



# LECCIONES Y EXPERIENCIAS PARA INICIARSE EN ASTRONOMÍA

## 8. COMETAS Y METEORITOS

Los niños, desde bien pequeños, saben que hay astros con cola. Cuando menos alguna vez habrán recordado estrellas de Belén de cinco puntas y una cola curvada. Curiosamente si algo hubo en Belén no debió ser, precisamente, un astro con cola.

### Restos de la formación del Sistema Solar

Los asteroides son corpúsculos que no llegaron a conglomerarse como las bolas de plastilina para formar planetas, pero no son las únicas partículas que quedan de la materia primitiva. Ya hemos dicho en apartados anteriores que en todo el espacio del Sistema Solar había partículas que fueron cayendo progresivamente a los astros ya formados al ser atraídas por la fuerza de gravedad y que las restantes (los asteroides) son las que se salvaron de esta «limpieza». Sin embargo, hacia las zonas periféricas de todo el espacio planetario, mucho más allá del cinturón de Kuiper, permanecen gran cantidad de residuos primitivos en forma de pequeños bloques compuestos principalmente por hielo de agua y polvo o minúsculas piedras. Alguien dijo, muy acertadamente, que son como «bolas de nieve sucia». Los denominamos «cometas», y no son muy grandes: miden unos pocos kilómetros de tamaño y suelen tener formas irregulares.

### Experiencia:

Receta: se coge en el patio o en una maceta una cucharada de tierra bien fina. Se pone en un recipiente pequeño de plástico no rígido (como, por ejemplo, un vaso de picnic) y se añaden dos o tres cucharadas de agua. Se mezcla todo (haciendo una especie de barro) y se coloca en el congelador, con el permiso de quien sea el responsable del congelador. Al cabo de unas horas, se saca del congelador y se tira el vaso. En las manos tendréis el núcleo de un cometa (fig. 24).

### Un trozo de hielo sucio en el espacio

El trozo de hielo sucio sacado del congelador «quema» los dedos porque está a unos cuantos grados bajo cero, y pronto empieza a soltar agua con la temperatura ambiente. Suelta agua, pero también va dejando libres las partículas de tierra que se le habían introducido. Si se deja sobre un colador y sobre un vaso, no pasará mucho tiempo hasta que haya otra vez agua en el vaso y tierra en el colador. Al aumentar la temperatura se han diferenciado ambos elementos.

Pero en el espacio no ocurre exactamente así porque el agua en estado líquido no puede existir allí. Si calentáramos ese bloque en el espacio, el hielo se sublimaría, es decir, se convertiría directamente en gas. Y a la vez, como ocurre en el colador, también soltaría las partículas de tierra.

### Esto es un cometa

Los bloques de hielo sucio situados más allá



Fig. 24.- Esto es, en miniatura, el núcleo de un cometa.

del cinturón de Kuiper estarían permanentemente allí y nunca nos hubiésemos enterado de su existencia si no fuera porque algún astro que se acercó a ellos (quizá una estrella vecina; esto es una hipótesis) con su fuerza de gravedad los perturbó, esparciendo algunos de ellos.

De vez en cuando alguno de esos bloques escapados del grupo es atraído por la fuerza de gravedad del Sol y se sumerge en la zona «planetaria» del Sistema Solar. Es decir, abandona su confinamiento en las regiones periféricas para adentrarse hacia las regiones centrales.

Dependiendo de la dirección que tenga su trayectoria, puede ir directamente hacia el Sol y caer sobre él, puede pasar por las cercanías del Sol y perderse luego de nuevo en el espacio, o puede pasar también cerca, pero luego adoptar una trayectoria elíptica y repetir en lo sucesivo las aproximaciones (fig. 25). En este proceso, normalmente tiene un papel muy importante la gravedad de Júpiter.

En todos esos casos, es evidente que el bloque de hielo permanece muchísimo tiempo alejado del Sol y sólo durante unos pocos meses puede decirse que está relativamente cerca.

Mientras el cometa está lejos no es más que un trozo de hielo sucio como cuando teníamos el nuestro confinado dentro del congelador. Pero cuando se acerca al centro del sistema, al llegar aproximadamente a la altura de las órbitas de Júpiter o de Marte, se halla ya en una zona en la que se nota el calor del Sol. Entonces se inicia lo que nos ha sucedido en nuestras manos: el hielo empieza a fundirse por sus capas más externas. Pero, recuérdese, en el espacio no se convierte en agua, sino en gas.

