

del núcleo hacia el Sol, la variación de sus posiciones, de su número y de su brillo, todos estos fenómenos tan curiosos é instructivos, se observaron en varios puntos de Europa; en el Observatorio de París por Arago, en Dessau y Königsberg por Schwabe y Bessel, en Islandia por Cooper y en Florencia por Amici. Desde el 7 de octubre hasta el 10 de noviembre, presentó la cabeza del cometa una sucesión de aspectos que en parte reproducimos en la lámina de la página 79, en la cual se representan las observaciones que Herschel hizo en el Cabo. Estudiando é interpretando Bessel estos resultados, llamó la atención de los sabios y observadores hacia esta parte de la astronomía cometaria, muy abandonada hasta entonces, resultados que la erudita pluma de Arago contribuyó á propagar con las noticias científicas que insertaba en el Anuario de la Oficina de las Longitudes. Insistió Bessel, sobre todo, en un hecho de la mayor importancia; había notado que el cono luminoso, sector ó penacho, emanado del núcleo, emitido primero en la dirección del radio vector, se alejaba poco á poco y en cantidad notable de su dirección primitiva, para volver á ella de nuevo y superarla, pero en inverso sentido. De aquí dedujo la existencia de un movimiento de rotación, ó más bien de oscilación, de la cabeza y del núcleo en el plano de la órbita. Esta oscilación dió origen á la hipótesis, notable bajo todos conceptos, de la existencia de una fuerza polar que tuviera su foco de acción en el Sol y que hiciese oscilar los cuerpos cometarios como una barra magnética hace oscilar la aguja imantada.

Otros cuatro cometas han presentado fenómenos análogos, pero con diferencias que vamos á señalar; el cometa de Donati (1858), el III de 1860, el II de 1861 y finalmente el II de 1862, del que daremos algunos detalles que harán comprender el modo de formación y el desarrollo de los penachos luminosos, y de las envolturas nebulosas á que dan origen estos mismos penachos, y por último, de las colas, que la materia cometaria emanada de esta suerte del núcleo central, parece formar bajo el influjo de una especie de repulsión cuya causa habrá que investigar en seguida.

En el cometa de Donati, los rayos de materia luminosa que se escapaban del núcleo, como otros tantos penachos desarrollados en forma de abanico del lado del Sol, produjeron alrededor de la cabeza envolturas sucesivas, que, al alejarse, disminuían de brillo, aproximándose al mismo tiempo unas á otras. Esta especie de aplanamiento lo consideró el astrónomo Bond como resultante de una disminución progresiva en la velocidad de expansión de cada envoltura.

Sucesivamente se formaron siete de éstas, elevándose sobre el núcleo en períodos que variaron de 4 días y 16 horas, á 7 días y 8 horas. Cada una de ellas permaneció así, como retenida por el núcleo, durante cierto tiempo, adquiriendo gradualmente la propiedad de ser empujada hacia atrás, para ir á formar á ambos lados del núcleo las dos ramas de la cola principal. Los penachos han presentado siempre la misma dirección respecto del Sol, de suerte que se debe deducir que ni el núcleo, ni la cabellera, estaban dotados de movimiento rotatorio sensible; que ninguna oscilación de este género, además de la que observó Bessel, se manifestó en la cabeza del cometa de Donati, salvo el movimiento que exige la dirección constante de los sectores luminosos hacia el Sol. Esta carencia misma de movimiento rotatorio implica, según Bond, la acción de una

fuerza polar emanada del Sol, que mantendría el eje del núcleo hacia el foco del movimiento.

Los cometas de 1860 y 1861 fueron también teatro de emisiones nucleares en una dirección permanente: la primera, durante dos semanas, y la segunda, durante un mes. Once envolturas sucesivas salieron del núcleo del cometa de 1861 á intervalos regulares de dos horas. Su desarrollo y disipación final se llevaron á efecto, como se ve, con mucha mayor rapidez que en el cometa de Donati.

Vamos á presentar ahora las evoluciones de los sectores luminosos del gran cometa de 1862, que presentó, por el contrario, oscilaciones análogas á las de los penachos del cometa de Halley. Para esto seguiremos la descripción del astrónomo francés Chacornac, cuyos dibujos insertamos en el texto, los cuales fueron ejecutados durante la aparición de este notable cometa.

