

Observación de cometas

Los cometas son, quizá, los cuerpos del firmamento más espectaculares. Las enormes dimensiones aparentes que pueden llegar a alcanzar y su forma, no muy habituales en el cielo, hacen que desde tiempos remotos llamen poderosamente la atención de quien levanta la vista hacia arriba, aunque no sea más que de forma ocasional.

Sin embargo, aunque cada año suelen descubrirse un gran número de cometas, no son muchos los que llegan a ser visibles a simple vista.

y muchos menos los que pueden ser considerados como espectaculares. El aficionado provisto de un telescopio de mediana potencia puede ver tan solo unos pocos de los cometas que llegan a descubrirse, aunque casi siempre hay en el firmamento alguno con suficiente brillo como para serle asequible.

Por lo general se espera ver a los cometas acompañados de una larga cola, idea derivada de la forma de los grandes cometas. Pero cuando un cometa es pequeño o lejano, resulta prácticamente imposible advertir cola alguna con medios amateurs. En primer lugar porque las colas brillantes sólo se forman cuando los cometas están cerca del Sol, y en segundo lugar porque la luminosidad de la cola es muy inferior a la del centro de la coma (fig. 1)

Cuando se dan las efemérides de un cometa y se indica la magnitud visual prevista deben considerarse dos hechos: **a)** la magnitud de un cometa es global, no estelar, con lo cual no puede compararse inicialmente con la de las estrellas; **b)** la luminosidad del centro de la coma es siempre mucho más elevada que la de su envoltura y que la de la cola; la coma puede que sea asequible a un pequeño telescopio, mientras la cola no lo sea.

La magnitud global determina la luminosidad del cometa en una escala que, a efectos prácticos, es diferente de la escala de magnitudes estelares. Para comparar ambas escalas, debería concentrarse toda la luminosidad del cometa en un punto; así se comprende que cuando un cometa está lejos y tiene un tamaño aparente pequeño, su magnitud global casi es equivalente a la magnitud estelar, mientras que, por el contrario, cuando un cometa tiene un tamaño aparente grande siempre se ve mucho más débil que una estrella de su misma magnitud. En la tabla XVI se dan unos valores aproximados de las magnitudes límites para cometas difusos, que son los que presentan una mayor diferencia entre su magnitud global y la estelar.

Por otra parte, resulta muy difícil prever el brillo exacto que tendrá un cometa, en particular cuando está cerca de la Tierra o del Sol. Nunca deben tomarse como absolutamente fidedignas las efemérides de las magnitudes.

La observación de un cometa por el amateur ofrece diversas posibilidades, en función de la capacidad instrumental o de las preferencias, desde la obtención de simples fotografías mediante teleobjetivos, hasta la realización de trabajos de astrometría usando cámaras CCD. Los trabajos pueden dividirse en 4 apartados:

- 1.- Observaciones visuales.** Estimación de magnitudes, determinación de las dimensiones de la coma, estudios de la cola y dibujos generales.
- 2.- Fotografía.** Fotografías de gran campo con todas las técnicas.
- 3.- Astrometría.** Determinación de posiciones con precisión superior a 1" mediante el empleo de cámaras CCD.
- 4.- Fotometría CCD.** Determinación de magnitudes de la coma y la condensación central. Variaciones de luminosidad de corto periodo. Perfiles de la coma y de la cola. Fotometría de estrellas tras la coma o la cola.

Observaciones visuales

Determinación de la magnitud global

El análisis estadístico del comportamiento de un cometa en el transcurso del tiempo requiere unas observaciones que puedan ser comparadas entre sí.

Las mediciones visuales de la luminosidad del núcleo son muy difíciles de realizar porque no puede definirse bien el núcleo de entre toda la condensación central o coma. Por eso se propone a los aficionados que realicen estimaciones globales de toda esa condensación y de sus posibles variaciones. El método es bastante similar al utilizado para las observaciones visuales de estrellas variables. Consiste fundamentalmente en que el observador memorice la imagen del cometa y, a continuación, mueva el telescopio para efectuar su comparación con estrellas alternativamente más débiles y más brillantes de magnitud conocida. No es conveniente utilizar filtros de ninguna clase.

