



Meteorito Fukang

Imagen: http://www.aryse.org/wp-content/uploads/2013/05/meteorito-Fukang_5.jpg

A la búsqueda de meteoritos

Octavio Alonso Lara Lima

*Un meteorito allá entre las Colinas
yace inmenso; y el musgo lo ha arropado,
y lluvia y viento con certeros roces
aristas de su roca suavizaron.*

C. S. Lewis

Pongamos claro el asunto

Los meteoroides son cuerpos del Sistema Solar con tamaños que van de los 50 metros de diámetro a los 100 micrómetros, ya que un tamaño inferior se considera polvo cósmico; los límites son ambiguos y poco estrictos. Los grandes meteoroides pueden tener su origen en colisiones entre asteroides* y los más pequeños son desechos de cometas.**

Los meteoros, palabra de origen griego que significa cosa que sucede en el cielo, son fenómenos luminosos y acústicos que ocurren cuando un meteoroides entra a la alta atmósfera. La fricción generada por la velocidad a la que entra en la atmósfera, calienta y pulveriza la superficie del meteoroides o al meteoroides por completo, y

produce luz en su trayectoria, que se observa como una estela de humo blanco. Ésta es la razón por la que se conocen como estrellas fugaces; si el brillo es mayor al del planeta Venus, se le denomina bólido. Las velocidades que alcanzan llegan a 60 km/s. Son fenómenos muy llamativos que duran unos cuantos segundos y cuando se trata de meteoroides grandes, van acompañados de una o varias detonaciones y de un estruendo final y prolongado. A lo largo del año hay algunas lluvias de estrellas, como las llamadas Lágrimas de San Lorenzo, que son los restos del cometa Swift Tuttle, que tiene una órbita conocida alrededor del Sol. La observación de las “lluvias de estrellas” es una excelente actividad para disfrutar al aire libre y no conlleva ningún peligro por la caída de fragmentos.



Figura 1. Superior izquierda, asteroide *243 Ida*; Superior derecha, cometa Hyakutake pasando a un décimo de la distancia de la Tierra al Sol en 1996. Los meteoroides provienen de asteroides y cometas. En la parte inferior de la imagen vemos al meteoro de Chelyabinsk en Rusia en el año 2013 en la parte inferior de la imagen. Imágenes: <http://neo.jpl.nasa.gov/images/ida1.jpg>, http://apod.nasa.gov/apod/image/0912/hyakutake_zubnel_big.jpg, <https://wattsupwiththat.files.wordpress.com/2015/01/chelyabinsk-meteor.jpg>.

Material extraterrestre

Los meteoritos son meteoroides que alcanzan y superan el impacto con la superficie terrestre y pueden ser fragmentos de asteroides o cometas, o hasta rocas de la Luna o de Marte. Por superar el choque con la atmósfera siempre presentan una corteza lisa negra debida a la fusión del material exterior causada por el calor del impacto. El tamaño de los meteoritos puede variar de unos cuantos gramos a toneladas, por lo que los cráteres sólo se producen con masas muy grandes. La mayoría de los meteoritos se evapora o explota en la atmósfera arrojando restos más pequeños

posiblemente por diferencias de presión entre la parte anterior y posterior del meteoro y por la diferencia de temperatura entre su núcleo y su superficie, que pueden dejar cráteres muy mínimos o simplemente rebotar. Hasta los años 60 eran las únicas muestras extra-terrestres disponibles, pues hasta 1969 la misión Apollo XI trajo muestras de la Luna.