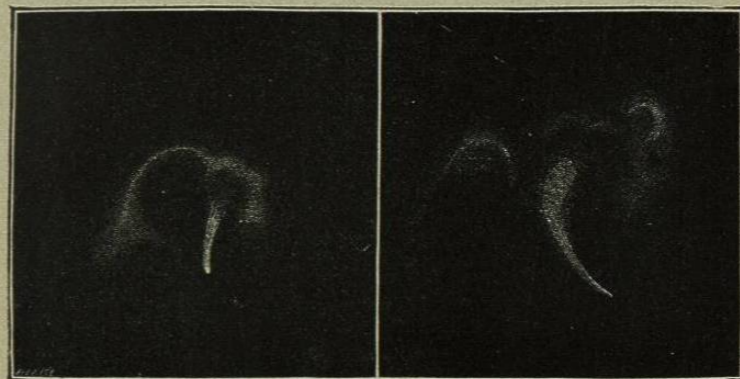


Fig. 12. — Evoluciones de los penachos ó sectores luminosos del gran cometa de 1862, según las observaciones de Chacornac: cabeza del cometa el 23 de agosto á la una de la mañana y á las nueve de la noche del mismo día.

Desde el 10 de agosto de 1862 pudo comprobar Chacornac en la cabeza del astro la presencia de un penacho luminoso, de un sector brillante vuelto hacia el Sol y que de 46 grados de amplitud á las tres de la madrugada, llegó á abrirse al siguiente día á las dos, como la corola de una convolvulácea, y abrazaba 65 grados. El núcleo tenía el 10 el aspecto de un cohete, de un diámetro mucho más extendido en la dirección perpendicular. Observemos que lo contrario ocurrió en los núcleos de los cometas de 1858 y 1861, que parecían aplanados en el sentido del radio vector. El 11 eran iguales ambos diámetros; volvieron sucesivamente á desprenderse del núcleo nuevos penachos, y con fecha del 26 de agosto, á las diez de la noche, deducía el observador que se habían sucedido del 10 al 26 de noviembre, en número de 13, pero vamos á ver con cuántas modificaciones. Habiendo seguido durante todo este intervalo, excepto en tres noches nubladas, los sucesivos penachos, dió Chacornac en los siguientes términos la descripción sumaria y la interpretación de los fenómenos:

«El núcleo del cometa emite periódicamente, en la dirección del Sol, un

haz gaseoso de donde se escapan partículas de materias cometarias, como del émbolo de una máquina se escapa un chorro de vapor. Este haz conserva durante cierto tiempo formas rectilíneas, como si una fuerza considerable de proyección que residiese en el núcleo, lanzara en esta dirección las partículas; luego se encorvan un poco, tomando la forma de un cono ligeramente arqueado. En este momento, la materia cometaria acumulándose en la extremidad del haz más próximo al Sol, forma una especie de nube, cuyos contornos redondeados, parecen indicar que á esta distancia del núcleo la fuerza de proyección es inferior á la resistencia que encuentra; refluyendo entonces de una á otra parte, como una columna de humo agitada por el viento, se extiende la materia en capas de nivel, cuya salida (fig. 13) parece tener lugar por la cola.

» Poco á poco toma el cono vaporoso, cuyo eje y vértice han parecido siempre las partes más luminosas, un aspecto difuso, nebuloso, como si una atmósfera espesa lo velara parcialmente; el resplandor del centro se debilita, el de los costados aumenta y el cono se prolonga. Continúa en aumento el aspecto difuso, el haz gaseoso se deforma, desaparece la luz del eje y todo indica, al parecer, que la emisión nuclear ha dejado de producirse en este sentido. El núcleo se muestra redondo y brillante. En esta fecha, en un ángulo de posición inclinado sobre el radio vector unos 30 grados hacia el Este, aparecen los primeros rudimentos de un segundo haz, que sucede al anterior; y á medida que estos trazos se hacen más visibles, el haz vaporoso, que al principio se dirigía al Sol, continúa ensanchándose con una curvatura cada vez más pronunciada, hasta el momento en que insensiblemente deformado se reduce á una tenue y dilatada neblina, que apenas si conserva vestigios de su forma y dirección primitivas. En este estado, la envoltura hemisférica que rodea el penacho es más brillante, y se encuentra mejor limitada en la parte correspondiente al radio difuso en vías de dispersión.

» En el espacio de tiempo en que se dispersó el rayo dirigido al Sol, se ha desarrollado progresivamente el nuevo haz, del mismo modo que el anterior, es decir, que el núcleo se alargó poco á poco en forma de cono, desprendiendo partículas gaseosas de todas las regiones de su superficie, las que al lanzarse según la dirección del eje, formaron el nuevo haz, que diez y seis horas después se halla en una fase igual al anterior. En este nuevo rayo pueden seguirse los mismos cambios que presentó el anterior, notándose, sin embargo, que este haz gaseoso alimenta la parte oriental de la envoltura hemisférica y la otra rama de a cola.