Debe emplearse una potencia de 1,5 a 2 aumentos por milímetro de abertura (por ejemplo: un telescopio de 100 mm de abertura debe trabajar entre 150 y 200 aumentos). Cuando un cometa sea suficientemente brillante podrá observarse con binoculares.

Técnicas:

Método Brobovnikoff o «fuera-fuera»:

- 1.- Se desenfoca el ocular del telescopio hasta conseguir imágenes desenfocadas tanto del cometa como de las estrellas de comparación, con un tamaño aparente similar entre ambos. Se usa para cometas muy condensados como fue el Hale-Boop. Utilizándolo en cometas difusos podría subestimarse su brillo.
- 2.- Mirar una estrella más débil que el cometa, seguidamente al cometa y después a otra estrella más brillante. Comparar así las magnitudes de las estrellas con la estimada del cometa y evaluar ésta por interpolación. Repetirlo varias veces (como mínimo tres) con distintos pares de estrellas más débiles y más brillantes.
- 3.- Obtener el promedio de todas las mediciones intentando aproximarse a una precisión de 0,1 magnitud. Anotar la hora de las mediciones en UT (Tiempo Universal) con precisión de cinco minutos como mínimo.

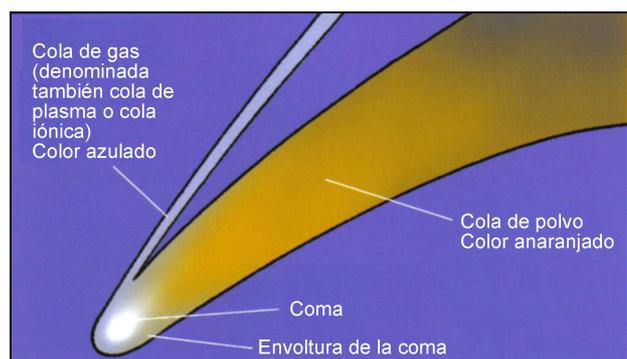


Figura 1. Partes de un cometa.

Tabla I. Magnitudes límites estelares y cometarias

Abertura del instrumento (mm)	Magnitud límite estelar	Magnitud límite de un cometa difuso (grado de condensación 0)
50	11 - 11,5	9,5
80	12 - 12,5	10,5
100	13 - 13,5	11,0
150	14 - 14,5	12,0
200	14,5 - 15	12,5
250	15,5	13,5
400	16,5 - 17	14,5

Ejemplo de interpolación:

Supongamos que se comparan las estrella A y B, de magnitud 7,5 y 8,2 respectivamente. La diferencia de sus magnitudes es:

$$8,2 - 7,5 = 0,7$$

Si el cometa es 0,6 de A a B, entonces la magnitud estimada es:

$$0,6 \times 0,7 + 7,5 = 7,92 \text{ o sea, } 7,9.$$

Método Sidgwick o «dentro-fuera»

Este método, ampliamente utilizado, fue popularizado por J.B. Sidgwick. El observador memoriza cuidadosamente el brillo y tamaño del cometa enfocado. Entonces se centra la imagen en una estrella y se desenfoca hasta alcanzar el mismo diámetro que la coma enfocada. Se debe juzgar el brillo relativo del cometa respecto a las estrellas desenfocadas. Para ello se obtienen varias medidas hasta definir la magnitud de la coma del cometa.

Es un método que trabaja bien con cometas difusos, pero difícil de aplicar en cometas con un núcleo muy concentrado como el Hale-Boop a causa de la importante variación de brillo en su superficie.

Método Morris

Se desenfoca el cometa hasta que toda su superficie sea uniforme en brillo y se memoriza; luego se desenfocan las estrellas hasta que alcancen el mismo diámetro que el cometa desenfocado y se compara. Se usa para cometas ni muy condensados ni muy difusos, como fue el C/2001 A2 (LINEAR), pero este método es algo más complicado que los dos anteriores.

Hay otros métodos, como el de Beyer y el de la comparación en foco, pero actualmente están en desuso.

