

# Adiós al Hale-Bopp

## GRAN COMETA DE 1997

por José Lull García

Coordinador de la sección de Cometas y Meteoros

Finalmente, el cometa descubierto aquella noche del 23 de Julio de 1995, cuando aún estaba a más de 1100 millones de kilómetros del Sol, cumplió con nuestras expectativas y se ha ganado el título de Gran Cometa. El último Gran Cometa fue el de 1976, el cometa de West, si exceptuamos al Hyakutake que hace poco más de un año decoró la bóveda celeste como hacía tiempo ningún otro cometa lo había hecho y al que, en mi opinión, también debería otorgársele ese preciado título. Así que veintiún años después hemos tenido la oportunidad de observar uno de los grandes cometas del siglo, el más brillante en cuanto a magnitud absoluta desde 1577, año en que el astrónomo Tycho Brahe contemplase otro de brillo excepcional.

Muy probablemente esperaremos muchos años antes de encontrar en el firmamento otro cometa tan sobresaliente como el Hale-Bopp, así que su imagen va a quedar grabada en nuestra memoria como un recuerdo inolvidable. Una vez desaparezca el Hale-Bopp de nuestra ventana de observación volveremos a la realidad de la observación cometaria. Recuperaremos nuevamente el interés por esos cuerpos pequeños y difusos que no son anunciados ni en la Radio, ni en la Televisión, en periódicos o revistas de fin de semana, cometas sin colas o con colas detectables a través de largas exposiciones fotográficas o mediante la tecnología de la CCD. Es así como, en poco tiempo, volveremos a valorar el paso de cometas de 9ª u 8ª magnitud, los cuales nos parecerán muy brillantes y atractivos.

Aunque este artículo lo escribo a primeros de Abril y, por lo tanto, aún hemos de realizar más observaciones y fotografías del cometa, ade-

lantaremos, no obstante, algunos de los datos que ya hemos obtenido.

Recordaremos las dudas que habían en cuanto al brillo del cometa en muchas de las efemérides publicadas. A este respecto me alegra



haber «acertado» (pues en el mundo de los cometas el acierto es casi más una profecía que un cálculo) con las efemérides de magnitud que propuse en Octubre del año pasado y que fueron publicadas en Huygens. Para el paso por el perihelio del cometa, a unos 135 millones de kilómetros del Sol el pasado 1 de Abril,

le medí una magnitud de -0.5, lo cual corresponde a lo descrito en las efemérides. Dicho de otro modo, la curva de luz del cometa se habría ajustado aproximadamente a la fórmula:  $m = -1.0 + 5 \log \Delta + 10 \log r$

Sin embargo, no puedo dejar de mencionar numerosas mediciones visuales realizadas por otros observadores en las que el cometa sobrepasa la magnitud -1. A este respecto, he de indicar que las estimaciones realizadas por mí y, por lo que me consta, por otros observadores de nuestra Agrupación Astronómica, se basaban en la magnitud de la parte más brillante del cometa y no en una suma de magnitudes por superficie, cálculo que en un cometa como el Hale-Bopp favorece un considerable incremento de brillo. Si lo hubiésemos medido de ese modo hubiéramos superado sin menor dificultad incluso la magnitud -1.5. Cuando lo observábamos de madrugada durante el mes de Marzo, teníamos muchas estrellas de referencia como Schedir de 2.2, Deneb 1.2, Vega 0 y Júpiter de -2. En el cielo vespertino Marte y Sirio, principalmente, ayudaban a establecer comparaciones respecto al núcleo del cometa.

A través del telescopio el aspecto más intrigante del cometa resultó ser una serie de ondas, hasta cuatro pudimos contar, todas ellas curvadas pero paralelas entre sí y no concéntricas al núcleo. Su parte más luminosa era la situada al Oeste del núcleo, en la mitad del cometa correspondiente a la cola de tipo II o blan-

