

### La meteórica y su futuro

La meteórica es la ciencia que estudia a los meteoroides y a los meteoritos. Para los seres humanos siempre resultó atractivo el estudio de estos cuerpos, particularmente de las fracciones de hierro provenientes del espacio. Las luces, explosiones y ruidos que acompañan su caída, hacían pensar a los humanos primitivos que los meteoritos eran enviados por los dioses, por lo que los incluían como ofrendas de adoración en altares y templos. Durante muchos siglos se asoció la caída de meteoritos con manifestaciones mágicas y religiosas, pero a partir del siglo XVIII algunos científicos empezaron a poner en duda estas creencias y a considerar la posibilidad de que estos cuerpos procedieran del espacio exterior. Estas ideas no eran muy bien recibidas y, por ejemplo, los miembros de la Academia Francesa, máxima autoridad astronómica de la época, consideraban imposible que cayeran piedras del cielo. Muchas muestras de meteoritos fueron desechadas y consideradas inservibles al "representar instrumentos vergonzantes de superchería y magia" con lo que se perdieron valiosas evidencias para su estudio. Contra todo este escenario, el físico alemán Ernst Florens Chladni trabajó afanosamente para demostrar que los meteoritos consistían efectivamente en material procedente del espacio. En 1803 convenció finalmente al mundo científico que la caída de lluvia de estrellas ocurrida en L'Aigle, Francia, no era de origen divino, sino que estaba relacionada con el paso de un cometa. El interés sobre estos fenómenos se incrementó notablemente cuando en 1833 cayó un cuerpo de considerables dimensiones en los Estados Unidos, fenómeno que pudieron observar muchos pobladores. Desde los inicios del siglo XIX muchos científicos, que incluyen astrónomos, físicos, químicos y geólogos, han contribuido al avance de la meteórica. Hoy en día pueden encontrarse muestras de meteoritos en casi todos los museos de ciencia del mundo. En la Ciudad de México destaca el meteorito que se exhibe en el Palacio de Minería, en el centro histórico.

### III. Actividades

1. Solicitar a los alumnos que realicen una investigación sobre meteoritos que hayan caído en México desde tiempos remotos hasta la actualidad.
2. Realizar visitas a museos o universidades donde puedan observarse muestras reales de meteoritos y realizar actividades vinculadas con su estructura o composición.
3. Investigar y concebir problemas relacionados con las trayectorias descritas por los meteoritos, una vez que se introducen en la atmósfera.
4. Realizar un sociodrama en el que se represente la situación de pánico que podría darse en una comunidad frente a la llegada de un meteorito de grandes dimensiones. Hacer un ejercicio de organización de cómo podría llevarse a cabo la evacuación completa de una comunidad en caso de que se contara con cierto tiempo antes de la llegada del meteorito.

### IV. Bibliografía

Barbabosa, Rafael, "Lluvias de estrellas, meteoros y las lágrimas de San Lorenzo", *¿Cómo ves?*, DGDC, UNAM, Número 6, mayo 1999.

*The New Encyclopaedia Britannica*, Volumen 8, Micropedia, y Volumen 27, Macropedia.

En Internet:

[http://www.astrosen.unam.mx/~museo\\_en/AQUI/aqui-0110.html](http://www.astrosen.unam.mx/~museo_en/AQUI/aqui-0110.html)

[http://www.astroscu.unam.mx/Divulgacion/Orion/OrionRevistas/Index\\_OrionRevista.html](http://www.astroscu.unam.mx/Divulgacion/Orion/OrionRevistas/Index_OrionRevista.html) (buscar el boletín correspondiente a mayo de 1999).

Esperamos sus comentarios y sugerencias, que pueden hacer con atención a: Rosa María Catalá, al teléfono 56227297, fax 54 24 01 38, correo electrónico [comoves@universum.unam.mx](mailto:comoves@universum.unam.mx)

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.

# METEORITOS

## Impacto posible, incertidumbre profunda

De Gustavo Gebert

(No. 51, p. 22)

### Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, de modo que se adapte a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso "broche de oro" para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

### I. Relación con los temarios del bachillerato de la UNAM

Esta guía pueden utilizarla los maestros de física, matemáticas y química en forma independiente o en colaboración. Por tratarse de un tema astronómico vinculado a una eventual catástrofe de entre medianas y grandes proporciones, también podría abordarse en las materias de psicología y filosofía como tema interesante de discusión.

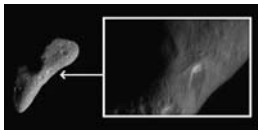
### II. Más información

Los no expertos en el tema solemos confundir los términos *asteroides*, *meteoroides* y *meteoritos*, y utilizarlos de forma indistinta; sin embargo, no significan lo mismo. La siguiente información está dirigida a aclarar y ampliar los conocimientos que podamos tener sobre esos interesantes cuerpos celestes.