Para efectuar estas comparaciones pueden utilizarse las cartas editadas por la AAVSO (American Association of Variable Stars Observers) con la precaución de que no todas están corregidas y pueden contener algunos errores. Es preferible, de entre los catálogos de acceso más habitual, utilizar el Tycho Input Catalogue, con tres millones de estrellas de magnitud superior a la 12,1, aunque como sólo deben utilizarse para este fin las de magnitud superior a 10,5, pueden obtenerse también de un atlas informático como, por ejemplo, Cartes du Ciel (<http://www.stargazing.net/astropc/>), o el catálogo Tycho 2, que puede verse con Guide 8.0 (<http://www.projectpluto.com/>), pero debe emplearse la magnitud V_T. Estos catálogos también son accesibles a través de Internet a través, por ejemplo, del Centro de Datos Estelares de Estrasburgo (<http://cdsweb.u-strasbg.fr/>). Otra fuente de buenos valores de magnitud estelar es la recogida en las cartas de cúmulos abiertos del libro Visual Astronomy of the Deep Sky, de Roger N. Clark (Cambridge Univ. Press, 1990). La Agrupación podrá facilitar esta información a los asociados que lo soliciten; en este caso deben indicar la zona, el campo que quiera abarcarse y la magnitud límite.

Hay que tener en cuenta que el catálogo GSC es muy impreciso en las magnitudes, y es el que habitualmente utilizan los atlas informáticos para las estrellas de magnitud inferior a la 10,5.

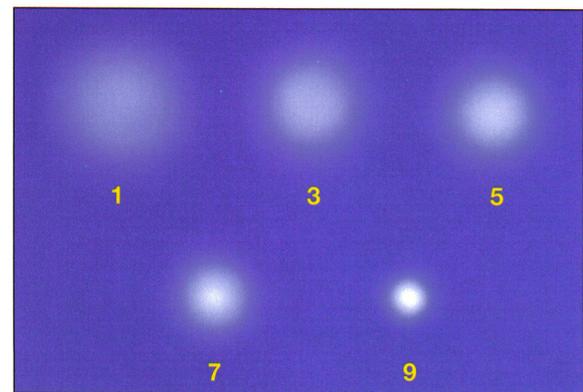
Determinación del diámetro de la coma

La coma tiene una forma circular cuando el cometa es débil, para convertirse en una forma elíptica al acercarse al Sol. En el primer caso debe medirse su diámetro, pero en el segundo deben medirse los dos ejes.

La medición se hace estimativamente comparando a través del telescopio el tamaño de la coma con la separación entre dos estrellas que deberán luego ser identificadas sobre una carta celeste. El valor angular de esta separación podrá obtenerse mediante la escala estándar del atlas o bien conociendo las coordenadas de ambas estrellas. En este caso la separación angular «S» de las dos estrellas puede determinarse usando sus ascensiones rectas (α_1 y α_2) y las declinaciones (δ_1 y δ_2) en la fórmula:

$$S = \cos^{-1} [\sin \delta_1 \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos (\alpha_1 - \alpha_2)]$$

Tabla II. Grados de condensación de la coma de un cometa. Escala 0–9



- 0 Coma difusa con luminosidad uniforme, sin condensación hacia el centro.
- 3 Coma difusa con luminosidad creciendo gradualmente hacia el centro.
- 6 La coma muestra un pico de intensidad definida en el centro.
- 9 La coma parece un punto estelar.

Las estimaciones deben repetirse varias veces con distintas estrellas y los resultados deben promediarse.

Los poseedores de oculares con retículo, micrómetros (de los utilizados para estrellas dobles) o CCD podrán obtener mediciones con mayor precisión y facilidad, especialmente cuando el cometa esté lejos.

Grado de condensación de la coma

Es la descripción del perfil de intensidad de la coma mediante una escala de valores de 0 a 9 (no son necesarios los decimales). En la tabla II se muestra la escala.

Determinación de las dimensiones de la cola

Las observaciones visuales de las dimensiones y del ángulo de la cola no ofrecen gran interés, dado que pueden obtenerse fotográficamente o con CCD con mayor precisión.

Se sugiere evaluar su tamaño aparente comparándola con pares de estrellas, al igual que en las observaciones del diámetro de la coma. Debe tenerse en cuenta que la luminosidad ambiental o la curvatura de la cola pueden afectar a la longitud medida. Siempre debe indicarse la magnitud estelar límite de la zona.

Para determinar el ángulo de posición de la cola puede hacerse dibujándola sobre una carta celeste y midiéndolo con un transportador de ángulos. La medición debe efectuarse con una precisión de $\pm 5^\circ$ teniendo en cuenta que el norte corresponde a un AP de 0° y que se incrementa hacia el este.