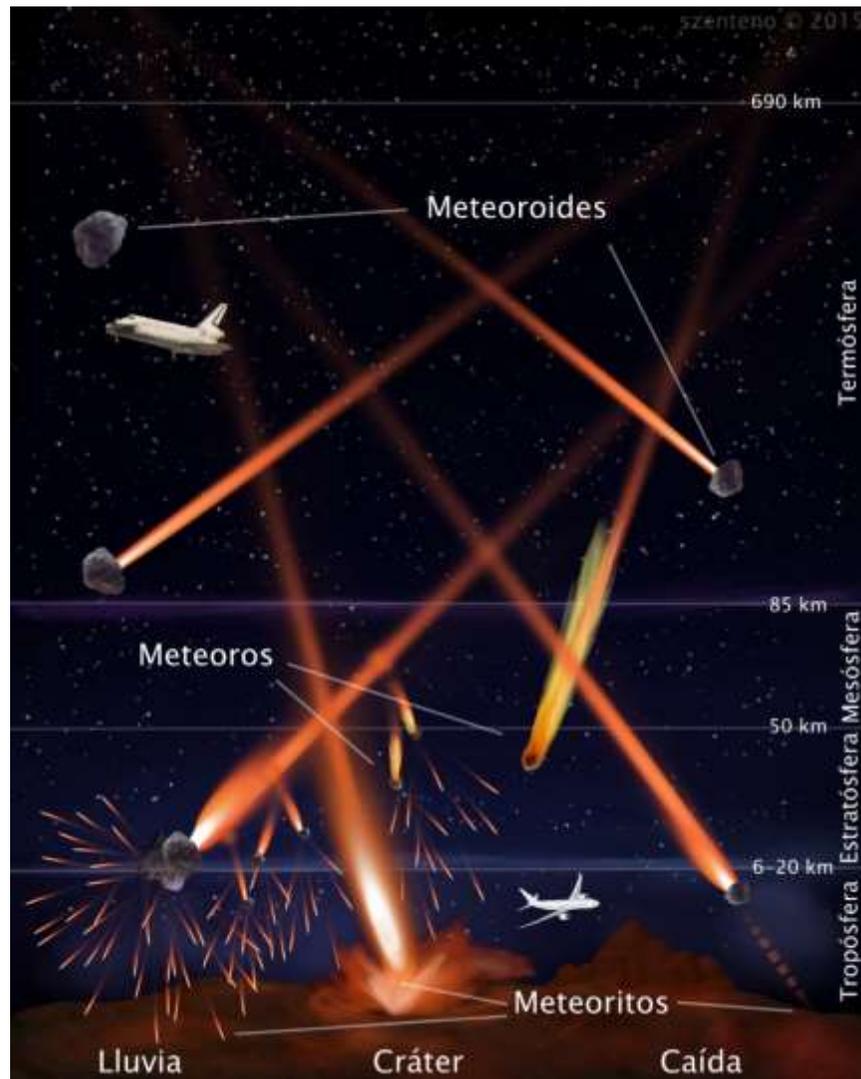


Figura 2. En la imagen se pueden apreciar algunas trayectorias de meteoroides, en la parte superior de la atmósfera algunos se evaporan o destruyen antes de alcanzar capas inferiores de la atmósfera, y otros pueden penetrar más adentro, dar pasó a meteoros y evaporarse. En la parte inferior izquierda otros llegan a estallar dando lugar a fragmentos más pequeños (lluvia de meteoritos); por su tamaño algunos pueden impactar y dejar un cráter (al centro), o tienen una caída simple reduciendo poco a poco su tamaño por la fricción en la atmósfera sin que sucedan impactos fuertes (derecha).

Imagen: A crédito de Silvia Centeno de León

La caída de meteoritos es constante y en cualquier instante en todas partes de la Tierra. Hay reportes de impactos en casas, carros y hasta en personas, pero son muy raros, así que toneladas de material espacial se agregan a nuestro planeta anualmente, pero aproximadamente sólo el 1% es recuperable. Los meteoritos normalmente reciben un nombre que está relacionado con el lugar donde cayeron o se descubren. Por ejemplo, en México cayó en 1969 un meteorito cerca del poblado de Allende, en Chihuahua y recibió este nombre; el famoso meteorito Chicxulub recibió este nombre gracias a la población de origen maya --situada hoy en día en las orillas-- cerca del centro del cráter que dejó este meteorito al impactar la Tierra.

Meteoritos entre manos

Aunque ningún meteorito es igual a otro, aun así es preciso clasificarlos con el fin de facilitar su estudio. A *grosso modo* los científicos los dividen en diferenciados, aquellos que experimentaron pocas transformaciones desde el inicio de su formación y los no diferenciados, que pasaron por diferentes etapas de fusión y solidificación en edades más tardías de la formación del Sistema Solar. Dentro de los primeros se encuentran los condritos, que representan cerca del 80% de meteoritos cuya caída ha sido observada. Su nombre hace referencia a las cantidades variables de cóndrulos o granos, que son cuerpos esféricos o elipsoidales de algunos milímetros de diámetro que serían los primeros objetos en formarse al condensarse la nube molecular que formó el Sistema Solar. A partir de la aglutinación de estas partículas se supone que se formaron otros cuerpos mayores como los planetas, por lo que en general se considera el material más primitivo del Sistema Solar con una edad cercana a 4,500 millones de años. En una subcategoría de los condritos, están los carbonosos, que contienen cantidades considerables de agua y de carbón en forma de compuestos complejos. Éstos resultan ser en general los más interesantes por su antigüedad y variedad de compuestos.



Figura 3. Condrítico carbonoso, caído en Murchison, Australia.