Vamos ahora á ocuparnos de unas transformaciones, más singulares aún, del aspecto exterior de las nebulosidades cometarias, y sobre todo, de transformaciones más radicales.

El segundo regreso del cometa de seis años y $\frac{2}{3}$, después de 1826, época de su descubrimiento como cometa periódico, y oncenno regreso después de su primera observación en 1772, se señaló, dijimos, por un suceso memorable: la reaparición del astro, ó su división en dos cometas distintos; veamos algunos detalles históricos.

En 21 de diciembre de 1845 había Encke observado en Berlín el cometa de Biela; Valz lo vió en Marsella el 25 del mismo mes, y ninguno de estos astróno-

mos percibió trazas de división. No obstante, el 19 señaló Hind hacia el norte del núcleo una especie de protuberancia; ¿sería ésta el primer indicio de la separación? Sea de ello lo que quiera, parece cierto que tan sólo el 15 de enero de 1846 se vió doble el cometa, en el Observatorio de Washington; en Europa se comprobó la existencia de dos núcleos distintos, quince días antes del paso por el perihelio, en los observatorios de Marsella, Cambridge y Berlín, por los respectivos astrónomos Valz, Challis y Encke.

«El 18 y el 20 de enero, dice Valz, no ofrecía el cometa nada de particular; solamente la condensación luminosa central me pareció más intensa que en las

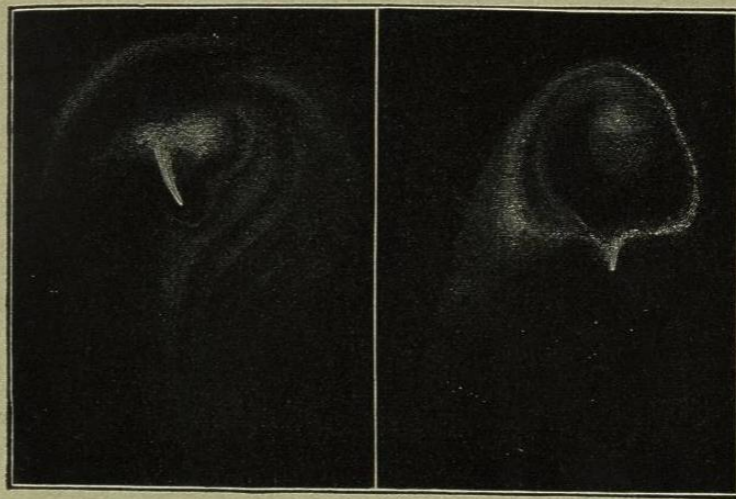


Fig. 13. — Evolución de los penachos del cometa de 1862: 23 de agosto á las nueve de la noche y el 24 á la misma hora

apariciones precedentes. El mal tiempo no me permitió volver á ver el cometa hasta el día 27. Al principio me quedé absorto al encontrar dos nebulosidades con 2' de intervalo, en lugar de una sola.... Ayer, 29, á pesar de las nubes, he observado de nuevo la doble cabeza; la cabeza secundaria es más débil que la otra. A cada núcleo seguía una cola pequeña, cuya dirección era perpendicular á la línea que unía los centros de los núcleos; ambos tenían igual velocidad y se movían en una misma dirección. El 31 de enero comprobó Hind la rápida separación de los núcleos; un mes escaso después, la distancia de los dos cometas gemelos se había triplicado, siendo, por lo demás, variable de un día á otro el aspecto de cada uno de ellos. Tan pronto brillaba más uno de los núcleos que el otro, por manera que se hacía difícil decir cuál era el cometa principal y cuál el secundario.

