 2012 DA14



*Recreación basada en las observaciones obtenidas por el Radar del Sistema Solar de Goldstone la noche del 15 al 16 de febrero de 2013*

2012 DA14 es un asteroide de unos 45 metros de diámetro. A las 19:24 UTC del día 15 de febrero de 2013 se acercó a 27.700 kilómetros de la Tierra. Su espectro sugiere que se trata de una condrita carbonácea tipo CO o CV con abundantes inclusiones de calcio y aluminio (CAI).



*Condrita carbonácea*



*Órbita de 2012 DA14 respecto al plano de la eclíptica*



*Primeras imágenes del 2012 DA14.*

La fotografía superior muestra el primer contacto del asteroide, la cámara comenzó a tomar la fotografía a las 22:31:10 (T.U.) A punto de finalizar la toma se registró la entrada del asteroide en el campo.

La imagen inferior se inicia a las 22:31:26 (T.U.) El asteroide es fotografiado ya durante toda la exposición de la toma.

En ambos casos la exposición fue de quince segundos.

# ¡Esos pedacitos de cielo!

<http://apuntesastronomia.blogspot.com.es>  
María Elena Theotonio Arenas



La Tierra, pequeña parte del Universo, a nuestra escala, es algo muy grande, es todo nuestro mundo, todo lo que somos, todo lo que hacemos. De vez en cuando, a veces, cuando miramos al Cielo somos conscientes de formar parte de él, de que nuestra existencia, pasada, presente y futura, tiene mucho que ver con lo que pasa con nuestros compañeros de viaje.

Algunos de estos compañeros son gigantes y muy lejanos, tanto, que es difícil imaginárselos. Las estrellas, las Reinas del Cielo, a no ser nuestro Sol, parecen tener poco que decirnos, están tan lejos en el tiempo y en el espacio! que nos cuesta, pese a su poder, percibir su influencia en nosotros.

Nos hace falta, de cuando en vez, que alguno de los más minúsculos compañeros de viaje nos haga recordar nuestra forma particular de sobrevivir al Cielo. Es bueno que nos paremos y pensemos, que seamos capaces de percibir su fuerza y nuestra vulnerabilidad, y valorar nuestra privilegiada posición en el Universo, la vida en la Tierra se muestra de nuevo como un acontecimiento extraordinario, un superviviente nato, un ser que se ha tenido que reinventar en múltiples ocasiones, que ha tenido que caer y levantarse de nuevo, cada vez con nuevas fuerzas, y nuevas capacidades. No puedo sino pensar en el enorme paralelismo de la vida de la Tierra con una vida humana, en nuestra vida, lo que no nos mata nos hace más fuertes.

Hoy percibo a la Tierra como la grande superviviente, un planeta fantástico que se ha ido amoldando, con éxito, al devenir de los Cielos, y que ha sabido salirse con la suya ¡seguir entera!

También hoy, percibo nuestra pequeñez y nuestra fragilidad. Esta semana, en el mismo día, el viernes 15 de febrero, han tenido lugar dos sucesos protagonizados por dos representantes de los seres más pequeños del Universo. Dos seres que nos ponen en jaque, y que nos demuestran, lo insignificantes que somos, incluso contra nuestro compañero más pequeño, y también que aún tenemos mucho que aprender para seguir existiendo.

El meteorito que cayó ayer en Rusia, encima sin que fuéramos capaces de verlo venir, nos da un toque de atención y nos dice que estamos A MERCED DEL CIELO. ¡Qué cosas!, tan grandes las estrellas y, luego, va, y algo, a penas perceptible en el Cielo, es nuestra mayor amenaza.

Curioso el ser humano, el mismo día por la noche, cuando sabemos, esta vez sí, que va a pasar un asteroide muy próximo a nosotros, demostramos de nuevo nuestra grandeza, siendo capaces, incluso con un telescopio de aficionado, de 20 cm, y desde una ciudad, ver pasar, y grabar en nuestras memorias de silicio, un pedacito de cielo de tan solo unos 45 metros de diámetro y que se mueve a 7km por segundo.

Pedacitos de cielo, si, ellos y nosotros, cariñosa denominación para tan devastadores visitantes que nos recuerdan, a la vez, nuestra grandeza y nuestra fragilidad. En el Universo el tamaño no importa, todos contamos, como debe ser, en el Universo, y en la vida!, a todos nos viene bien recordar esto.

Os dejo una foto del asteroide que sacó Paco anoche, hizo falta, como siempre paciencia y suerte, pero al final entre nubes y niebla, triunfo el tesón y la ilusión del ser humano.