### Asteroides

Los asteroides, también conocidos como planetas menores, forman una clase diferenciada y numerosa de objetos pequeños del Sistema Solar. Su tamaño varía entre 1 000 kilómetros y un kilómetro o menos. La masa total de todos ellos se estima en sólo 0.0005 veces la de la Tierra. Casi todos los asteroides giran alrededor del Sol entre las órbitas de Marte y Júpiter, aunque algunos son excepcionales y poseen órbitas alargadas que se extienden desde Mercurio hasta Marte, como es el caso del asteroide Ícaro, y desde Marte hasta Saturno, como el Hidalgo.

Como se menciona en el artículo, la observación del primer asteroide data del primero de enero de 1801 y fue hecha por Giuseppe Piazzi, en Palermo, Sicilia. Piazzi continuó sus observaciones hasta el 11 de febrero, fecha en que las interrumpió al caer enfermo. Nadie supo entonces del pequeño objeto al que había llamado Ceres. Dos años después, los astrónomos alemanes Zach y Heinrich Olbers lo redescubrieron al utilizar el brillante método del matemático C. F. Gauss para calcular las órbitas de planetas a partir de observaciones por telescopio. Cabe destacar que el método de Gauss no ha sido mejorado hasta la fecha. Como el objeto resultó ser muy pequeño no fue posible medir su diámetro y al no poder considerarlo un planeta, decidieron llamarlo asteroide (del griego "parecido a las estrellas").



El nombre resultó desafortunado, porque estos objetos no tienen brillo propio al no

ser estrellas, pero ya no hubo cambios y se sigue usando hasta la actualidad. Al observar a los asteroides como grupo de cuerpos, se encontró que sus órbitas tienen excentricidades e inclinaciones mayores que las de los planetas. La ley de Titius-Bode establecía ya desde el siglo XVIII que entre Marte y Júpiter debía haber otro planeta y, como se menciona en el artículo, en 1807 se determinó que el planeta o se había fragmentado o nunca alcanzó a formarse. A lo largo de todo el siglo XIX se siguieron descubriendo asteroides, hasta llegar a una suma aproximada de 300.

El uso de la fotografía astronómica a partir de 1891 trajo consigo una nueva era en el descubrimiento de asteroides y la invención del comparador de "parpadeo" (*blink comparator*) resultó ser de enorme valor para la búsqueda de más cuerpos pequeños. La técnica consiste en la toma de dos placas fotográficas exactamente en la misma región del cielo, con las exposiciones separadas por un lapso de varias horas o un día. Las placas se montan en el comparador de manera que una trayectoria óptica a partir de la misma zona de cualquiera de las placas puede reflejarse dentro del ocular al girar rápidamente un pequeño espejo hacia adelante y hacia atrás. Cuando las dos placas se alinean apropiadamente, las estrellas de fondo aparecen idénticas en ambas, mientras que un objeto que se ha movido aparecerá en otra posición, de manera que crea un efecto de parpadeo en el observador cuando éste ve intermitentemente una placa y otra. Posteriormente, fue posible medir con precisión las posiciones rectangulares de las placas con respecto a las de las estrellas circundantes. El proceso de calcular la posición de un asteroide en el cielo recibe el nombre de "reducción de placas". A partir de esta técnica, los astrónomos, principalmente los alemanes, descubrieron muchos más cuerpos orbitando en diferentes grupos

alrededor del Sol. En la actualidad se estima que existen alrededor de 100 000 asteroides en el Sistema Solar, todos ellos susceptibles de ser observados con los telescopios actuales.

### Meteoroides

Comúnmente conocidos como estrellas fugaces, los meteoroides son objetos luminosos que ocasionalmente atraviesan el cielo estrellado por las noches. Pueden ser tan pequeños como un chícharo o como un grano de arena. El brillo es producido por las colisiones entre los átomos del meteorito y las moléculas de la atmósfera y, si son pequeños, estos cuerpos son consumidos por fricción en la estratósfera, a una altitud aproximada de 95 kilómetros sobre la superficie terrestre. Los meteoroides más grandes (con masas que van desde un kilogramo a varias toneladas) alcanzan a pasar la atmósfera sin desintegrarse totalmente y llegan hasta la Tierra, momento en que reciben el nombre de meteoritos.

Hoy en día se cree que los meteoroides pequeños del tipo estrella fugaz y los meteoroides grandes tienen orígenes distintos. Los primeros provienen de desechos de cometas, mientras que los meteoritos parecen ser resultado de colisiones entre asteroides de las cuales resultan fracciones que salen disparadas a gran velocidad y nos alcanzan, penetrando hasta la superficie de nuestro planeta.