Imagen: <http://www.astrofacil.com/Noticias/Wassonita/images/Murchison.jpg>

Hay tres subclasificaciones de meteoritos diferenciados. Los acondritos –sin cóndrulos– son los más parecidos a las rocas terrestres. Son ricos en sílice, pobres en metales y se considera que preservan las características adquiridas durante la acreción del Sistema Solar.

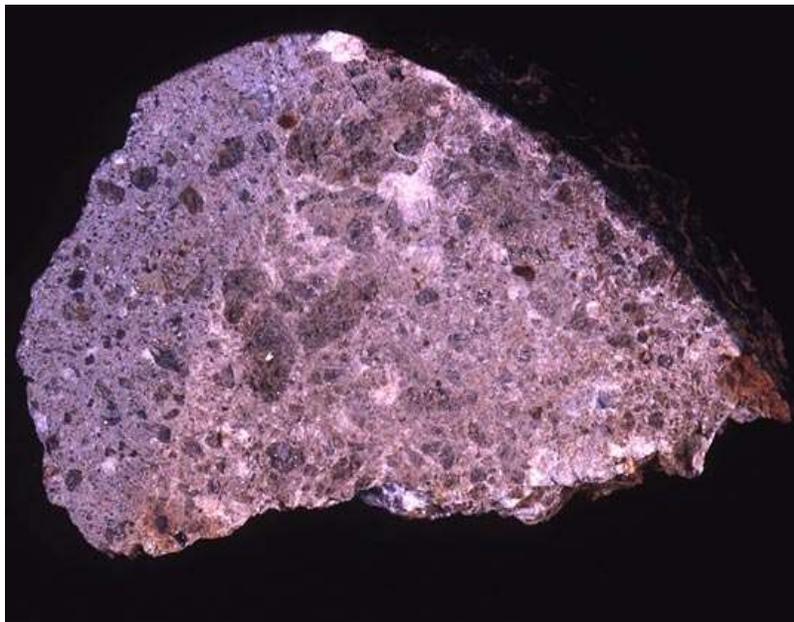


Figura 4. Meteorito acondrito llamado Hughes 004 encontrado en Australia.

Imagen: <http://meteorite.unm.edu/meteorites/meteorite-museum/gallery/gallery-hand-samples/hughes/>

Los meteoritos siderolitos son los más raros y atractivos visualmente, como se puede observar en la fotografía que da entrada a este artículo. Tienen proporciones aproximadamente iguales de metales y silicatos. Hay teorías que apuntan que esto se debe a que son restos de cuerpos planetarios destruidos en los que se mezclaron el núcleo ferroso y el manto, tras eventos violentos que alguna vez sucedieron en nuestro Sistema Solar.

Los meteoritos ferrosos o sideríticos se consideran restos de núcleos de cuerpos planetarios, pues están compuestos principalmente de hierro y en menores concentraciones de níquel y trazas de otros elementos. Por fuera muestran líneas probablemente producidas por los impactos –líneas de Neuman- y al ser cortados presentan líneas o bandas conocidas como de Windmansstätten, que dependen del porcentaje de níquel. El meteorito de mayor masa conocido pertenece a este tipo, es el Hoba localizado en Namibia. Los meteoritos expuestos en la entrada del Palacio de Minería, en la Ciudad de México, son de este tipo, al igual que el Bacubirito, el quinto más grande del mundo y expuesto en el Centro de las Ciencias en Culiacán Sinaloa.



Figura 5. Meteorito ferroso con las líneas características de Widmanstätten.

Imagen: <http://www.arizonaskiesmeteorites.com/Widmanstatten/Henbury-Widmanstatten.jpg>

Fuera de esta clasificación hay otros objetos que se especula que son de origen meteórico, las tectitas. Como su composición química no permite clasificarlas como de origen terrestre se piensa que son productos de los impactos meteóricos, la especulación sobre su origen reside en que el 90% de las tectitas se han localizado en sólo tres regiones del planeta: Filipinas, Australia e Indochina.



Figura 6. Ejemplo de una tectica.

