

CAPITULO III

LOS SISTEMAS COMETARIOS

Número de cometas. - Agrupaciones cometarias. - Aspecto de los cometas. - Formas diversas y dimensiones de las colas cometarias. - Brillo de los cometas. - Transformaciones físicas de los cometas. - Masa y densidad de los cometas. - La luz de los cometas.

«Los cometas son tan numerosos en el cielo, ha dicho Keplero, como los peces en el Océano, *ut pisces in Oceano.*»

Como todos los que se han ocupado de este asunto del número de los cometas, citamos esta comparación del grande astrónomo; pero debemos de hacer notar que la expresión empleada por Keplero responde á una opinión hipotética y que no debe tomarse en el sentido literal de la frase. Pero dejando á un lado la parte exagerada que haya en el asunto, vamos á ver que Keplero tenía razón en considerar el número de los cometas como inmensamente grande.

No podemos hacer aquí mención sino de los cometas susceptibles de atravesar temporalmente el sistema solar y de circular en él indefinidamente como partes integrantes del sistema. Toda evaluación que tenga por objeto el estudio de los cometas situados fuera de esta esfera, fuera de nuestra zona de visibilidad, ó de la de los planetas que forman parte de nuestro grupo, estará basada en elementos sin solidez. Es necesario restringir nuestros cálculos y nuestras conjeturas al dominio de lo que es susceptible de comprobación, de lo que rigurosamente puede considerarse como observable; en otro caso, nos perdemos en lo infinito.

Primero hablaremos tan sólo de los cometas observados, ó cuando menos, de aquellos que registra la historia ó la tradición. Veamos lo que se sabía en este punto á fines del siglo último. Dice Lalande: «Riccioli, en su enumeración de los cometas, cuenta sólo 154 citados por los historiadores hasta el año 1651 en que componía su *Almagesto*, siendo el último el de 1618. Pero en la gran obra de Lubienietzky, en que los menores pasajes de los autores se hallan escrupulosamente registrados, siempre que presentan alguna relación con los cometas, por pequeña que sea, se cuentan 415 apariciones hasta el cometa de 1665, que brilló desde el 6 hasta el 20 de abril. Después de esta época se han observado 46 más, contando los que han aparecido en el año 1781.» En junto sumamos, en esta última fecha, 461 cometas.

Este número se ha aumentado luego de un modo considerable con la aparición de nuevos cometas primero, y también con las investigaciones de los eruditos, principalmente en los anales de los chinos, investigaciones que han demostrado varias apariciones antiguas de cometas olvidados ó no observados en Europa. Así llegamos á obtener más de ochocientos cometas.

Pero no hay que olvidar, al interpretar este número, que hasta el siglo xvi

todos los cometas se observaron á la simple vista, mientras que después de la invención de los anteojos se ha hallado un gran número con auxilio de estos instrumentos, y más recientemente con la fotografía. Así, pues, hasta el año 1600 próximamente, tan sólo se registran los cometas más brillantes; pero después de esta época se ha podido comprobar que los cometas telescópicos, demasiado débiles ó demasiado distantes de la Tierra, para ser visibles á la simple vista, son muchísimo más numerosos. De 31 cometas observados en el siglo xvi, 8 eran telescópicos; en el siglo xvii se elevó este número á 18, de 25 que fueron los cometas observados; en el siglo xviii llegan á 61, y en el xix casi todos han sido descubiertos con los grandes telescopios, cada vez más poderosos, y con auxilio de la fotografía, no pasando de 21 los visibles á la simple vista.

Sin embargo, no reside exclusivamente en el número de cometas descubiertos el progreso realizado por los astrónomos de nuestro siglo y de los transcurridos últimamente, sino de un modo principalísimo, en la determinación de las órbitas, la exactitud de las observaciones y el estudio físico de estos astros. Así que hay que distinguir en los siglos anteriores á Newton el número de los cometas observados ó vistos sencillamente, del número de cometas catalogados; éstos son poco numerosos antes del siglo xvi porque los antiguos autores sólo han dejado notas medianamente exactas sobre la posición y marcha de los cometas, y los documentos que han permitido calcular más tarde las órbitas se han extractado, sobre todo, de las crónicas de los chinos. Por el contrario, desde hace tres siglos y medio, casi todos los cometas observados se encuentran catalogados al mismo tiempo, y en nuestro siglo absolutamente todos. Salvo el caso excepcional en que la aparición de un cometa sea tan corta que no permita efectuar tres observaciones suficientemente separadas, puede decirse que un cometa visto y observado hoy día es al mismo tiempo y con toda rapidez un cometa calculado. Pero volviendo al número de los cometas catalogados, diremos que se elevan hoy día á 383, si bien es cierto que hay que reducirlos á 267 si sólo queremos considerar los cometas distintos. En cuanto al número probable de los cometas que desde los tiempos históricos verifican su aparición en el mundo solar, es evidentemente mucho más considerable que el citado, aun en el caso de no apreciar más que aquellos que han atravesado nuestro sistema en condiciones favorables á su visibilidad para un observador situado en la superficie de la Tierra.

Clasificando por meses los cometas según las fechas de sus pasos por el perihelio, es decir, en el punto de sus órbitas en que se hacen visibles principalmente, encontró Arago que, de 226 cometas, hay 130 para los meses de invierno y 96 solamente para los meses estivales. De 301 apariciones de cometas catalogados, hallamos 165 que han pasado por el perihelio, de septiembre á marzo. La proporción, que ha disminuído ligeramente, es siempre de 54 á 55 por 100. Ahora bien, una diferencia semejante no puede provenir más que de una causa, por otra parte bien natural. Y es que las noches de las estaciones invernales son más largas, y por lo tanto favorables á una observación prolongada de una porción del cielo mucho más grande, al paso que las noches de la estación de verano, mucho más cortas, disminuídas también por la excesiva duración de los crepúsculos, deben dejar escapar un número mayor de cometas. La diferencia es de $\frac{1}{10}$, por manera que puede agregarse esta fracción al número prece-

dente para calcular los cometas que se sustraen á la observación; de este modo se hallarían 4.228 cometas.