La figura 14 da el aspecto y la posición relativa de los núcleos y las colas el 19 de febrero de 1846, según un dibujo del astrónomo ruso Otón Struve. Se ve que entonces no había ningún lazo aparente, ninguna comunicación material

entre los dos astros. «En una palabra, la parte de cielo que los dividía estaba, como dice Humboldt, libre de toda nebulosidad, en el Observatorio de Pulkowa. Pues bien, algunos días después, el teniente Maury observó en Wáshington, con un instrumento dióptrico de Munich, de nueve pulgadas de diámetro, unos rayos que el antiguo cometa enviaba al nuevo; de suerte que durante algún tiempo parecía que de uno á otro había tendido una especie de puente. Disminuyendo de brillo de un modo insensible el pequeño cometa, casi no podía reconocerse el 24 de marzo. El mayor se vió aún por algunos días, hasta que á su vez desapareció el 16 ó 20 de abril.» (*Cosmos.*)

El crecimiento del intervalo aparente de ambos núcleos no probaba, ni mucho menos, una separación real de los dos fragmentos del cometa, puesto que durante las observaciones se acercaba éste á la Tierra; pero el cálculo de las distancias verdaderas lo efectuaron, primero Laugier y luego Plantamour y Arrest, y resulta del cuadro siguiente, debido á este último, que después de haberse alejado hasta el 13 de febrero, volvieron á reunirse progresivamente ambos cometas:

				Leguas
Distancia de los núcleos el	14 de enero de 1846.			71.250
»	»	24	»	75.000
»	»	3 de febrero	»	77.000
»	»	12	»	77.500
»	»	23	»	77.000
»	»	5 de marzo	»	76.250
»	»	15	»	72.500
»	»	25	»	69.250

Las variaciones de aspecto y esplendor que presentaron ambos cometas no fueron menos notables que sus variaciones de distancia. Ambos mostraban una condensación luminosa en el centro de su nebulosidad; ambos tenían colas bastante cortas, pero paralelas entre sí. «Mas desde la primera observación, el 13 de enero, en que el nuevo cometa era muy pequeño y débil en comparación del antiguo, su diferencia de brillo y magnitud aparente fué disminuyendo. El 10 de febrero eran casi iguales, si bien la víspera la luz de la Luna sólo permitió la observación del mayor. El 14 y el 16 el nuevo cometa era decididamente más nebuloso que el antiguo, presentando al mismo tiempo un núcleo vivo y brillante como una estrella, comparado por el teniente Maury á un deslumbrador diamante. Desde el día 18 empezó el antiguo cometa á recuperar su superioridad, siendo, poco más ó menos, como dos veces tan brillante como su compañero, y ofreciendo un núcleo estrellado de inusitada vivacidad. Desde este momento se debilitó el nuevo cometa, permaneciendo, empero, visible hasta el 15 de marzo; el 24 apareció como un cometa sencillo, y el 22 de abril habían desaparecido uno y otro.» (Herschel.)

La comunicación luminosa observada por Maury entre los dos astros, y más arriba citada, merece también llamar nuestra atención. Además de la cola propia de cada cometa, vió este observador un arco luminoso que, como el ojo de un puente, se extendía de uno á otro núcleo. Esto tenía lugar en la época en que

el nuevo cometa presentaba su máximo de esplendor; y cuando el antiguo recuperó su superioridad, emitió nuevos rayos que le dieron el aspecto de un cometa de tres colas tenues, que formaban entre sí ángulos de 120° , y de las cuales, una reunía los dos cometas.

Se comprende que los astrónomos prestaran la mayor atención al regreso del cometa de Biela en 1852; en agosto y septiembre de este año, ambos astros, que habían viajado juntos durante una revolución completa, fueron columbrados por el profesor Challis en Cambridge, por el P. Secchi en Roma y por Struve en San Petersburgo. Esta vez los cometas se hallaban, por término medio, ocho veces más distantes que en su paso de 1846, esto es, á 600.000 leguas uno de otro.

Después de esta fecha no se han vuelto á ver, aunque en las épocas de sus reapariciones sucesivas en 1859, 1866, 1872, 1879, 1885, 1892 y 1898, emplea-



Fig. 14. - Cometa de Biela desdoblado, el 19 de febrero de 1846, según un dibujo de Struve

ron los astrónomos en sus investigaciones los telescopios poderosos de que disponen actualmente. En 1872 debía de hallarse uno de los núcleos tan cerca de la Tierra, como para poder chocar con ella, y en efecto, á este encuentro se debe el espléndido fenómeno presenciado por los observadores europeos en la noche del 27 de noviembre: millares de estrellas fugaces que, como inflamada lluvia, cayeron de los cielos, eran parte integrante de uno de los dos cometas.