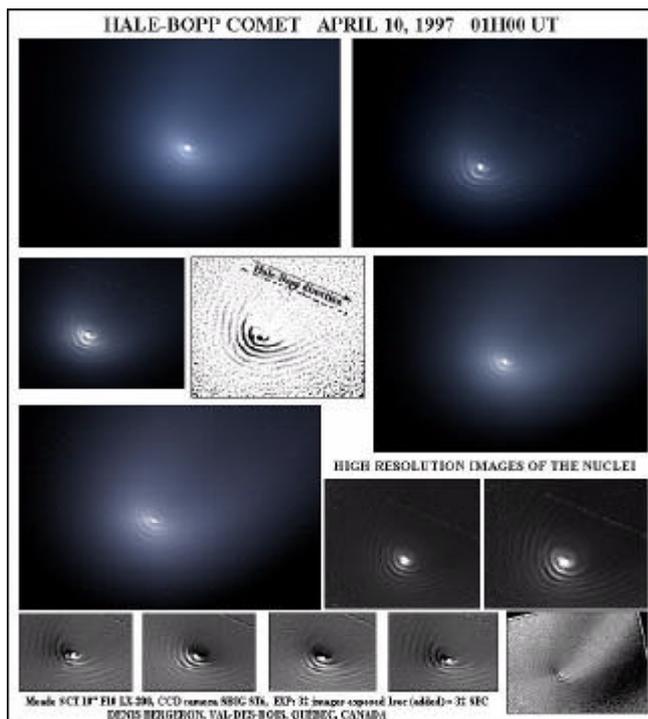
ca. Desde una posición unos 40° al Oeste del eje establecido por la separación entre las dos colas las ondas parecían nacer recorriendo todo el frente del cometa y desvaneciéndose tras recorrer unos 200° de círculo, ya en la parte correspondiente a la cola de tipo I o azul. Sin embargo, también pudieron verse más cosas. Así, en una observación que realicé el 19 de Marzo a las 05 horas T.U. ( 6 de la mañana en TL), pude apreciar una pequeña nube brillante al Este del núcleo, la cual cortaba al núcleo si extendíamos el eje definido por el punto de origen de las ondas occidentales. De todos estos detalles realicé mediciones micrométricas pero por falta de tiempo aún no he sacado resultados angulares.

Observadas a través de nuestros telescopios esa serie de ondas parecen ser acumulaciones de gases procedentes del núcleo del cometa en la coma. Las observaciones casi diarias del cometa han mostrado que estas ondas han sufrido modificaciones. He podido apreciar cambios principalmente en la primera onda, la cual en unos días parecía tener prácticamente el mismo espesor en toda su longitud mientras que en otras ocasiones su parte inicial era considerablemente ancha y bien diferenciada de las otras ondas. También se ha podido apreciar en algunos días una mayor proyección de las ondas por el lado Este pero esto pudo ser debido, más bien, a los cambios en la calidad del cielo en el que tanto ha intervenido la humedad. La explicación del origen de estas ondas nos ha llegado a través de internet. El fenómeno se ha entendido como resultado de la proyección de los chorros de gas procedentes del núcleo a la atmósfera cometaria y que, gracias a la rotación del núcleo han sido extendidos por la misma creando las conocidas

ondas. En fotografías CCD efectuadas desde numerosos observatorios profesionales podemos ver el efecto de las ondas y los chorros de gas. Una de las secuencias más atractivas ha sido la compuesta desde el observatorio de Pic du Midi, en los Pirineos franceses. Esta secuencia de imágenes, una vez sumadas y visionadas a modo de película, muestran la evidente rotación del núcleo cometario y la emisión de gas de un

el cohete hará la función de núcleo cometario y nos podemos imaginar que la rueda es la coma. Una vez encendemos el cohete, el chorro de fuego que lanza por la parte de la mecha sería como el chorro de gas del cometa. En el cohete, el chorro de fuego es el causante de que la rueda empiece a girar de modo que la bengala, atada en ella, lo hará, obviamente, a la misma velocidad. En el caso del cometa el chorro de gas no es la causa de la rotación del cometa (aunque puede perturbarla), pero la imagen que nos ofrezca uno y otro ejemplo será la misma. Desde el punto de origen del chorro se creará una espiral de materia, más brillante cuanto más cercana al núcleo emisor esté. En la rueda giratoria de la bengala, esta espiral es más o menos uniforme en brillo alrededor de todo el perímetro, siempre contando con ese descenso de brillo según vaya alargándose la espiral. Sin embargo, en el caso del cometa, únicamente el sector de la espiral que está por delante del núcleo, en dirección al Sol, será el que nosotros observemos a través de nuestros telescopios, ya que en esa zona los gases

están más excitados y, por ello, más luminosos que en la parte posterior. Así que, las ondas que vemos, no son más que secciones de la espiral de gases creada alrededor del núcleo cometario cuyo foco emisor se evidencia incluso a través de nuestros telescopios. También sería vaticinable el predecir un achataamiento del frente de ondas debido al rozamiento de las partículas procedentes del Sol, mientras que este efecto será menor en los chorros perpendiculares al viento solar y nulo o incluso favorable en los de la parte posterior del cometa. No me cabe la más mínima duda de que el efec-