A esta razón del aumento de los cometas pudiera agregarse el hecho de que los buscadores y observadores son más numerosos en el hemisferio boreal que en el austral de la Tierra, y que, por lo tanto, deben substraerse á la observación cierto número de cometas cuyas órbitas se hallan de tal manera inclinadas, que sólo son visibles en la vecindad de su perihelio desde el hemisferio austral. Pero es claro que ya tuvimos cuenta en parte de esta circunstancia, igualando el número de los cometas que pasan por el perihelio en las estaciones estivales con el de los cometas de las estaciones de invierno. En efecto, las partes del cielo que no pueden explorarse á causa de la escasa duración de las noches en el hemisferio boreal de la Tierra, son visibles precisamente en iguales épocas en el hemisferio austral; y si fuese el mismo el número de los observadores en ambos hemisferios, claro está que no habría que hacer corrección alguna.

De otro lado, es necesario que todos los cometas que llegan á la vista de la Tierra sean en efecto observados; es necesario que los astrónomos dedicados al penoso trabajo de buscar astros nuevos, puedan explorar á la vez todas las regiones del cielo; no ocurre lo mismo con los cometas telescópicos que con los planetas de igual denominación; estos últimos vienen siempre en un momento de su revolución á cortar la eclíptica sin dejar de ser visibles, y basta á los investigadores explorar el cielo en una región limitada á ambos lados de la órbita terrestre; pero los cometas se presentan y desaparecen en todas partes, por lo que debe escapar un gran número á la investigación de los astrónomos.

Del propio modo, el estado atmosférico en ocasiones no es favorable, y si se trata de uno de esos cometas que pasan á corta distancia de nuestro globo, y que por lo tanto sólo son visibles algunas semanas á causa de la rapidez de su movimiento propio, y aun tal vez algunos días, puede muy bien la turbación atmosférica impedir la observación de un período tan escaso. Otro de los obstáculos es el brillo de la Luna, que muy bien puede reducir á la nada el tenue resplandor del cometa. El siguiente pasaje de las *Cuestiones naturales*, de Séneca, prueba que los antiguos pensaban ya que los cometas eran más numerosos de lo que indicaban sus apariciones, «Muchos cometas, dice, son invisibles porque los rayos del Sol los obscurecen. Posidonio menciona que en una eclipse de este astro se vió aparecer un cometa oculto hasta entonces á causa de su vecindad.»

De modo que tenemos que contar los cometas por millares, á lo menos los que han venido á efectuar sus pasos en un período de 2.000 años, esto es, en un minuto de la vida probable del mundo solar. Pero nuestro cálculo sólo es aplicable á los cometas cuyas órbitas son de tal naturaleza, que se aproximan á la Tierra á una pequeña distancia para hacerse visibles. Queda por evaluar el número probable de los que deben atravesar nuestro sistema á todas las distancias posibles, y entonces llegaremos á números tan enormes, que justificarán la expresión de Keplero.

No puede desconocerse que se trata aquí de un asunto completamente indeterminado y cuya solución, tan sólo aproximada, únicamente puede dar un límite inferior del número que se busca. Admitiendo como un hecho probable que sea igual la distribución de los cometas en el espacio, se ve en seguida que el

resultado del cálculo depende exclusivamente del punto de partida, por ejemplo, del número de los cometas que han venido á pasar entre el Sol y Mercurio. Y este número es evidentemente inferior al de los cometas que desde los tiempos históricos han penetrado en realidad en esta región. Si se hubieran observado y buscado desde hace 2.000 años como se observan y se buscan de dos siglos á esta parte, ¿cuál no sería la cifra de cometas que hubiéramos alcanzado en un catálogo completo? Y en cada siglo se aumentaría este número, abstracción hecha de las reapariciones, y la evaluación crecería en una proporción análoga.

Cuando se trata de formarse una idea, por los datos actuales de la ciencia, de la constitución del universo visible, se observa que en este conjunto se encuentran los cuerpos celestes distribuidos por grupos ó asociaciones cuyo lazo común es la gravitación universal.

Hay, como sabemos, sistemas planetarios; en el foco de estos grupos existe una estrella, un Sol central, cuya prepotente masa retiene alrededor suyo, circulando en órbitas regulares, otros astros ó planetas á los que este Sol distribuye el calor y la luz; algunos de estos planetas con sus satélites forman grupos ó sistemas de segundo orden. Nuestro sistema planetario es el tipo de las asociaciones astrales de este género.

Como veremos más adelante, hay también *sistemas estelares* ó grupos de dos, tres ó más soles gravitando unos en torno de otros, y probablemente según unas mismas leyes; estos sistemas son en sí elementos de agrupaciones más vastas, que, como las nebulas resolubles conocidas con el nombre de *cúmulos estelares*, se componen de millones de soles; nuestra *Vía láctea* es uno de los ejemplares más hermosos que es posible imaginar de estos inmensos conglomerados.

Las mismas nebulas parece que se agrupan en sistemas, en diversas regiones del cielo, por manera que el plan general del universo se resume en una síntesis grandiosa de asociaciones de distintos órdenes, enlazándose de unas en otras hasta llegar al infinito, sin que ninguno de los individuos ó astros particulares de que están formadas se exima de la regla que los obliga á pertenecer á cualquiera de los grupos.

¿Hay motivos para creer que asimismo puedan existir *sistemas de cometas*?