La separación del cometa de Biela debía sugerir, y en efecto sugirió inmediatamente, investigaciones históricas sobre los sucesos análogos cuyo recuerdo había transmitido la tradición, pero que hasta aquella fecha se creía oportuno y prudente considerar como dudosos. Entonces se recordó que Demócrito, al decir de Aristóteles, había referido el hecho de un cometa que súbitamente se dividió en un gran número de estrellas pequeñas. Este hecho quizás dió origen á la opinión, sustentada por algunos antiguos filósofos, de que los cometas estaban formados por dos ó más estrellas errantes. Tratando Séneca de refutar esta idea, menciona la relación que hizo el historiador griego Eforo, de la división del cometa del año 371 en dos estrellas; dice así:

«Eforo, que dista mucho de ser un historiador de veracidad irreprochable, á menudo se engaña, á menudo engaña á sus lectores. Este cometa, por ejemplo, sobre el cual todos fijaron los ojos con tanta avidez, á causa de la inmensa catástrofe que produjo su aparición, sumergiendo las ciudades de Bura y Hélice, pretende Eforo que *se dividió en dos estrellas*; nadie más que él da cuenta de este hecho. ¿Quién en efecto, hubiera podido observar el momento en que el cometa se disolvió, se dividió en dos fragmentos? ¿Cómo, por otra parte, si alguien vió desdoblarse el cometa, nadie lo vió formarse de dos estrellas? ¿Por qué Eforo no ha dado el nombre de estas dos estrellas?»

Estos dos últimos argumentos parecen de poca fuerza, mientras que el hecho citado por Eforo no presenta dificultad alguna después de la observación de enero de 1846.

Bajo el consulado de Marco Valerio Masala Barbato y de Sulpicio Quirino, antes de la muerte de Agripa, se vió un cometa durante varios días; parecía como suspendido encima de la ciudad de Roma, resolviéndose en seguida en varias antorchas pequeñas. Este suceso lo refiere Dion Casio.

Según las observaciones de los chinos, recogidas por Biot, aparecieron tres cometas agrupados el año 896, recorriendo juntos su órbita. Finalmente, cita Pingré el pasaje de Nangis que sigue, del que parece resultar que el cometa de 1348 se dividió en varios fragmentos. «Al comenzar la noche, en nuestra presencia, y con gran sorpresa por nuestra parte, se dividió esta gruesa estrella en varios rayos, los que se extendieron sobre París por el lado de Oriente, desapareciendo todos. ¿Era este fenómeno un cometa ú otra estrella, ó bien estaba formado por algunas exhalaciones y se resolvió en seguida en vapor? Esto es lo que abandono al juicio de los astrónomos.»

Puede ser que en los fenómenos de división repentina mencionados por los antiguos autores se haga alguna alusión á los bólidos, ó como dice Pingré, á los meteoros; pero no por esto dejaría de ser el hecho menos curioso, y por lo demás se relacionaría más de lo que en aquella fecha podía creerse con los fenómenos que presentan los mismos cometas, puesto que entre estos cuerpos, los bólidos y las estrellas fugaces existe, según hoy día se cree, un enlace real, y tal vez un origen común. En todo esto no es ya posible considerar que tales cuerpos sean extraños unos á otros.

Esparcidas por las páginas anteriores se encuentran algunas ligeras ideas, que en tiempo oportuno ampliaremos, acerca de los métodos de que se valen los astrónomos para calcular la masa de un astro, la cantidad de materia que contiene, comparada con la del globo solar ó con la de la Tierra, y en una palabra para pesarlo. Los métodos que se emplean, aunque distintos, se apoyan todos en el gran principio de la atracción universal; por ahora sólo nos ocuparemos de los resultados obtenidos y vamos á ver qué es lo que se sabe acerca de las masas cometarias.

Recordaremos que ciertos cometas, al recorrer sus órbitas, se han aproximado á varios planetas, como Júpiter y Saturno, Marte y la Tierra, hasta tal punto, que sus movimientos experimentaron perturbaciones sensibles. Estas, que alteran la forma y las dimensiones de la órbita, se han predicho y calculado con anticipación; y la observación demostró que las aceleraciones ó los retardos asigna-

dos por la teoría eran debidos, como ésta supone, á la acción perturbadora de las masas planetarias. Si las masas de los cometas fueran del mismo orden de magnitud que las de los planetas, hubieran sido sus efectos de igual naturaleza y se habrían comprobado recíprocamente alteraciones sensibles en los movimientos de Júpiter ó de los demás planetas. Nada de esto se ha observado.

Pongamos como ejemplo el cometa de 1770, ó de Lexell, que la atracción poderosa de Júpiter obligó por primera vez á describir una órbita elíptica de período corto, y que por una acción ulterior del mismo astro volvió á enviar para siempre á las profundidades del cielo. No sólo no ejerció el cometa efecto alguno en la masa de Júpiter en las épocas de sus pasos por sus inmediaciones en 1769 y 1779, pero ni siquiera perturbó en lo más mínimo los movimientos de sus cuatro satélites.