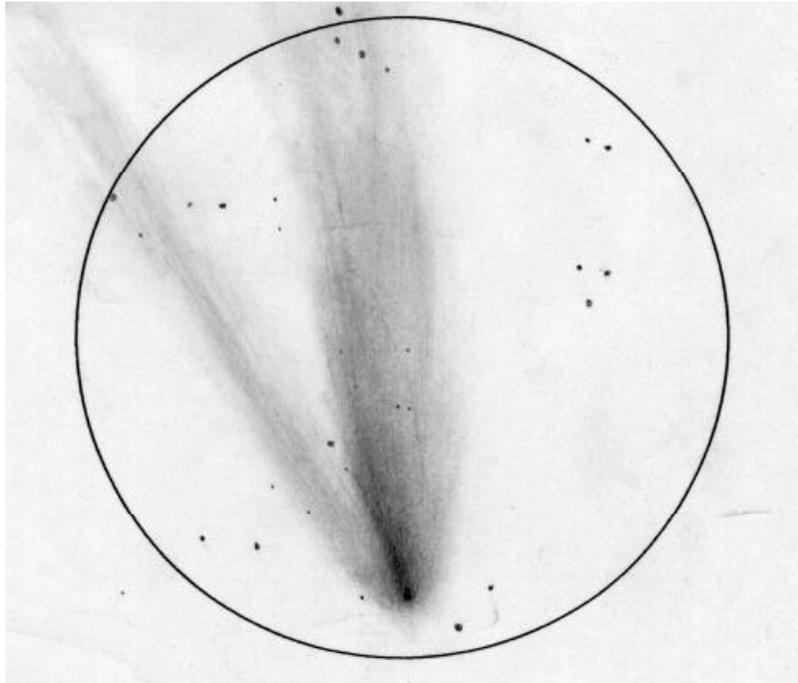


**Fotografías de alta resolución del núcleo del cometa Hale-Bopp, en donde se pueden apreciar las ondas causadas por el chorro**

chorro que en el momento de realizar la secuencia apuntaba casi directamente a nosotros. Gracias al estudio de secuencias de imágenes se ha podido medir el período de rotación del núcleo cometario en 11.4 horas. La formación de las ondas deben ser explicadas entendiendo que la rotación del núcleo cometario ha creado una espiral de gases más densa que el resto de la coma puesto que estos gases tienen un punto de origen concreto en un chorro emisor. Yo imagino este proceso equiparándolo al siguiente ejemplo: si colocamos una bengala atada en la parte central de una rueda ligera,

to visual de las ondas es debido a la emisión de gases por medio de los ya mencionados chorros. Por una parte, contamos con la visión inequívoca del enlace de la primera onda con el núcleo, punto emisor del chorro. También con que la posición de este enlace no siempre es la misma e incluso desaparece, síntoma de la rotación del núcleo. Así mismo, las ondas, la primera principalmente, en unos días era más densa que en otros, lo cual indica, a su vez, una producción irregular en el chorro. Si pudiéramos observar la estructura posterior de la espiral estoy convencido de que nos daríamos cuenta del achatamiento producido en los primeros frentes de ondas (es decir, la parte de la espiral que da al Sol) y, por último, el que las ondas no sean exactamente concéntricas al núcleo es otro síntoma de su naturaleza espiral. A veces, ejemplos cotidianos, como este de la bengala que pasó por mi cabeza, pueden ayudar a entender procesos en apariencia más complejos pero que, en realidad, no lo son tanto. En estos últimos días (principios del mes de Abril) en el seno de la agrupación se ha estado comentando mucho una posible explicación del fenómeno que observábamos a través de nuestros telescopios pero, después de esta comparación que he realizado líneas atrás queda claro que el único origen posible de las ondas es el de la proyección en espiral de los gases emitidos desde el núcleo. A este respecto, debe quedar claro que las partículas emitidas por el chorro en un momento dado seguirán su curso prácticamente lineal independientemente de la rotación del núcleo que, en definitiva, será la que provoque

el aspecto espiral. Además, los modelos que he dibujado para entender mejor esta forma en espiral me llevan a pensar que, lejos de lo que podríamos entender en un principio, la espiral puede no ser producto de un único foco emisor sino, y esto es lo que me parece más importante, puede ser resultado de la suma de todos los chorros emisores cercanos al



**Extraordinario dibujo realizado por nuestro compañero Miguel Guerrero y cedido amablemente para el artículo. En el dibujo se aprecia claramente las dos colas, la azul de plasma y la amarillenta de polvo. © Miguel Guerrero.**

principal, lo cual reafirma aún más la explicación anteriormente expuesta. Por otro lado, la existencia de otro foco en el lado opuesto al primero, no haría otra cosa que introducir una nueva onda entre cada par del chorro anterior y, lo mismo, si añadimos algún otro. Aún así, deberemos tener en cuenta que chorros de este calibre no deben ser abundantes. El que las ondas brillen más que el resto de la coma viene explicado por la mayor densidad del gas en ese lugar, gas que con el paso de las horas se irá dispersando hasta mezclarse y camuflarse con la propia atmósfera cometaria.