Es, ante todo, indudable que se cuentan algunos cometas que pertenecen á nuestro sistema planetario. Extraños á él en su origen, llegaron á reunirse por efecto de las atracciones perturbadoras de las masas planetarias, y desde aquel momento formaron parte integrante del grupo. Vimos cuán posible era que los cometas, por opuestas perturbaciones, huyeran algún día del lazo de la atracción solar, y que otros, por el contrario, no pudiendo resistir, en razón de la debilidad de sus masas, á las causas que tienden á precipitarlos en el foco de sus movimientos, llegaron á reunirse algún día confundiendo con la masa central; ó bien que, desprendidos y diseminados en los espacios interplanetarios por las sucesivas perturbaciones de las masas de los planetas, constituyeran una especie de medio resistente cuyos elementos aumentarían con el tiempo la masa de estos últimos astros.

Por otro lado nos encontramos afortunadamente en disposición de poder contestar á la pregunta propuesta, toda vez que hemos visto desdoblarse el cometa de Biela, y hoy día se puede decir que los dos astros gemelos, al viajar

reunidos, presentan como un embrión del sistema cometario. El cometa observado en 1860 por Liais ofrece un ejemplo de otra clase, puesto que si los dos cometas que lo constituyen se alejan del Sol guardando sus respectivas distancias y se apartan del sistema, constituirán en el espacio un grupo de dos cometas independientes.

Pero todos los demás cometas, es decir, los cometas no periódicos, los que describen parábolas é hipérbolas, ¿son simplemente viajeros aislados que cruzan de uno á otro sistema solar sin fijarse jamás en ningún mundo? ¿No hay ninguno entre ellos que en unión de otro compañero naveguen convoyándose por el insondable piélagos?

Presentada de esta suerte la pregunta, parece que es susceptible de una solución directa, como lo atestiguan las investigaciones efectuadas en este sentido por un astrónomo holandés contemporáneo, el señor Hoek. Estudiando y comparando este sabio los elementos de diversos cometas, llegó á reconocer que cierto número de ellos parecían presentar un origen común, y que formaban, antes de penetrar en la esfera de atracción del Sol, grupos ó sistemas; lo que, según el autor, demuestra que por encontrarse estos astros en otro tiempo á una pequeña distancia unos de otros, tenían un movimiento inicial en un mismo sentido é igual velocidad. También, en su juicio, forman la excepción los cometas periódicos ó de órbitas elípticas, y la inmensa mayoría de estos misteriosos cuerpos se mueve en curvas de ramas infinitas. Llegan á nosotros aislados ó en grupos, de las profundidades sidéreas, enviados á nuestro sistema por alguna estrella, de la cual pudieron alejarse lo bastante como para llegar á substraerse á la preponderancia de su atracción, cayendo temporalmente bajo el influjo de la atracción de nuestro propio Sol. Pero ¿qué carácter ha permitido á Hoek reconocer que ciertos cometas emanan del mismo foco y pueden considerarse probablemente como de un origen común? Para resolver esta cuestión difícil ha comparado el astrónomo holandés los elementos de los cometas determinados con suficiente exactitud, por ejemplo, los cometas catalogados desde 1556. Determinó la posición de sus afelios reuniendo primero entre sí los cometas cuyas apariciones no se hallaban separadas por intervalos superiores de diez años, y cuyos afelios no medían en el cielo una distancia angular ó aparente de más de 10 grados. Investigó también si las órbitas de los cometas de esta suerte agrupados de tres en tres ó en mayor número, no presentaban puntos comunes de intersección.

Presentemos un primer ejemplo extractado de los trabajos de Hoek; consideremos los cometas de 1672, 1677 y 1683, y luego los III de 1860, I de 1863 y IV de 1863. He aquí las posiciones de los afelios de estos seis cometas:

	Longitudes	Latitudes
1672	279°.4	69°.4
1677	286 .4	75 .7
1683	290 .8	83 .0
III 1860	303 .1	73 .2
I 1863	813 .2	73 .9
IV 1863	313 .9	76 .4

Las diferencias de longitud medidas sobre un arco de círculo máximo equivalen, para cada grupo, á unos 3 grados próximamente, luego existe una coincidencia en extremo notable. Pero si se buscan los puntos de intersección de las órbitas se obtiene una coincidencia más extraordinaria aún, pues se encuentra que estos puntos están agrupados en una región del cielo cuya área no pasa de 2 grados, hacia los 319° de longitud y 78° de latitud austral. Uniendo el Sol por medio de una recta á la estrella *gamma* de la Hidra, tenemos la intersección común de las cinco órbitas; es por lo tanto muy de suponer que estos cinco astros emanan de un mismo y único foco cometario.

De los cálculos resulta que cuanto más atrás nos remontamos en lo pasado, más se aproximan en realidad unos á otros los respectivos cometas de 1677 y 1683 de una parte, y de otra los tres cometas III 1860, I y IV de 1863. Hoek, sin decidirse por ninguna de las dos, ha indicado las hipótesis de que cada cometa haya principiado individualmente su viaje, y de que la época de su excursión haya sido la misma para todos; sin embargo, el sabio holandés demuestra que bastaría, por ejemplo, admitir entre las velocidades originales de los cometas de 1677 y de 1680 una diferencia tan pequeña como 66 centímetros por segundo para que á su llegada respectiva á nuestro sistema se hubiera producido un retardo de 200 años en el movimiento del que caminará con mayor lentitud. Por lo tanto, no es imposible que los dos cometas de 1677 y de 1680 hayan abandonado á la vez el foco común de donde emanan.