Resulta muy interesante describir cómo sucede la interacción del meteoroides con la atmósfera. En un primer momento, cuando este cuerpo entra en la atmósfera superior, sus átomos externos chocan a alta velocidad con moléculas de nitrógeno y oxígeno, principalmente. La energía cinética del cuerpo es muy alta. Para darnos una idea podemos comparar la energía que tiene una bala de 10 gramos que sale disparada de un rifle a 840 metros por segundo, con la de un meteoroides de la misma masa, pero a una velocidad de 30 kilómetros por segundo. Con estas velocidades y masas, los cálculos muestran que el meteoroides tiene 1250 veces más energía cinética que la bala y si consideramos que algunos

meteoroides alcanzan velocidades de hasta 60 kilómetros por segundo, es claro que la energía cinética con la que impactan sobre la Tierra es grandísima.

Durante la colisión, la interacción entre átomos y moléculas genera rompimientos de los enlaces y la formación de partículas cargadas positiva y negativamente. Los electrones liberados de las interacciones atómicas forman una densa columna en la parte trasera del meteoroides, que se convierte en un blanco perfecto para que los identifiquen los radares, de manera que una vez que ha penetrado la atmósfera, cualquier meteoroides es fácilmente rastreado por estos instrumentos.

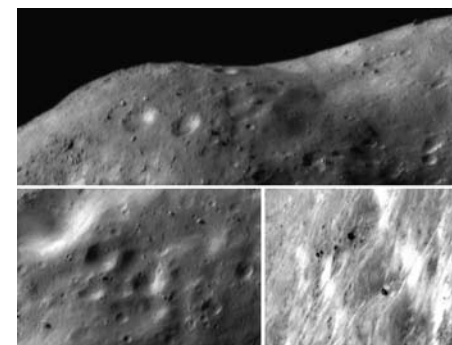
Otro fenómeno curioso es que tanto los átomos neutros como los ionizados en la superficie del meteoroides son excitados por la energía y producen luz visible; a medida que el cuerpo va avanzando hacia partes inferiores de la atmósfera, se forma una especie de capucha de gas a alta temperatura que envuelve la cabeza del meteoroides. Este efecto logra que en cualquier momento el cuerpo en movimiento se fracture y acabe estallando, lo cual frecuentemente sucede al final de la trayectoria visible del meteoroides.

Cuando los meteoroides tienen densidades bajas y provienen de desechos de los cometas suelen aparecer en forma de "lluvia de estrellas". Estas lluvias suceden con periodicidad a lo largo del año y reciben nombres de acuerdo con la constelación que tienen como fondo. Entre ellas destacan las Leónidas, las Oriónidas, las Perseidas, las Táuridas y las Geminidas (véase *¿Cómo ves?*, número 6).

### Meteoritos

La caída de un meteorito relativamente grande es un fenómeno impactante, que involucra la caída de una bola de fuego y la generación de un ruido estruendoso. Un meteorito aún más grande, cuya masa sea de 200 kilogramos o más, causaría también una enorme explosión al impactar la Tierra pero, afortunadamente, y como se describe en el artículo de referencia, este es un

fenómeno muy raro. Una vez que el meteorito es localizado después de su caída, el material que queda tras la explosión resulta de gran interés científico, al tratarse de muestras directas de material extraterrestre procedente de lugares más lejanos que la Luna. El análisis químico de los meteoritos proporciona información útil para conocer mejor el origen del Sistema Solar. La abundancia media de los elementos en los meteoritos es aproximadamente la misma que la que hay en otros cuerpos del Sistema Solar. A partir de la textura, las estructuras internas de estos cuerpos y su contenido de átomos radiactivos (radionu-



cleótidos), los científicos han podido discernir que la formación primitiva de los meteoritos y la del Sistema Solar tiene un origen común, lo cual apoya la teoría de que el cinturón de asteroides entre Marte y Júpiter se debe a la fragmentación de un cuerpo mucho más grande (planeta) que se encontraba originalmente entre ambos.

Los meteoritos se nombran por el lugar donde se descubren o caen; generalmente se identifican con la localidad más cercana. De acuerdo con su composición química, los meteoritos se dividen en sideritos (con 98% de elementos metálicos), formados por una aleación de ferro-níquel; siderolitos (con 50% de elementos metálicos y 50% de silicatos), compuestos principalmente por ferro-níquel y silicatos (olivino y piroxeno); y aerolitos (o meteoritos pétreos), que son los meteoritos más frecuentes y están formados en gran parte por silicatos y tectitas, compuestos por vidrio rico en sílice.