Imagen: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/Tektite_with_bubble_cavity.jpg

Leyendo en los meteoritos

Los meteoritos aportan información acerca de la evolución del universo y algunos fenómenos del Sistema Solar. Ayudan por ejemplo a comprender la formación de los primeros sólidos por medio de los cóndrulos mencionados más arriba, y también la formación de moléculas orgánicas en el espacio, ya que éstas se han encontrado tanto en el meteorito Allende como en el Murchison caído en Australia, y que han dado pie a teorías sobre el posible origen de la vida terrestre, o que incluso postulan que la vida pudo haber llegado desde el espacio, teoría de la panspermia. Los meteoritos también han sido útiles para la búsqueda de nuevos minerales que no se encuentran en la Tierra como la krotita o la wassonita, y han ayudado en las búsquedas de la abundancia y distribución de elementos químicos en las estrellas debido a que muchos de ellos no han sufrido procesos químicos desde su formación. Inclusive hay quienes tienen la idea de que las condiciones en las que se formaron los compuestos de los meteoritos son similares a las que existen en el interior de nuestro planeta. Por último, los meteoritos han ayudado a establecer la edad del mismo Sistema Solar por medio de las proporciones isotópicas entre uranio y plomo o rubidio y estroncio (ver al respecto en *Cienciorama*: “[La tabla periódica de los núcleos](#)”).

Y sobre los mitos ¿Qué decir?

Para buscar un meteorito hay que olvidar lo que hemos visto en películas, series televisivas y cómics. En primer lugar, los meteoritos no son radiactivos por lo que son seguros de manejar, no suelen hacer cráteres, a menos que sean muy grandes lo cual es muy raro para suerte de nuestra especie. No explotan una vez que alcanzan el

suelo, no brillan y no son muy calientes al tacto, aun si acaban de caer, pues su interior seguirá teniendo una temperatura por debajo de 0° C, que es una temperatura espacial. Así que cuando caen no provocan incendios, ni tampoco contiene piedras preciosas o algún tipo de tesoro. Y además no son mágicos y tristemente no pueden cumplir deseos.

Cazando meteoritos

Los meteoritos caen homogéneamente en todo el planeta por lo que se pueden buscar en cualquier lugar, incluso en el jardín de tu casa. Encontrar meteoritos que no han caído recientemente tiene principalmente dos dificultades: la primera es que el paisaje los haga invisibles, si caen por ejemplo en selvas, es muy probable que queden bajo capas de maleza al poco tiempo de haber caído; y la segunda es que los contenidos de metal que tienden a identificarlos no duran por la oxidación y se desintegran con el tiempo. Esto último está también asociado a la humedad, por lo que los desiertos son los mejores lugares para buscar meteoritos que cayeron. También los lugares donde se sabe que cayeron meteoritos son buenos lugares para buscar, porque es probable que donde se encontró uno haya una decena más, ya que seguramente quedaron fragmentos dispersos aunque regularmente más pequeños.



Figura 7. La mayoría de los meteoritos son de un tamaño pequeño, como se puede apreciar; incluso pueden caber en un dedo, pero hay fragmentos aún más pequeños. Crédito de la imagen: Rob Elliot.

Hay una serie de características para reconocer un meteorito; por ejemplo, cuando la caída es muy reciente, la corteza de fusión –de color negro u oscuro- que los cubre se puede desprender don relativa facilidad y si golpean una superficie dura es probable

que se astille o se rompa en varios pedazos por lo que es fácil ver el contraste entre el interior y el exterior.



Figura 8. En esta imagen se puede apreciar claramente el color de la corteza de fusión y el interior del meteorito. Imagen tomada de: http://perso.ya.com/madiedo/sulagiri_cortezafusion.jpg

La oxidación también puede ayudar a identificar los meteoritos, ya que al cabo de cierto tiempo estarán completamente rojos o anaranjados por el óxido, y las rocas cercanas pueden estar manchadas de ese óxido. También pueden ser atraídos por un imán, por lo que la forma más fácil de buscarlos es por medio de un bastón o un palo con un imán potente sujeto en la punta. Algunos meteoritos férricos pueden estar imantados, por lo que es posible buscar líneas de fuerza asociadas a un imán. Otra característica a considerar para identificarlos es que tienen una densidad mayor que cualquier roca terrestre, por lo que al tomarlo con la mano y comparar el peso con otras piedras de tamaños similares del mismo lugar, el meteorito será más pesado. Por lo general tienen formas irregulares y bordes suaves por la fusión, sólo muy pero muy ocasionalmente pueden tener formas redondeadas o cónicas; las piedras con puntas agudas no son meteoritos. Hay que ser observadores del entorno para tratar de diferenciar piedras que contrastan con el resto o identificar zonas donde no se encuentran rocas para facilitar la búsqueda.



Figura 9. Otra forma que ayuda a caracterizarlos es la presencia de regmaglifos, cavidades que se producen por el flujo de aire a altas velocidades.