Hemos de citar también, copiando de Hoek, los cometas III y V de 1857 y III de 1869. Estos tres astros han recorrido, en efecto, órbitas cuyos elementos casi semejantes, unidos al corto intervalo que separa sus apariciones, indican probablemente un origen común; al principio sólo indicó, como formando sistema, los dos primeros cometas; pero la comparación del tercero con los otros dos, hizo que también lo incluyera. «En las investigaciones sobre los sistemas cometarios, dice, he indicado los dos cometas III y V de 1857 como pertenecientes, según todas las probabilidades, á un sistema; no he vacilado en atribuirles este carácter al considerar la extremada semejanza de todos sus elementos y el corto intervalo entre sus apariciones. Y en este estado viene repentinamente el cometa nuevo (III de 1867) á confirmar de un modo imprevisto nuestras ideas, á saber: los círculos que representan los planos de las tres órbitas se cortan en un mismo punto del cielo; estos planos se cortan, pues, mutuamente según una línea común de intersección, la cual tiene que ser necesariamente paralela á la dirección del movimiento inicial, común á los tres astros, en el momento en que entraron en la esfera de atracción del Sol.»

El punto radiante de las órbitas, aquel en que vienen á cortarse sus planos, está situado en el hemisferio austral hacia los confines de la constelación de la Dorada. Y no es este el único sistema cometario. En primer lugar, los tres cometas citados más arriba no serían los exclusivos del grupo y tendríamos que agregar los cometas de los años siguientes: 1596, I de 1781, III de 1790, I de 1825, II de 1843 y III de 1863; y también estos otros, II de 1785, II de 1818 y III de 1845.

¿Cuál es el carácter específico de un cometa, lo que hace que se distinga inmediatamente un astro de esta clase de una estrella cualquiera? Sin duda el ras-

tro de vapor luminoso, la nebulosidad más ó menos prolongada que acompaña á la estrella ó que parece envolverla; en una palabra, la *cola* y la *cabellera*.

Esto es lo que indica la etimología, pues la palabra *cometa* significa, como todos saben, *estrella cabelluda*. Armado con su cola, que parece blandir en el cielo como amenazadora espada ó como antorcha precursora de sucesos terribles, el cometa se reconoce al instante por todo el mundo y no tiene necesidad de que los astrónomos le expidan su fatídica patente. Pero si le falta la cola, si ningún apéndice ó envoltura gaseosa le acompaña en su aparición, la multitud, y el público en general, no verán en este astro un cometa y para todos pasará como una estrella que en nada se distingue de las demás que tachonan el azulado firmamento.

Sin embargo, hay cometas sin cola. El cometa de 1585 igualaba á Júpiter en magnitud, pero tenía menos brillo, su luz era como empañada y podía compararse á la nébula del Cangrejo. No presentaba ni barba ni cola. Lalande cita los cometas II de 1665 y el de 1682 como de disco tan redondo, detallado y claro como el de Júpiter, sin *cola, ni barba, ni cabellera*. Aquí nos referimos á los cometas observados á la simple vista; entre los cometas telescópicos se cuentan muchos desprovistos de cola, que á veces parecen simples nebulosidades en las que apenas se ve un debilísimo núcleo ó una sencilla condensación luminosa. Por otra parte, la presencia ó la falta de cola, cierta en un momento de la aparición, puede no serlo en una época diferente; así el cometa de 1682 citado más arriba (el de Halley) al que Cassini no le vió cola el 26 de agosto, mostró una de 30^o el día 29 del mismo mes. Otro tanto puede decirse del cometa de 1585; doce días después de su aparición, «se veía un rayo muy delgado y difícil de columbrar, de la longitud de un palmo á lo más.» Y también es con frecuencia invisible esta cola á la simple vista, y se distingue cómodamente con el telescopio, como demostraremos más adelante con varios ejemplos. Lo único que debemos de tener presente en este punto es que el signo astronómico distintivo de un cometa no reside ni en la cola, ni en la cabellera, ni en ninguno de los apéndices que á veces rodean al astro cuando aparece; lo que diferencia á un cometa de un planeta son los elementos de la órbita, su gran excentricidad, su inclinación considerable y el sentido de su movimiento, retrógrado las más de las veces. En varias ocasiones hemos insistido ya sobre estos caracteres, y es por lo tanto inútil que nos detengamos más sobre este punto.

Hasta el siglo XVI, hasta que se introdujo el uso de los anteojos en las observaciones astronómicas, claro está que sólo se trata, en las relaciones de las apariciones cometarias, de los cometas visibles á la simple vista; y la forma insólita de las colas, de las barbas y cabelleras es lo que más llamaba la atención de los sabios y del vulgo; por esta razón los antiguos, que no siempre distinguieron con precisión los cometas de otros diversos meteoros luminosos, como los bólidos y las auroras boreales, clasificaron con preferencia estos astros según sus aspectos, y así Plinio llegó á contar hasta doce especies, cuya descripción, aunque confusa, es como sigue:

«Se ven cometas propiamente dichos: atemorizan por su melena de color de sangre; su erizada cabellera se dirige hacia lo alto del cielo. Los barbados (Pogoniæ) dejan que caiga abajo su cabellera en forma de barba majestuosa.» (Estas

dos especies primeras pueden clasificarse en una sola, puesto que únicamente difieren por la dirección de la cola.) «El venablo (Acontias) parece que se lanza como una saeta; así su efecto es más rápido y sigue inmediatamente á la aparición; si la cola es más corta y termina en punta, se le llama espada (Xiphias); este es el cometa más pálido y tiene un resplandor como el de la espada, sin ningún rayo. El disco (Disceus) lleva su nombre conforme con su figura; su color es de ámbar, y de sus bordes nacen algunos rayos, aunque escasos. El barril (Pitheus) tiene realmente la figura de un tonel que se imaginara sumergido en una humareda luminosa. El corniforme (Cerathias) imita la figura de un cuerno, y la lámpara (Lampadias) la de un hacha ardiente. La Caballuna (Hippeus) representa las crines de un caballo que se agitaran violentamente por un movimiento circular, ó mejor, cilíndrico. Tal cometa parece también de singular blancura, con una cabellera de color argentino, y tan brillante que apenas es posible mirarlo; allí se ve la imagen de Dios bajo una forma humana. Hay cometas erizados (*hirti*) que se asemejan á las pieles de las bestias guarnecidas con sus pelos, y se encuentran rodeados de una nebulosidad. En fin, se ha visto que la cabellera de un cometa tomó la forma de una lanza.»