En cuanto a la coma del cometa hemos de recordar que si bien en el

momento de su descubrimiento el tamaño era de unos 6000 km, nosotros en estos meses de Marzo a Abril hemos podido llegar a medir un muy considerable aumento de la misma. Una coma de 18' de arco el día 21 de Marzo representaba físicamente un diámetro de cerca de un millón de km. Tanto a través de prismáticos como de telescopios esta parte del cometa aparecía muy luminosa si bien el núcleo se distinguía claramente del resto de la estructura como un punto de elevado brillo.

En cuanto a las colas del cometa las mejores condiciones de observación que he tenido hasta el momento desde la Playa de Gandía fueron el día 18 de Marzo. La cola blanca llegaba a medirla con ayuda de unos prismáticos en 6°30', siendo casi toda esta longitud visible incluso a simple vista. La cola azul, que visualmente era más débil que la anterior pero más larga, la medía en casi 10°.

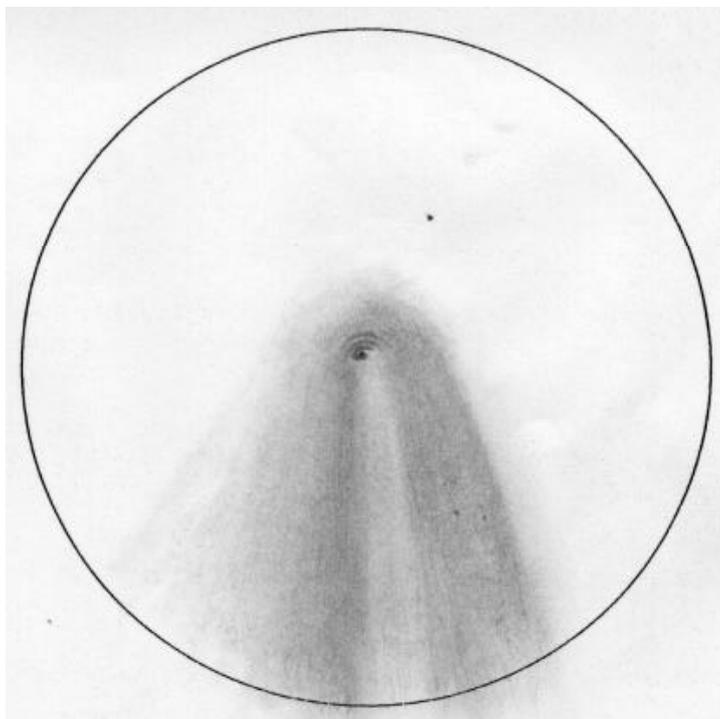
Las fotografías que realicé aquel mismo día incrementan la longitud de ambas colas en unos dos grados con lo que el resultado final es de 8° y 12° para la primera y segunda, respectivamente. De todos modos, desde un lugar exento de humedad y sin contaminación lumínica, este resultado pudo verse incrementado en más de cuatro grados. La medida real era de unos 100 a 150 millones de km.

El Hale-Bopp ha resultado ser un «top model» para la fotografía cometaria. El colorido de sus colas, el brillo de su núcleo y sus diferentes estructuras han atraído la atención de muchos aficionados a la astrofotografía. Desde la Agrupación Astronómica de la Safor hemos rea-

lizado en pequeño seguimiento fotográfico del cometa desde mediados de Marzo, aunque en el momento de escribir estas líneas aún tenemos pendiente la fotografía del núcleo por teleextender ya que a foco directo no se han obtenido imágenes de las ondas.

Los últimos datos concernientes a la órbita del cometa indican que el período orbital del mismo era de unos 4200 años pero, tras este paso por el Sistema Solar interno, esta va a quedar modificada reduciéndose a unos 2400 años. (Exactamente 2364 años según el cálculo realizado por Don K. Yeomans del Jet Propulsion Laboratory). La órbita del cometa quedará definida por dos ejes. El eje menor será de 180 unidades astronómicas y el mayor de 360. Esto significa que durante su afelio el cometa estará a una distancia de 54000 millones de km, es decir, 9 veces más lejos que el lejano planeta Plutón. El afelio lo conseguirá hacia el año 3179, para volver nuevamente a la vecindad terrestre sobre el 4361, en pleno siglo VII. Por otra parte, retrocediendo en el tiempo con el periodo orbital inicial, esto significa que los pobladores de la Tierra lo pudieron observar hacia el año 2200 a.C. Esperemos que durante su próximo paso haya gente en la Tierra que pueda dar cuenta de su aparición.