El bloque de hielo desprende gas y también polvo. Ambos elementos quedan sujetos por la fuerza de gravedad del propio núcleo y forman a su alrededor una aureola que se denomina «coma» (fig. 26). Entonces es cuando el cometa se hace visible para los telescopios puesto que antes era demasiado pequeño.

El cometa se sigue acercando al centro del Sistema Solar y su temperatura aumenta. Cada vez suelta más gas y más polvo. Es cuando interviene un nuevo factor: el «viento solar».

Recuérdese que al tratar sobre la formación de los planetas hemos hecho referencia a que la radiación solar actúa como un viento que «barre» las zonas más próximas haciendo que las partículas que pueda haber en ellas sean alejadas en dirección contraria al Sol. Sería algo así como si en el bloque de hielo que hemos tenido entre los dedos hubiera una aureola de humo a su alrededor y que, de pronto, empezáramos a soplar. El humo formaría una cola detrás del hielo, en dirección contraria a nuestra boca.

Pero hay más: el núcleo de cometa suelta gas y pequeñas piedras o polvo. Estas últimas pesan más que el gas y al viento solar le cuesta arrastrarlas. El gas se aparta rápidamente, formando una cola estrecha y larga, mien-

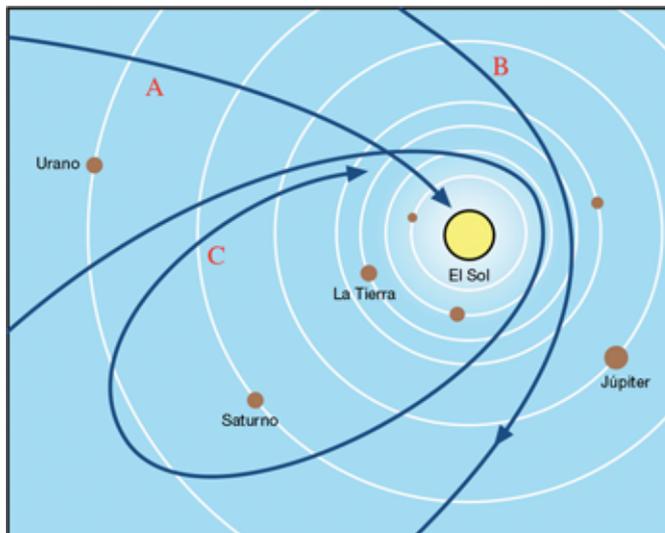


Fig. 25.- Un cometa cuando se acerca al Sol puede adoptar diferentes trayectorias. Con la trayectoria A caerá directamente al Sol. Con B no regresará más o lo hará al cabo de centenares o de miles de años. Con C se convierte en periódico.



Fig. 26.- El núcleo de un cometa cuando está muy lejos del Sol no tiene nada a su alrededor (A), pero a medida que se acerca comienza a soltar gas y polvo (B) que quedan formando la coma a su alrededor. Al continuar acercándose aparecerá la cola. A y B son imágenes de cerca; C es el aspecto que presenta la coma vista desde la Tierra.

tras que el polvo se aparta lentamente, con lo cual forma una cola más ancha, más difusa y, generalmente, más corta. El gas se ve de color azulado y el polvo de una tonalidad anaranjada (fig. 27).

## Las colas, ¿detrás o delante?

Cuando en la Tierra hay un fuego, el humo es impelido por la acción del viento; por lo tanto el humo marcha siempre en sentido contrario al lado de donde sopla el viento. Si no hace viento y es el fuego el que se desplaza (caso de las antiguas máquinas de tren), el humo se queda atrás con respecto al sentido de marcha del tren. Si hace un viento más fuerte que la velocidad del tren, el humo irá según le lleve el viento, aunque sea por delante de la máquina.

Hemos dicho que el gas y el polvo que forman la cola de los cometas son impelidos por la acción del viento solar. En el espacio no hay ningún otro elemento que afecte al movimiento del gas y del polvo. En consecuencia las colas de los cometas siempre van en sentido contrario a la posición del Sol, independientemente del movimiento del cometa.

Esto da lugar a un fenómeno curioso: cuando un cometa se acerca al Sol, la cola queda detrás suyo. Cuando un cometa se aleja, la cola va por delante (fig. 28). De paso véase que cuando el cometa está lejos no tiene cola.