Todas estas denominaciones se hallan más ó menos justificadas por la variedad de aspecto que presentan los cometas, sus nebulosidades y sus colas; pero no nos enseñan nada absolutamente sobre su naturaleza física. Ni tampoco parece completa, por otra parte, la enumeración, si hemos de considerar como cometas las antorchas y las vigas (*faces et trabes*), cuya descripción presenta aparte Plinio.

Felizmente para la ciencia, han anotado los chinos con el mayor esmero todas las apariciones de cometas, dando á las colas el poco poético nombre de *escobas* (sui ó soui). Según Biot y Julién, los cometas se llaman en chino *estrellas-escobas*, nombre derivado de la forma de la cola, y los textos no diferencian, por lo común, el núcleo. Las constelaciones que indican son, generalmente, las que el cometa ha cubierto con su apéndice; por eso el texto que describe el cometa de 1301 dice: «Barrió la estrella Thien-ki, los Soukoung,» etc. Para los chinos tampoco hay cometas sin cola. Dice Pingré: «Cuando no presentaban cola, fuera el que fuese su movimiento, sólo se les daba el nombre de *estrella ó estrella nueva*, y también de *estrella huésped*, que visitaba las provincias y se alojaba en distintos parajes como en otras tantas posadas. Permanecían en los vestíbulos de los palacios celestes; allí, bajo forma invisible, aguardaban la orden de marchar, expedida la cual se hacían visibles y se ponían en camino. Si en su curso adquirían una cola, se decía que la estrella se había convertido en cometa.»

Para la mejor inteligencia de este pasaje vamos á transcribir, según el mismo autor, el lugar en que explica «la idea disparatada y singular que los chinos se habían formado del cielo. El cielo, según ellos, era una vasta república, un gran imperio, compuesto de reinos y de provincias; estas provincias eran las constelaciones; allí se decidía soberanamente todo cuanto debía ocurrir, favorable ó adverso, al gran imperio terrestre, al imperio chino. Los planetas eran los administradores ó intendentes de la celeste república; las estrellas, los ministros; los cometas, los correos ó mensajeros; estos últimos eran enviados de vez en cuando por los planetas para visitar las provincias y para restablecer y conservar el orden

y la administración; pero todo lo que pasaba allá arriba era la causa precursora de lo que había de ocurrir aquí abajo.»

Convengamos en que las ideas de los chinos no eran más necias ni más extravagantes que los ensueños caprichosos de los europeos durante la antigüedad y la Edad media; en todo caso sirven para atestiguar que los chinos tenían opiniones algo más elevadas en cuanto al orden general, y convengamos también en que no sería preciso buscar muy atrás para hallar, quizás entre nuestros contemporáneos, algunas personas que sobre el gobierno del universo tienen formado un juicio poco distinto del de los chinos.

Pero volviendo á las definiciones aceptadas por los astrónomos modernos, diremos que en un cometa hay que distinguir siempre *la cabeza y la cola*.

La cabeza se compone de la estrella, es decir, del *núcleo* ó punto nebuloso, donde se halla condensada la luz más fuerte del astro; luego, de la nebulosidad que la rodea, que es la *cabellera* ó *atmósfera*; no todos los cometas tienen núcleo, pero en este caso los que sólo presentan una nebulosidad de aspecto vaporoso son, por lo común, cometas telescópicos; la cabeza de los cometas visibles á la simple vista brilla siempre como una estrella.

Cuando la nebulosidad ofrece en la apariencia una forma circular, ovalada y también irregular, lo cual puede depender de su figura real y de un efecto de perspectiva, sin ninguna prolongación ni rastro, se dice que el cometa no tiene *cola*, porque esta denominación se reserva para el rastro luminoso, corto á veces, á veces también de longitud extraordinaria, que arranca de la cabeza en una dirección, por lo común, opuesta á la que el Sol ocupa en el momento de la observación. Ocurre, asimismo, que la dirección de este rastro es la misma que la del Sol, ó forma determinado ángulo con la línea que une la cabeza al propio astro; esto es lo que los antiguos astrónomos llamaban las barbas del cometa, expresión que hoy día no se emplea. Para los modernos, todo apéndice luminoso, todo rastro de apariencia vaporosa, se considera siempre como cola, habiendo desaparecido las anticuadas denominaciones de cometas caudatos, barbados y crinitos.

Digamos ahora algunas generalidades sobre las cabezas y las colas de los cometas, pues más adelante haremos un estudio más detallado y detenido de su estructura.

Desde que la investigación de los cometas se efectúa de una manera regular, empleándose instrumentos poderosos, el número de estos cuerpos desprovistos de núcleo ha aumentado considerablemente. Este fenómeno fué notado por Herschel en 1807: «De los 16 cometas que he examinado, 14 no presentaban nada de particular en el centro.»