Cuando esta revista está en vuestras manos el Hale-Bopp aún seguirá brillando entre la primera magnitud a principios de Mayo y la tercera a finales de Junio pero, su posición empeorará de manera considerable en nuestro cielo de manera que serán los observadores del hemisferio Sur los que puedan seguir disfru-



Otro dibujo de Miguel Guerrero donde se puede apreciar con claridad el conjunto de ondas. Una característica del Hale-Bopp y que ha provocado controversia a dos de nuestros más destacados socios. © Miguel Guerrero.

tando de él durante ... milenios, puesto que el cometa llegará a su afelio cuando esté situado en el polo Sur celeste. Levantad la mirada y observarlo por última vez esperando, eso sí, que el próximo Gran Cometa nos visite cuanto antes y no tarde otros 21 años.

¿ Qué ha sido de los otros cometas que pululan el espacio ?. Definitivamente el Shoemaker-Levy 4 se me escapó, ya que no tuve ocasión de apuntarle cuando estaba en mi ventana de observación y en estos momentos me es imposible. El Wild 2 si que pude observarlo y tomarlo a través de la CCD por los pelos, puesto que estaba situado al borde de mi campo de visión. Cuando disponga de las imágenes tratadas las publicaré. Visualmente el cometa brillaba sobre la magnitud 9.5, tal y como precedían las efemérides. Aparecía como un cuerpo difuso con un núcleo poco prominente. Su perigeo fue hacia el 13 de Febrero, momento en el que estuvo a 126 millones de km. El 7 de Mayo, día de su máxima aproximación al Sol, el Wild 2 es-

tará a 237 millones de km del astro rey. Puesto que su elongación se va acortando a la vez que el brillo del cometa disminuye, los que aún no lo han observado deberían hacerlo cuanto antes.

Otro cometa al que también hacíamos referencia en el anterior número de Huygens es el Wirtanen. Su elongación es muy pequeña, ya que rondará durante estos meses en torno a los 45°. Conviene observarlo a principios de Mayo puesto que a finales de Junio ya será un objeto para CCD. Es un cometa de corto periodo, unos 6,6 años, por lo que tendremos muchas más oportunidades de verlo durante nuestra

vida. Yo ya lo observé en su paso de 1991 y su aspecto era débil y difuso.

## Efemérides cometarias

### *Cometa 1995 O1 Hale-Bopp*

05 Mayo 1997	04 53	23°36'	30°	01.0
15 Mayo 1997	05 19	18°04'	27°	01.6
25 Mayo 1997	05 41	13°12'	24°	02.0
04 Junio 1997	05 59	08°49'	22°	02.4
14 Junio 1997	06 16	04°47'	22°	02.9
24 Junio 1997	06 31	00°58'	23°	03.2

### *Cometa 81/p Wild 2*

01 Mayo 1997	09 13	18°58'	94°	10.3
05 Mayo 1997	09 22	18°22'	92°	10.3
10 Mayo 1997	09 34	17°31'	90°	10.4
15 Mayo 1997	09 47	16°36'	89°	10.5
20 Mayo 1997	09 59	15°36'	87°	10.5
25 Mayo 1997	10 11	14°31'	86°	10.6
30 Mayo 1997	10 24	13°23'	84°	10.7
10 Junio 1997	10 52	10°42'	81°	10.9
20 Junio 1997	11 17	08°06'	78°	11.1
30 Junio 1997	11 42	05°23'	75°	11.4

### *Cometa 46/p Wirtanen*

01 Mayo 1997	05 57	29°48'	49°	11.4
05 Mayo 1997	06 16	30°08'	49°	11.5
10 Mayo 1997	06 39	30°18'	49°	11.8
15 Mayo 1997	07 01	30°13'	49°	12.0
20 Mayo 1997	07 23	29°56'	49°	12.2
25 Mayo 1997	07 49	29°27'	49°	12.5
30 Mayo 1997	08 03	28°49'	48°	12.7
10 Junio 1997	08 44	26°56'	47°	13.2
20 Junio 1997	09 17	24°51'	46°	13.7
30 Junio 1997	09 46	22°34'	43°	14.2