## A los cometas no se les ve correr

A veces se representa a los cometas moviéndose a gran velocidad por el cielo porque, ya que tienen un desplazamiento orbital rápido, suele ser creencia generalizada que a simple vista se ve como corren. Esto no es cierto en absoluto.

Cuando se ve un cometa hay que fijarse muy bien en puntos de referencia del cielo (en las estrellas del fondo) para advertir, en el transcurso de las horas, que se ha movido. De una noche a la siguiente se advierte algo su desplazamiento si se compara con la posición de las estrellas.

## Anécdota:

El argumento de la película «La noche más hermosa», protagonizada por José Sacristán, Victoria Abril y Fernando Fernán Gómez, gira en torno al paso del cometa Halley. Hacia el final del film hay la escena del paso del cometa, el cual atraviesa raudo el cielo durante sólo unos segundos, momentos en que el protagonista está distraído (por culpa de la chica) y se pierde la visión del fenómeno. Esto es una solemne tontería, como también es una tontería que utilicen telescopios... ¡puestos al revés!

Moraleja para el alumno: no hay que hacer mucho caso de lo que se ve en el cine o en la televisión.

## Los cometas son efímeros

El hielo, una vez sacado del congelador, comienza a derretirse. Si lo metemos de nuevo, habrá perdido algo de agua y polvo, pero lo que resta seguirá congelado. Podemos volver a sacarlo, con lo cual perderá, de nuevo, algo de agua y polvo, y así repetidamente.

Tales operaciones podremos hacerlas unas cuantas veces, pero llegará el momento en que nuestro «cometa en miniatura» se agotará.

A los cometas de verdad les sucede lo mismo. Si son de los que se acercan una sola vez al Sol, cuando regresen al espacio profundo habrán perdido algo de masa, pero no les ocurrirá nada más.



Fig. 27.- Las colas diferenciadas de un cometa: la de gas es azulada y la de polvo, rojiza. (Cometa Hale-Bopp).

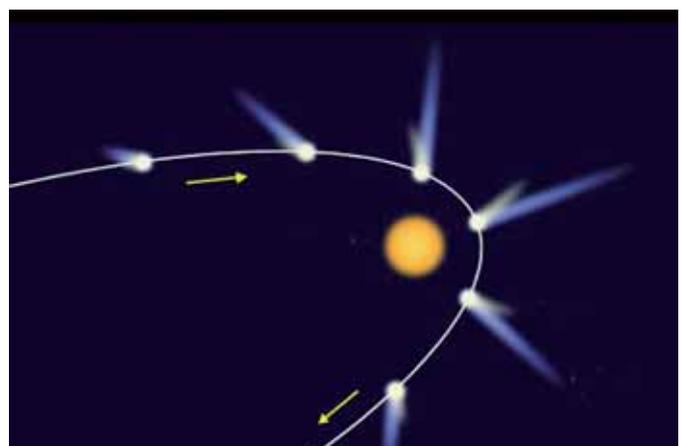


Fig. 28.- Las colas de los cometas están por detrás o por delante respecto a la dirección de su movimiento, según sea la posición del Sol.

Ahora bien, si son de los que cada cierto periodo de años se acercan a las proximidades del Sol, en cada paso van perdiendo materia, de modo que llegará un momento en el que desaparecerán. En realidad, cuando ya son muy pequeños acaban rompiéndose a trozos. Los astrónomos han podido ver varias veces cometas desgastados que se rompen.

## Los residuos de los cometas

Queda claro que los cometas, al acercarse al Sol, van dejando por el espacio gas y partículas de polvo más o menos pequeñas (las mayores pueden llegar a ser como pequeñas piedras). El espacio que hay desde el Sol hasta Júpiter, aproximadamente, está bastante «sucio» de partículas abandonadas por los cometas. Dentro de esta zona de «suciedad» es por donde se mueve la Tierra.

Las partículas de polvo dejadas por las colas de los cometas, pues, caen a la Tierra si ésta, en su movimiento, se encuentra con ellas.

—¿Has visto caer alguna vez una piedrecita procedente de un cometa?



Fig. 29.- Rastro de una estrella fugaz. Las estrellas del fondo son trazos porque se han movido durante el tiempo de realizar la fotografía.