Veamos algunos ejemplos de cometas reducidos á simples nebulosidades, sin apariencia de cola ni de núcleo. El primero es el cometa de Encke, tal como lo observó el astrónomo Tebutt el 24 de junio de 1865. «Tenía, dice, unos 2' de diámetro, era débil y sin la menor condensación de luz en el centro.» En octubre de 1871 presentaba el mismo cometa, según Hind, al principio de las observaciones, el aspecto de una nebulosidad débil, casi redonda, sin condensación aparente en ninguna de sus partes. El 9 de noviembre, el mismo cometa tenía un aspecto completamente distinto de la forma globular. Según Carpenter, la nebulosidad se abría como un abanico cuyo vértice era el punto más brillante,

pero no se veía ningún núcleo bien caracterizado. Un aspecto análogo tenía el cometa que descubrió Winnecke el 12 de julio de 1870; presentaba una nebulosidad redonda bastante luminosa de 2' $\frac{1}{2}$ de diámetro.

El cometa de Brorsen, observado por Stephan en Marsella el 1.º de septiembre de 1873, presentaba el comienzo de un núcleo brillante, que describe así este astrónomo: «Nebulosidad ovoidea, de debilidad excesiva, con vestigios de condensación hacia la parte central.» Lo mismo ocurrió con el cometa de Winnecke visto en abril y mayo de 1869. «Es una débil mancha nebulosa, dice Wortham, que en ocasiones parece brillar algo en el centro.» Según Perry, existe una ligera condensación hacia la parte central, pero sin núcleo marcado. Por otra parte, no debemos olvidar que la falta de núcleo puede ocasionarla, bien la distancia del cometa, que hace invisible una condensación tan débil, ya la posición del cometa respecto del Sol; si el núcleo no brilla con luz propia, su resplandor debe ser más vivo cuanto más cerca se encuentre el cometa de su perihelio; ve-

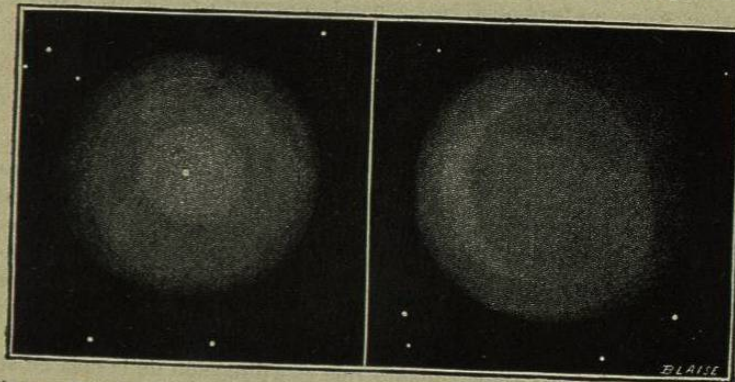


Fig. 9. - Nebulosidades cometarias; cometas sin cola ni núcleo. Condensación central

mos, en efecto, el cometa de Encke con una condensación perceptible, que en 1871 se transformó en un núcleo brillante y detallado. Del propio modo, el cometa de Brorsen, observado en 1873, presentaba una condensación considerable hacia el centro. En su aparición de 1868, era excéntrica la parte más brillante, en la que se distinguían tres ó cuatro centros de condensación ó núcleos brillantes.

El cometa II de 1867, observado por Huggins en el telescopio, mostraba «una nebulosidad ovalada, rodeando un núcleo pequeño y poco brillante, que no se encontraba en el centro, sino próximo al borde oriental de la cabellera.» Pronto veremos en el cometa doble de Biela un núcleo luminoso bien detallado en el centro de las nebulosidades que componen cada fragmento; otros cometas telescópicos se encuentran en el mismo caso. En mayo de 1873 tenía el cometa de Tempel una cabeza oblonga con núcleo central, que brillaba como una estrella de 12.^a ó 13.^a magnitud. El cometa de Faye visto en Marsella en el mes de septiembre del propio año, aunque excesivamente débil, tenía un pequeño núcleo bien definido que hacía fácil la observación; el cometa IV de 1873,

descubierto por P. Henry en el Observatorio de París, era redondo, muy brillante, casi visible á la simple vista y con condensación central, y este hecho se repite en muchos de los cometas descubiertos recientemente.

Hemos hablado de cometas cuyo núcleo brillaba tanto como el disco de Júpiter; los hay también de luz más resplandeciente todavía; vemos, pues, que es posible pasar por grados insensibles desde las rudimentarias nebulosidades, desprovistas de condensación luminosa, á los cometas cuyas cabezas superan en brillo á las más resplandecientes estrellas. Hallaremos también una gradación semejante respecto á las colas; desde los cometas que apenas muestran algún indicio, observados con el telescopio, hasta los gigantescos rastros luminosos de los grandes cometas de 1680, 1769, 1811, 1843, 1858, etc. Estos diversos aspectos pueden apreciarse inspeccionando los numerosos grabados de esta parte de nuestro trabajo.

Tenemos que insistir, al hablar de la dirección de las colas, sobre un punto importante, sobre un fenómeno casi general, observado desde los tiempos antiguos. Dice Séneca:

Comae radios solis effugiunt
(las cabelleras de los cometas huyen de los rayos del Sol)

Según E. Biot, los astrónomos chinos habían observado, desde el año 837, esta dirección constante de las colas hacia la parte opuesta al Sol. En Europa, Apiano fué el primero que se fijó, según refiere Lalande, en que las colas de los cometas se hallaban siempre opuestas al Sol; esta regla la confirmaron entonces Frisio, Fracastor y Cardano; sin embargo, Tycho Brahe no creía que fuese general, ni que estuviese bien demostrada, pero hoy día no existe en este punto duda alguna.