# Cheliábinsk

## 15 de febrero de 2013



*El 15 de febrero, día del encuentro documentado más cercano de un asteroide con la Tierra, la expectación era general. 2012 DA14 pasaría rozando nuestro planeta. Nadie podía siquiera imaginar lo que pasaría unas horas antes.*

Vino desde el Sol. En las batallas la situación es clave de la victoria. Para los pilotos de caza de las dos guerras mundiales el mayor error era dejar que los aviones enemigos iniciaran el ataque ocultos en el resplandor de la estrella. Serían derribados incluso antes de responder a la agresión.

No hubo alarma previa. La roca de 18 metros atravesó el cielo dejando una columna de humo y vapor. A 18 kilómetros por segundo al gas de la atmósfera no le da tiempo a apartarse. Se ioniza y se acumula formando un muro impenetrable con el cual choca el asteroide. La energía cinética se libera y 90.000 toneladas de poder explosivo lo pulverizan a 23 kilómetros de altura. Dos minutos más tarde la onda de choque llega a la ciudad.

El evento de Cheliábinsk es la mayor caída de meteorito registrada desde el día 30 de junio de 1908 en Tunguska. En aquella ocasión los daños fueron mucho más graves dado que el tamaño del asteroide era de 55 metros. En la zona del impacto el bosque fue calcinado por una ola de calor y los árboles abatidos. Afortunadamente cayó en una zona escasamente poblada. Los numerosos testimonios gráficos de esta última caída con cristales rotos, pequeños temblores y explosiones, también se registraron en 1908, sin embargo, las ciudades no estaban prácticamente debajo de la explosión, se encontraban a 400 kilómetros de distancia.

Estadísticamente, fenómenos como el de Cheliábinsk ocurren cada 100 años, un evento como el de Tunguska cada 1900 años. La probabilidad de que tenga lugar un encuentro cercano de un asteroide y la caída de otro en un intervalo temporal de horas es muy remota. La conclusión es obvia. Deben de ser parte del mismo fenómeno. Con el tiempo, los análisis de la trayectoria registrados minuciosamente demuestran que son dos astros con órbitas totalmente independientes, también lo corrobora la distinta composición de uno y otro. 2012 DA14 parece ser una condrita carbonácea mientras que el de Cheliábinsk es una condrita ordinaria.

Es poco probable que un asteroide acabe con la humanidad, es cierto que acabó con los dinosaurios hace 65 millones de años y quizás, eventos menos poderosos, podrían alterar ecosistemas regionales que explicarían la extinción de culturas como la de los indios Clovis. Un impacto como el de Chibulub, de un meteorito de 10 km de diámetro ocurre cada 150 millones de años. En teoría, la humanidad habrá evolucionado de una manera insospechada antes de otro fenómeno semejante, pero no debemos confiarnos. El que coincidan en el tiempo acontecimientos improbables como Cheliábinsk y 2012 DA14 nos enseñan que de un casi imposible surge una certeza. El miedo no nos salvará, sólo el conocimiento nos permitirá tomar medidas que eviten la extinción, aunque venga escondida en los velos luminosos de nuestra estrella.



*Condrita ordinaria*

# Bibliografía

El servicio de observación fotográfica de asteroides en el  
Observatorio de Madrid

Comas, J. (193?). El cielo. Novísima Astronomía ilustrada. Casa editorial Segui. Barcelona.

Gastardi, Enrique. (1929). El servicio de observación fográfica de asteroides en el Observatorio de Madrid. Asociación española para el progreso de las ciencias.

Vesta

Anguita, F., y Castilla, G. (2003). Crónicas del Sistema Solar. Equipo Sirius.

Rubin, E.,Alan. (2005). ¿Qué calentó los asteroides?. Investigación y Ciencia. N°346.

Apophis

ESA: Herschel intercepts asteroid

[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Herschel\\_intercepts\\_asteroid\\_Apophis](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Herschel_intercepts_asteroid_Apophis)

2012 DA14

Jet propulsion laboratory: Early Radar Observations of Asteroid 2012DA14

<http://www.jpl.nasa.gov/video/?id=1196#fragment-1>

NASA: Asteroid 2012 DA14 – Earth Flyby Reality Check

<http://www.nasa.gov/topics/solarsystem/features/asteroidflyby.html>

Cheliábinsk 15 de febrero de 2013

French B. M. (1998) Traces of Catastrophe: A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures. LPI Contribution No. 954, Lunar and Planetary Institute, Houston. 120 pp.

Traces of Catastrophe

<http://www.lpi.usra.edu/publications/books/CB-954/CB-954.intro.html>

Near Earth Object Program: Additional Details on the Large Fireball Event over Russia on Feb. 15, 2013

[http://neo.jpl.nasa.gov/news/fireball\\_130301.html](http://neo.jpl.nasa.gov/news/fireball_130301.html)