Imagen: http://perso.ya.com/madiedo/campodelcielo_regmaglifos.jpg

Que no te den piedra por meteorito

Si quieres certificar que realmente tienes un meteorito en las manos, lo último que necesitas es analizar su composición química. Los expertos incluso se pueden equivocar al identificarlos a ojo de buen cubero, algunos expertos cazameteoritos han pagado miles de dólares solamente por piedras. Hay instituciones científicas donde se pueden certificar los meteoritos. En ellas se analiza el campo magnético con un magnetómetro, se realiza la caracterización química de la muestra mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y se mapean los elementos químicos detectados en la muestra; es decir, el lugar donde se encuentran. Se pueden buscar minerales por medio de difracción de rayos X. En caso de ser meteoritos ferrosos, se cortan y se tratan con ácido nítrico en alcohol para buscar las líneas de Windmansstätten. Si el meteorito es interesante una institución documenta su hallazgo y su estudio, y entrega un certificado. Pero, hay que advertir que todo este proceso tiene un costo económico que repercutirá directamente en los bolsillos del buscador amateur de meteoritos.

Con mucha pero mucha suerte podrías encontrar un meteorito como el Fukang –la imagen de entrada-, que está compuesto de cristales translucidos dorados de olivina sobre un panel de níquel y hierro. Este ejemplar fue encontrado por un excursionista que solía sentarse sobre él para descansar, vaya suerte ¿no?

Bibliografía.

1. Gustavo Gebert, “Meteoritos, Impacto posible, incertidumbre profunda”, *¿Cómo Ves?*, No. 51, p. 22; Febrero 2003
2. Rob Ellittott; “Become a Meteorite Hunter”, *OpenLearn*, Agosto de 2004.

3. Michael E. Lipschutz, Ludolf Schultz, *Encyclopedia of the Solar System*, Capítulo 13: “*Meteorites*”, Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C., Noviembre 2006.
4. Marilyn Lindstrom, JoAnne Burch, “*Exploring Meteorite Mysteries*”, Office of Space Science-Office of Human Resources and Education, NASA, 1997.
5. Rufino Lozano-Santa Cruz; “Clasificación de los meteoritos”, *Boletín de Mineralogía*, vol. 5. No. 1, 1992.
6. Raúl Rubinovich-Kogan; “Los meteoritos y glosario de meteórica,” *Boletín de Mineralogía*, vol. 5. No. 1, 1992.

* Los asteroides, palabra de origen griego que significa “parecido a las estrellas”, son objetos menores del Sistema Solar, cuyo rango de tamaños puede variar de los 50 metros hasta los 1000 kilómetros de diámetro. No son objetos con luz propia pero el nombre les fue dado desde el siglo XVII y así se quedó. Los asteroides tienen una composición rocosa o metálica y en su gran mayoría giran alrededor del Sol entre las orbitas de Marte y Júpiter en el llamado Cinturón de asteroides. Algunos de ellos tienen trayectorias que llegan a ser de menos de un Unidad Astronómica de distancia de la Tierra –AU por sus siglas en inglés, una AU es la distancia entre la Tierra y el Sol- y se les llaman Objetos próximos a la Tierra más conocidos por su acrónimo en inglés Near Earth Objects (NEO), y hay la posibilidad de que si uno de ellos se acercara lo suficiente a nuestro planeta, podría ser atraído gravitacionalmente e impactarlo como ha sucedido en el pasado, pero no hay que asustarse del hecho ya que los impactos por asteroides masivos suceden entre periodos de tiempo demasiado largos, por lo que esta posibilidad no debe quitarnos el sueño más de una noche (ver en *Cienciorama*: “[¡Peligro! Asteroides](#)” y “[Pedradas desde el cielo](#)”).

** Los cometas son cuerpos que pueden tener tamaños de uno a 50 kilómetros de diámetro en lo que es el núcleo. Se considera que son cuerpos que se formaron en las regiones frías de la nebulosa que dio origen al Sistema Solar, es decir, las partes más alejadas donde se empezó a condensar su material, por lo que se supone que preservan algunos materiales primitivos de su formación. Están compuestos de agua, metales, silicatos y mezclas de gases congelados por la distancia a la que se encuentran del Sol. Cuando se acercan, su calor evapora las capas externas y se desarrolla una atmósfera que envuelve el núcleo (llamada coma), y conforme se van acercando más al Sol, se forma una cola formada por polvo y gas ionizado en dirección opuesta a éste. Los cometas se encuentran principalmente en dos regiones conocidas como el Cinturón de Kuiper --cometas de periodo corto menor a los 200 años-- y la nube de Oort --cometas con periodo largo estimado en millones de años-- (ver en *Cienciorama*: “[Formación Planetaria](#)”, “[Misión Deep Impact](#)”, “[La tercera zona desde la Nuevos Horizontes](#)”).