Pingré hace observar fundadamente, que esta dirección de la cola en sentido opuesto al Sol no es siempre clara y terminante; cita el cometa de 1577, cuya cola se desviaba 21° hacia el Sur; el gran cometa de 1680 en el que la desviación alcanzó $4^\circ \frac{1}{2}$; en estos dos casos, no obstante, el cometa y la Tierra ocupaban en el cielo las mismas posiciones relativas. La desviación es, por otra parte, mucho más débil según que la cola del cometa se encuentra más inclinada sobre la órbita; considerada en el nacimiento de la cola, es tanto menor cuanto más cerca está el astro de su perihelio; por último, se forma siempre al lado de la órbita que abandona el cometa.

De la ley que acabamos de mencionar resulta que la cola de un cometa unas veces sigue y otras precede al astro en su movimiento; lo sigue antes de su paso por el perihelio, y por el contrario, lo precede cuando el paso ha tenido lugar. Además, con la mayor frecuencia tienen las colas una curvatura más ó menos considerable, la cual parece tanto más pronunciada cuanto mayor es la inclinación de la Tierra respecto de su órbita; si la Tierra está situada en el plano mismo de esta órbita, la curvatura es nula al parecer, y la cola es rectilínea, ó al menos así se presenta, lo cual se debe á un efecto de perspectiva, puesto que en este caso la curvatura tiene lugar en el plano de la órbita. Hay un ejemplo que presentar, que en la apariencia se opone á esta ley; nos referimos á las dos colas

del gran cometa de 1861. El 30 de junio, día en que la Tierra pasaba por el plano mismo de la órbita del cometa, ambas colas, proyectadas una sobre otra, parecían formar un solo apéndice, más ancho en el primer tercio de la longitud á partir del núcleo, pero ambos rectilíneos.

Y volviendo de esta digresión diremos que la curvatura es mucho más pronunciada, si se consideran las porciones de la cola más lejanas del núcleo; de donde resulta que, si se trazan radios vectores desde el Sol á las diversas posiciones del cometa, presentará siempre la cola su parte convexa á estas líneas, como se observa en la figura 10.

Aún podemos deducir otra consecuencia de estos hechos; si la Tierra ocupa una posición particular respecto del cometa y el Sol, y el cometa se halla en oposición con este último, su cola se encontrará también opuesta al Sol, y situada detrás del núcleo, de modo que es invisible. Sólo es dado verla en el sentido de su ancho, y entonces parece que rodea el núcleo en forma de cabellera,

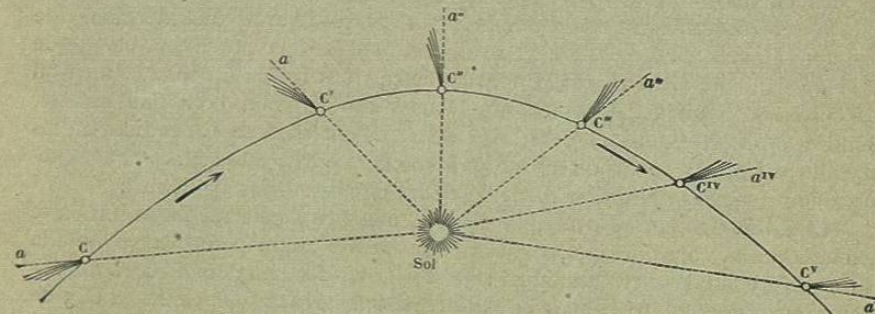


Fig. 10 - Dirección general de las colas cometarias

dando á la atmósfera cometaria una extensión aparente más considerable. De esta suerte puede explicarse la carencia de cola, comprobada en cierto número de cometas, por otra parte, muy próximos á la Tierra.

Por lo general, la cola de los cometas es única; varía mucho en sus formas y dimensiones aparentes y reales; para un mismo astro cambia á veces con gran rapidez, pero está formada por un solo rastro luminoso; sin embargo, pueden citarse varios ejemplos de colas dobles y múltiples. Los cometas de 1807 y 1843 tenían cola doble, ó lo que es lo mismo, una cola formada por dos brazos ó ramas, de largo desigual. Lo mismo pasó con el cometa de 1823, del cual da Arago los detalles siguientes:

«El 23 de enero de 1824 tenía el cometa, además de su cola ordinaria opuesta al Sol, otra dirigida hacia este astro, lo que le daba cierta semejanza con la gran nébula de Andrómeda. La primera cola parecía abarcar un espacio de 5° próximamente; la longitud de la segunda no pasaba de 4° ; sus ejes formaban entre sí un ángulo muy obtuso que poco difería de 180° ; cerca del cometa apenas se columbraba la cola extraordinaria; el máximo de esplendor se hallaba á 2° del núcleo. En los primeros días de febrero no se distinguía más que la cola opuesta al Sol, y la otra había desaparecido, ó por lo menos estaba tan debili-

tada, que no era posible observarla, ni en las mejores condiciones atmosféricas, empleando buenos anteojos de noche.