Según los cálculos de Burckhardt, atravesó el cometa el sistema de los satélites de Júpiter en 1779, toda vez que se aproximó al planeta á una distancia inferior al radio medio de la órbita del cuarto satélite. Pero de las investigaciones de Le Verrier, publicadas en 1844, resulta que esta distancia fué en realidad, y cuando menos, igual á tres y media veces este radio. Sin embargo, las consecuencias deducidas de la débil masa del cometa de Lexell son siempre muy importantes.

Este mismo cometa pasó en 1770 muy cerca de la Tierra; su menor distancia á nuestro globo llegó á ser igual, en efecto, á $\frac{1}{60}$ del espacio que nos separa del Sol, esto es, unas 600.000 leguas ó casi 6 veces la distancia de la Luna; el cometa de Lexell es de todos los observados, exceptuando el de Biela, el que más se ha aproximado á la Tierra, la cual hubiera debido experimentar una acción sensible, si la masa del cometa hubiese sido comparable á la de nuestro globo. «Suponiendo ambas masas iguales, dice Laplace, la acción del cometa hubiera aumentado en unos 11,612" (centésimales) la duración del año sidéreo. Las numerosas comparaciones de las observaciones efectuadas por Delambre y Burckhardt para construir sus tablas del Sol demuestran que desde 1770 el año no ha aumentado en 3" (2",6 sexagesimales); la masa del cometa no llega, pues, á $\frac{1}{8000}$ de la masa de la Tierra.»

Acabamos de indicar una primera evaluación de las masas cometarias deducidas de las perturbaciones recíprocas que los cometas y planetas ejercen sobre sus movimientos respectivos, la cual demuestra que los cometas parecen tener masas muy débiles, puesto que, perturbados considerablemente en su marcha cuando se aproximan á un planeta, no han indicado jamás un influjo sensible en el movimiento de este último. Pero por el número hallado para la masa del cometa de Lexell, número que en rigor es un máximo, podemos ver cuánto dista de ser exacta una apreciación de Babinet, que consideraba los cometas como una *nada visible*. La 5.000.^a parte del globo terrestre equivale á la 60.^a parte de la masa de la Luna, cantidad que no puede despreciarse por ningún estilo.

Para justificar su expresión apoyábase Babinet en las siguientes consideraciones de óptica; empieza por recordar un hecho exacto y perfectamente comprobado: el de verse estrellas muy débiles á través de las nebulosidades cometarias, sin que su luz pierda nada de su intensidad. Considerando, por ejemplo, el cometa de Encke, que en 1828 tenía el aspecto de una masa nebulosa globu-

lar de 125.000 leguas de diámetro, á través de la cual vió Struve una estrella de undécima magnitud, sin notar ninguna disminución en su brillo, hacía Babinet el siguiente raciocinio: No habiéndose alterado en lo más mínimo la intensidad luminosa de la estrella á causa de la nebulosidad cometaria, claro es que su propia intensidad no era la 60.^a parte de la primera; ahora bien, la atmósfera iluminada por la Luna llena hace desaparecer todas las estrellas inferiores á la 4.^a magnitud, y sin embargo, la luz lunar sólo posee, según Wollaston, un poder de iluminación 800.000 veces menor que el del Sol. Teniendo en consideración también los espesores comparados de la atmósfera y del cometa, deducía el poco afortunado académico, que la densidad de la substancia de un cometa no podía evaluarse en una cantidad tan grande como la de nuestra atmósfera, disminuída por el enorme divisor de *cuarenta y cinco mil millones*. Según esta cuenta, el cometa de Encke sólo pesaría mil y doscientas toneladas.