Estructura de la cola, del núcleo y de la coma

Puesto que un cometa puede presentar variaciones de densidad de las colas de polvo y gas partiendo de la coma, es interesante observar las diferencias de intensidad luminosa, así como hacer el seguimiento de su separación de la cabeza.

Los principales detalles que se observan en las colas son: halos, abanicos, rayos, envolturas, chorros, filamentos, sombras del núcleo, etc. Deben determinarse cuidadosamente sus tamaños, orientaciones, formas y posiciones con respecto a la condensación nuclear si es que se desean advertir las variaciones que se producen en el transcurso de diferentes días.

Es bueno practicar previamente observando detalles en nebulosas o galaxias, ya que el grado de dificultad es similar.

Aproximación de cometas a estrellas brillantes

Es relativamente frecuente la aproximación de un cometa a estrellas más o menos brillantes. Algunas estrellas pueden ser ocultadas por la cola o la coma del cometa, en cuyo caso es de notable interés la medición de las variaciones lumínicas que pueda sufrir la estrella ya que revelan la densidad del cometa. La técnica a emplear es la misma que la utilizada en



observaciones de estrellas variables. Sin embargo, debe tenerse en cuenta:

- La caída de brillo de una estrella ocultada por un cometa es sumamente pequeña, a menos que se produzca en las zonas más densas de la coma. La estimación de la magnitud debe efectuarse, por lo tanto, con la máxima precisión y promediando múltiples comparaciones. Hay que tener en cuenta que la propia coma puede desvirtuar el brillo de la estrella por un simple efecto óptico al ofrecer un fondo luminoso en vez del fondo del cielo.
- Pueden darse ocultaciones estelares por la zona nuclear. En este caso se opera cronometrando la caída de brillo de la estrella como en el caso de una ocultación por un asteroide. Una importante dificultad estriba en la rápida velocidad aparente que suelen ofrecer los cometas y en el pequeño tamaño de su núcleo, lo cual motiva que un fenómeno de este tipo tenga una duración de muy pocos segundos. Sin embargo, la obtención de un cronometraje tal sería de extraordinario interés científico y un indudable éxito para los observadores que lo consiguieran.

Fotografía

No será de balde recordar aquí que con cualquier cámara es posible obtener una fotografía astronómica, mucho más si, como en el caso de un cometa, se trata de registrar un astro que puede alcanzar varios grados de extensión. Se explicó con todo detalle en la monografía «Fotografía astronómica sin telescopios» (núm. 112, septiembre 1993)

Para los cometas es mucho más adecuada una cámara corriente con teleobjetivo que cualquier otro instrumento, salvo cuando están lejos y son de pequeño tamaño aparente, en cuyo caso deben ser tratados como una nebulosa o una galaxia.

Para gran campo, el sistema que puede dar una satisfacción mayor, al mismo tiempo que revestir un cierto interés, es montar en paralelo la cámara réflex (mejor con teleobjetivo) en el telescopio. Para ello muchos de los telescopios ya van provistos de acoplamiento en paralelo para cámara fotográfica.

Damos por descontado que el telescopio y la cámara van montados sobre una montura ecuatorial equipada con movimientos lentos, y que esté bien centrada, es decir, con el eje horario paralelo al eje de la Tierra.

Para el seguimiento, que deberá efectuarse a través del telescopio, es conveniente proveerse de un ocular con retículo iluminado. El seguimiento se hará sobre una estrella relativamente brillante si la fotografía se obtiene con una cámara de poca amplificación, ya que el desplazamiento del cometa durante la exposición será insignificante. Sin embargo, cuando el movimiento propio del cometa es relativamente rápido y la fotografía es de larga exposición con sistemas de considerable amplificación, sin duda exigirá un seguimiento basado en el propio núcleo del cometa que obligará a efectuar suaves correcciones mediante los movimientos lentos de la montura.

En fotografías de la cola se sugiere la utilización de filtros. Para ello se obtendrá, como mínimo, una fotografía exenta de ellos, otra con filtro azul y otra con filtro naranja. Los filtros acentuarán el contraste entre los componentes de polvo y de gas de la cola.

Astrometría

La astrometría de un cometa es prácticamente igual a la de los asteroides, por lo que remitimos al lector a las instrucciones para la observación de asteroides, donde se describe el método.