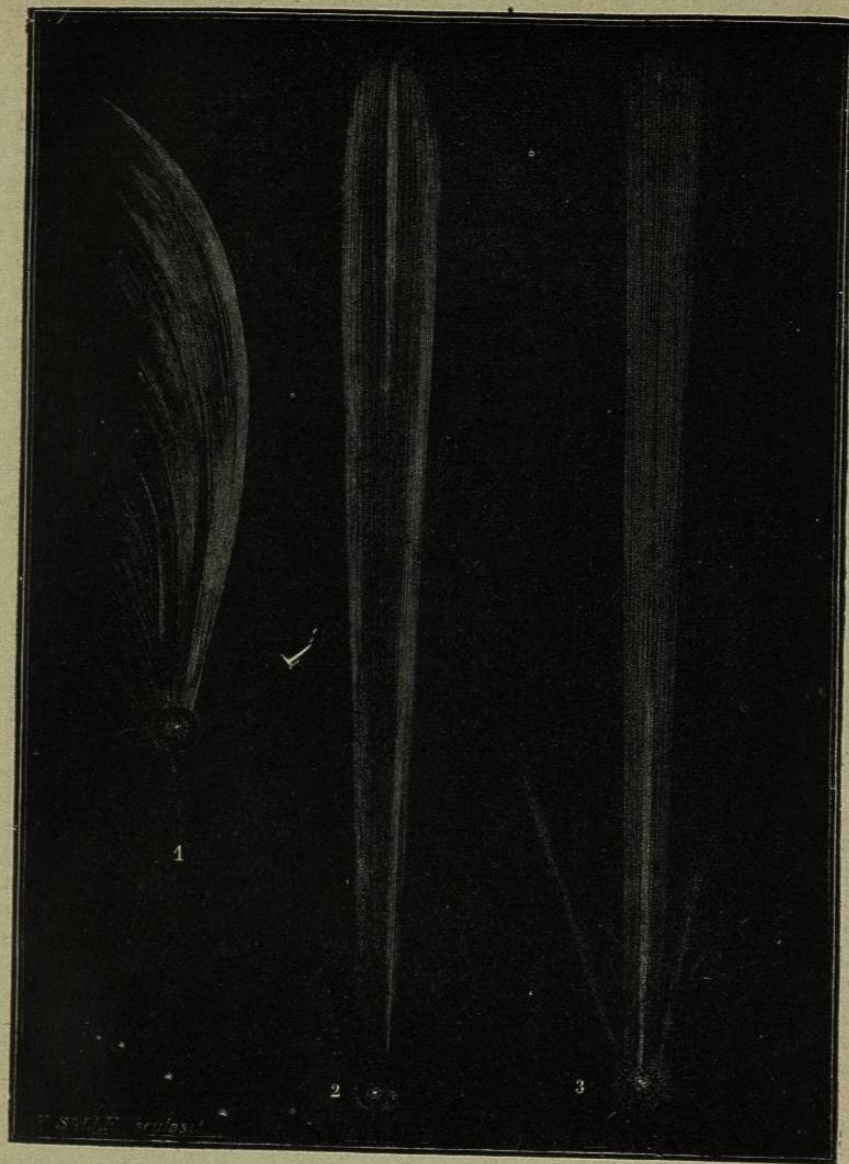
Los cometas I de 1850 y IV de 1851 ofrecieron igual fenómeno: dos colas desiguales, de las que la más corta se dirigía hacia el Sol.

Las observaciones y dibujos de Messier demuestran que el gran cometa de 1769 tuvo, si no una cola múltiple, al menos haces laterales luminosos, que formaban como dos colas secundarias que partían del núcleo, mucho más pequeñas, por otra parte, y menos extendidas en latitud que la cola principal, con cuyo eje formaban dos ángulos desiguales. Todas ellas eran rectilíneas, como puede verse en la lámina siguiente.

El cometa de Donati ofreció en 1858 una particularidad semejante; además de la cola principal, notable por su extensión, su curvatura y su brillo, se columbraron primero uno, y luego dos rastros luminosos, mucho más débiles, rectilíneos, ó al menos que así lo parecieron al primer aspecto, y casi tangentes á las dos curvas que limitaban la cola grande. En varias de las láminas de esta obra se representan con toda la fidelidad posible las diversas modificaciones de este importante fenómeno, según se observó en Europa por Schwabe, desde el 11 de septiembre, luego por Hind, Winnecke y Struve. En América estudiaron las colas secundarias del cometa de Donati, dibujándolas con gran esmero, Bond y otros. Al seguir el desarrollo de estos maravillosos apéndices en las magníficas láminas de la portentosa obra que consagró á este asunto el astrónomo americano, hay que hacer mención de las circunstancias siguientes:

«El 27 de septiembre principia á verse una ligera cola rectilínea, en parte ocultada por la cola principal, y casi de su mismo largo; parece tangente á la parte cóncava de la curvatura; igual aspecto el día 28; el 29 comienza á aproximarse al núcleo; el 30 apenas es visible, pero los días siguientes hasta el 3 de octubre se distingue mejor; entonces tiene una mitad más de largo que la cola principal. El 4 del mismo mes aparece una segunda cola rectilínea, menos larga que la otra, formando con ésta un ángulo sensiblemente igual al de los dos bordes curvos de la cola principal, á contar del núcleo; el día 5 es la más larga y ancha y también la más viva; los días 6, 7 y 8 de octubre, se ve únicamente la más larga de las colas secundarias, pero el 9 reaparece la segunda, si bien por última vez. En esta fecha la convexidad de la cola principal se acentúa, y la más larga de las colas rectilíneas, siempre tangente á esta convexidad, se ha encorvado en su parte inferior, de manera que, prolongada en línea recta, no termina en el núcleo del cometa. Estas apariencias particulares permiten que se considere el cometa de Donati como dotado de una cola triple.»

En el siglo penúltimo se observó un cometa cuya cola, dispuesta como un abanico, presentó hasta seis ramas distintas; fué el cometa de 1744 ó de Chéseaux, que representa la fig. 11 según los dibujos de este astrónomo. El 8 de marzo pudo observarse su extraño aspecto de un modo satisfactorio; las seis ramas divergentes de la cola salían del núcleo en forma de curvas luminosas, cuyos rayos extremos comprendían un ángulo de unos 60° próximamente, estando situados los de mayor longitud hacia la parte cóncava. Chéseaux vió salir el astro antes que el Sol y aparecer sobre el horizonte el gigantesco abanico cuando todavía no era visible el núcleo.



COMETAS DE 1577, 1680 Y 1769

1. Cometa de 1577, según Cornelio Gemma. — 2. Cometa de 1680, según J. C. Sturm
3. Cometa de 1769, según Messier