El mismo método de evaluación de las masas cometarias por consideraciones ópticas, se aplicó también por Babinet al cometa de 1825, llamado cometa del Toro. Este cometa, interpuesto delante de una estrella de 5.^a magnitud, no llegó á hacer variar su esplendor de un modo sensible. La estrella en cuestión no había perdido, pues, ni una mitad de magnitud, ó dicho de otro modo, el quinto de su luz, y por lo menos había conservado las cuatro quintas partes de su esplendor normal; esto no obstante, su luz atravesaba entonces una capa de 2.000 leguas de espesor, es decir, mil veces mayor que el espesor de la atmósfera, suponiendo que la densidad de ésta fuera en toda su extensión igual á la que ofrece en la superficie del suelo. Y como se admite que la luz en su trayecto perpendicular á través de la atmósfera pierde más del cuarto de su intensidad, resulta que la estrella hubiera debido reducirse á una intensidad igual á la fracción $(\frac{3}{4})^{1000}$, si la densidad de la nébula cometaria era comparable á la del aire. Esta densidad es, pues, enormemente menor, y para expresarla, toma Babinet una fracción cuyo numerador es la unidad y su denominador un número superior á la unidad, seguido de 125 ceros. Y dice también: «Cuando Herschel en su última obra sobre astronomía hablaba de algunas onzas para la masa de la cola de un cometa, tropezó, puede decirse, con tantos incrédulos como lectores. Sin embargo, su evaluación es muy exagerada en comparación de la determinación que precede.»

No queremos investigar si los cálculos á que conducen estos métodos ingeniosos están basados en puntos fuera de toda discusión; si la densidad es, en efecto, proporcional al esplendor luminoso; si la substancia de que están formadas las nebulosidades cometarias puede asimilarse á la de los gases que conocemos, ya desde el punto de vista de su composición molecular, ó de sus respectivas propiedades ópticas. Pero, admitiendo la conclusión, sería preciso, en todo caso, reconocer que ésta no puede aplicarse sino al cometa de 1825 y al de Encke, ó todo lo más, á los cometas que no tienen una intensidad luminosa superior á la de estos dos astros. Toda la argumentación de Babinet descansa, en efecto, en la extremada debilidad de las luces cometarias, comparadas con la iluminación de la atmósfera por el Sol, y en el gran espesor de las nebulosidades que atraviesan las luces estelares. Este razonamiento es nulo desde luego, en cuanto á los cometas muy luminosos, por ejemplo, para los que se han visto

en pleno día y á la simple vista; tales fueron, como hemos referido, los cometas del año 43 antes de nuestra era, de los años 1006, 1402, 1532, 1577, 1618, 1744. Tal fué sobre todo el gran cometa de 1843, observado en pleno día en Florencia, á 1° 23' del Sol. El primer cometa de 1847 fué visible en Londres, muy inmediato al Sol. Sin referirse á cometas de tan extraordinario esplendor, ¿no hemos visto el quinto cometa de 1857, el 8 de septiembre, sin que la luz de la Luna haya perjudicado á la observación? No es posible asimilar semejantes astros al cometa de Encke, débil nebulosidad apenas condensada en su centro, la que, sin embargo, estima Faye de alguna consideración, pues dice «que la densidad relativa del núcleo del cometa de Encke debe ser bastante notable, puesto que brilla á la simple vista como una estrella de cuarta magnitud.» ¿Estamos seguros, por otra parte, de que las estrellas observadas á través de las nebulosidades cometarias no hubiesen sufrido alteraciones en su densidad, ó no hubiesen sido quizás eclipsadas, si la ocultación, en vez de verificarse en un punto cualquiera de la nebulosidad, hubiera ocurrido precisamente detrás del núcleo, en la parte más luminosa de la cabeza del cometa? Una ocultación de este género ocurrió en octubre de 1884, en que el núcleo del cometa de Encke pasó por delante de una estrella de 9.^a magnitud, sin debilitarla en lo más mínimo. Según Barnard, que fué el observador, se hubiera podido creer que era la estrella la que pasaba por delante del cometa.

Apoyándose M. Roche, distinguido matemático francés, muerto hace poco, en las observaciones micrométricas que han dado la medida aproximada del diámetro de la nebulosidad de los cometas de Donati y de Encke, obtuvo los resultados que vamos á transcribir.

Relativamente á la masa de la Tierra, sería igual la del cometa de Encke á 0,000047, es decir, casi $\frac{1}{20000}$ parte de la primera, ó 53 veces, poco más ó menos, la masa de la atmósfera terrestre. Evaluada en agua, equivaldría á una esfera de 100 leguas de radio, cuyo peso sería de 268.000 millones de toneladas. Como vemos, de esto á los kilogramos de Babinet va mucha distancia. En cuanto á la densidad, la deduce M. Roche de las medidas del núcleo y de la nebulosidad, que en octubre de 1858 eran, respectivamente, de 4" y de 50" ó de 400 y de 50.000. Admitiendo que la masa haya sido la misma desde junio, fecha de la primera determinación, hasta el mes de octubre, y que la nebulosidad contenga una milésima parte de la masa total, viene á ser la densidad del núcleo como un octavo de la del agua, y la de la nebulosidad como la 154.000.^a parte de la del aire atmosférico.