## Estrellas fugaces

Hoy día, con la polución luminosa de las ciudades, es probable que muchas chicas y chicos ya mayores no hayan visto jamás una estrella fugaz. Hay que explicarles el fenómeno partiendo de cero.

### Estrellas que caen

A veces, estando por la noche en el campo, se ve aparecer súbitamente una estrella que corre y que desaparece tras unos breves segundos. Suelen tener trayectorias rectas. La mayoría son débiles, pero en ocasiones hay alguna de muy brillante. Se las denomina «**estrellas fugaces**» o «**meteoros**». Si son brillantes reciben el nombre de «**bóolidos**». (A los coches de carreras se les llama «bóolidos» porque van muy deprisa, como las estrellas fugaces) (Fig. 29).

Antiguamente nadie sabía de que se trataba. Muchos creían que eran estrellas que caían porque, realmente, esta es la impresión que dan (hay que tener en cuenta que tampoco se sabía qué eran las estrellas).

Hay épocas del año en que se ven muy pocas, pero hay otras, como a mediados de agosto, en octubre y en noviembre, que pueden aparecer muchas en pocas horas. Cuando se ven muchas se dice que hay una «**lluvia de estrellas**», lo cual se produce cada vez que la Tierra atraviesa la órbita de un cometa. Aunque el cometa esté lejos, su órbita está «sucia» de las partículas que soltó en los últimos pasos. El hecho de que suceda cada año por las mismas fechas es debido a que nuestro planeta pasa por la misma zona una vez al año.

Pues bien, cada estrella fugaz no es más que una piedra desprendida de un cometa.

### Experiencia:

En tiempos modernos es difícil que los niños tengan cerillas a su alcance, y puede que ni siquiera sepan de que se trata.

Coger una cerilla y mostrar al niño como al frotarla en el rascador se calienta hasta el punto de encenderse. Después se verá que al cabo de poco se consume y ella misma se apaga. Lo mismo les sucede a las piedras que caen a la Tierra.

A falta de cerillas, hacer que el niño se frote fuerte las manos; notará como se le calientan.

### Explicación:

En el espacio no hay nada que impida que las partículas puedan moverse sin que les suceda nada.

Sin embargo, cuando una piedra se encuentra con la Tierra lo hace a gran velocidad (entre 30 y 75 kilómetros... ¡por segundo!). Como sea que la Tierra se halla rodeada por la atmósfera (el gas que respiramos), cuando la piedra se aproxima llega un momento en que se encuentra con ese gas.

El aire actúa como el rascador de la caja de cerillas. Cuando la piedra frota con el gas aumenta inmediatamente su temperatura de modo que se enciende y emite la luz que vemos por la noche y que nos hace confundir con una estrella que corre. Al igual que la cerilla, se consume rápidamente y se apaga. De las cerillas nos queda la ceniza; de las estrellas fugaces queda también una ligera ceniza en forma de polvo prácticamente invisible.

## Meteoritos

Las piedras que caen de los cometas suelen ser muy pequeñas. La mayoría de las que se ven por la noche tienen tamaños que no sobrepasan unos pocos milímetros, como una lenteja o un garbanzo. Sin embargo, en ocasiones excepcionales cae alguna piedra de tamaño mayor. Puede haberse desprendido de un cometa o puede ser un pequeño asteroide.

En este caso es posible que la piedra llegue a atravesar la atmósfera de la Tierra sin haber tenido tiempo de quemarse en su totalidad. Entonces en vez de desintegrarse en el cielo puede llegar a chocar contra el suelo. Exactamente lo mismo que ocurre cuando en la Luna se forman cráteres.

Es habitual que cuando cae una piedra grande de este tipo la gente la vea atravesando el cielo, aunque sea de día, porque suele ser muy espectacular. Una vez en el suelo, si se localiza (la mayoría de las veces caen al mar o en lugares inaccesibles), se recoge y, después de estudiarla, se guarda en un museo. A esa piedra, caída del espacio, se la denomina «**meteorito**». En muchos museos de Historia Natural o de Geología pueden verse meteoritos expuestos.

## Cráteres en la Tierra

Planteamiento lógico: Si a veces los meteoritos o asteroides pequeños caen a la Tierra, atravesando la atmósfera y chocando contra el suelo, significará que en nuestro planeta puede haber cráteres como en la Luna...

Efectivamente, los hay (fig. 30). En la actualidad se conocen unos 140 distribuidos por todos los continentes, pero si tenemos en cuenta que el agua cubre tres cuartas partes de la superficie, podrían ser más de quinientos, e incluso el doble, puesto que los que se conocen se hallan en países muy habitados y, por tanto, bien estudiados, mientras que son escasos los descubiertos en grandes extensiones de Asia, África y Sudamérica por haber sido poco exploradas.

Puede verse la simulación de la formación de un cráter meteórico en la Tierra en: [http://www.steinheim.com/video/krater\\_3.mpg](http://www.steinheim.com/video/krater_3.mpg)

## Experiencia:

Retomemos la craterización que hemos efectuado al tratar sobre la Luna con un plato de harina e impactos de arroz. Si dejamos en paz la harina una vez está repleta de cráteres (es decir, si guardamos el plato en un armario, por ejemplo), al día siguiente se mantendrá igual. Tendrá los mismos cráteres.

Si colocamos el plato craterizado de harina sobre una mesa y soplamos sobre él con cuidado, se verá como los cráteres, poco a poco, van desmoronándose hasta desaparecer. Finalmente, la harina volverá a estar lisa y sólo algún grano de arroz emergente delatará que allí hubo cráteres de impacto.

## Explicación:

El primer caso es lo que sucede en la Luna, en Mercurio y en muchos satélites. En estos astros no hay atmósfera y, por tanto, no hay ni viento ni lluvia que borre con el tiempo los cráteres. Por eso hoy día vemos en la Luna prácticamente los mismos cráteres que había cuando terminó la etapa de caída de meteoritos sobre los planetas primitivos, hace unos tres mil millones de años.

El segundo caso es lo que sucede en la Tierra. Nuestro planeta tiene atmósfera dentro de la cual actúan muchos agentes erosionadores: el viento, la lluvia, los terremotos, la vegetación, el hombre...). Poco a poco,



Fig. 30.- Cráter meteórico en la Tierra de casi un kilómetro de diámetro, situado en Australia. El impacto se produjo hace trescientos mil años.

en el devenir de los años, los cráteres debidos a impactos meteóricos se van borrando y tan sólo nos es posible identificar los más recientes (aunque haga millones de años que se formaron, a escala cósmica esto puede ser poco tiempo).

## **¿Hay cráteres meteóricos en España?**

Se han efectuado diversos estudios y hay algunas cuencas montañosas que podrían ser de origen meteórico, pero la fuerte erosión que las afecta hace prácticamente imposible estar seguros de ello. Tan sólo se da un caso bastante evidente: a unos 30 km de Zaragoza (en Azuara, Belchite) hay un círculo montañoso de 30 km de diámetro que se supone es un cráter meteórico; incluso se le ha calculado una antigüedad de 130 millones de años. Al ser tan grande, cuando se está dentro apenas se aprecia la forma de cráter. En todos esos casos el mejor modo de verlos es desde aviones volando muy alto o desde satélites.

## **¿Puede caer un meteorito encima?**

Es la pregunta típica cada vez que se trata el tema. La respuesta es que sí, claro, pero que sería una casualidad tan enorme que, en la práctica, resulta casi imposible. De todos modos hay relatos de meteoritos caídos en zonas urbanas, como uno que atravesó una casa de tres pisos en Estados Unidos, otro que abolló un automóvil...

## **Los dinosaurios**

Otro tema recurrente es el de la extinción de los dinosaurios. Hoy todos los niños saben que hubo unos enormes bichos llamados dinosaurios, y muchos tienen también nociones de su extinción a causa del impacto de un gran meteorito hace unos 65 millones de años, al final del cretácico.

El tutor puede confirmar que, efectivamente, en la actualidad esta es la teoría más plausible para explicar las causas de la extinción, aunque debe barajarse un margen de inseguridad puesto que no todos los científicos están de acuerdo con ella. Es lo que decíamos en la segunda lección: la ciencia avanza a base de la formulación de teorías que luego se confirman o se rechazan, pero entretanto hay que admitirlas con reservas.

En todo caso, los dinosaurios no se habrían extinguido por el impacto directo del meteorito. Debí ocurrir que el efecto de la explosión fue tan grande que alteró la atmósfera, ocasionando grandes nubes de polvo y humo que, a la larga, acabaron con muchos de los vegetales que servían de sustento a los animales.