La masa del cometa de Encke evaluada por el mismo método, sería la milésima parte próximamente de la masa de nuestro globo. «Si bien hallamos, dice M. Roche, para el cometa de Encke una masa muy superior á la que le hubiéramos podido suponer *à priori*, no son inadmisibles estas cifras, y nos parece que no es fácil presentarlas como una objeción á nuestra teoría.»

De los tres métodos que acabamos de revisar y que han podido servir para una aproximación determinada de las masas de los cometas, es más exacto el primero; pero todavía no ha podido suministrarnos sino soluciones negativas del problema, y en número bien escaso; hay que suponer que las masas de los cometas son muy débiles en comparación con las de los planetas; y de la carencia

de toda perturbación causada por aquellos cuerpos, se ha podido deducir un límite inferior y otro superior de este elemento. El segundo método, fundado en consideraciones ópticas, es el más problemático, porque supone que la transparencia está en razón inversa de la densidad, hipótesis por todo extremo gratuita, si se considera que nada sabemos acerca del verdadero estado físico de la substancia de que se componen los cometas. Debe, pues, á nuestro entender, darse la preferencia al tercer método, puesto que éste nos suministra algunos datos más positivos sobre las masas de varios cometas. Pero no hay que ocultar que en este asunto reina aún una gran incertidumbre.

En todo cuanto acabamos de decir, tan sólo hemos tratado de la masa de los cometas; para hablar de su densidad sería preciso establecer una diferencia entre el núcleo sólido ó líquido, cuando se presenta, y la atmósfera ó nebulosidad del cometa. Y á la densidad de estas nébulas, ó á la de las colas, podrían aplicarse tal vez los cálculos de Babinet. La densidad del núcleo se calcularía fácilmente, cierto es, despreciando la masa que lo envuelve, pero para esto sería preciso tener medidas exactas de aquél, lo cual es muy difícil; por otra parte, sabemos que las dimensiones del núcleo varían en un mismo cometa con la distancia al Sol. Su densidad, pues, debe variar según esta distancia y estas dimensiones.

La luz de gran número de cometas presenta una coloración sensible. El cometa del año 146 antes de J. C. tenía un color rojizo, como se prueba por este pasaje de Séneca: «Apareció un cometa tan grande como el Sol; su disco era al principio rojo y como de fuego.»

Más adelante dice también el mismo filósofo: «Los cometas son muy numerosos y de clases diversas; sus dimensiones son desiguales, y su color difiere; unos son rojos, sin resplandores; otros blancos y brillan con luz purísima.... Algunos son de un rojo de sangre, presagio siniestro de la que pronto se derramará.» Así, pues, los antiguos habían observado ciertas diferencias en el color de la luz de los cometas. Y vamos á ver ejemplos numerosos de hechos análogos, extractados de las crónicas de la Edad media y de los registros de los modernos observadores.

Cita Arago los cometas de 662 y de 1526 por haber sido «de un rojo hermoso,» y ya vimos que Plinio, en su clasificación, habla de cometas «cuya melena es de color de sangre.» Tal fué el cometa que apareció en noviembre de 1457; según una antigua crónica, «su cabellera ó su cola imitaba el color de la llama.» «El horrible cometa que, según Comiers, apareció en 1508, era muy rojo, representaba cabezas, humanas, miembros cortados, máquinas de guerra, etc.» El primer cometa del año 1471 «era muy grande, de color rojizo y salía antes del alba.» En 1545 «un cometa, cuya cabellera tenía el color de la sangre, ardió por varios días; habiéndose puesto muy pálido, se desvaneció bien pronto.» Gemma, hablando del cometa de 1556, se expresa así: «Aunque Paulo Fabricio haya escrito que el cometa le pareció pequeño, puedo asegurar que desde el principio de su aparición lo he hallado tan grande como Júpiter; el color del cometa imitaba al de Marte; su tono rojizo degeneró, sin embargo, en palidez.» Se trata aquí, precisamente, del color del núcleo, pues según otro testigo ocular, «el color de la cola, hacia su extremo, fué siempre pálido, lívido, semejante al del

plomo.» Lo contrario se presentó en los cometas de 1577 y de 1618. Tycho, dice, en efecto, que la cabeza del primero era redonda, brillante y notable por cierta blancura plumiza, al paso que la cola, vuelta hacia el Oriente, lanzaba rayos más rojos al lado opuesto al Sol. En cuanto al segundo, dice Arago que su cola parecía de un rojo muy vivo.

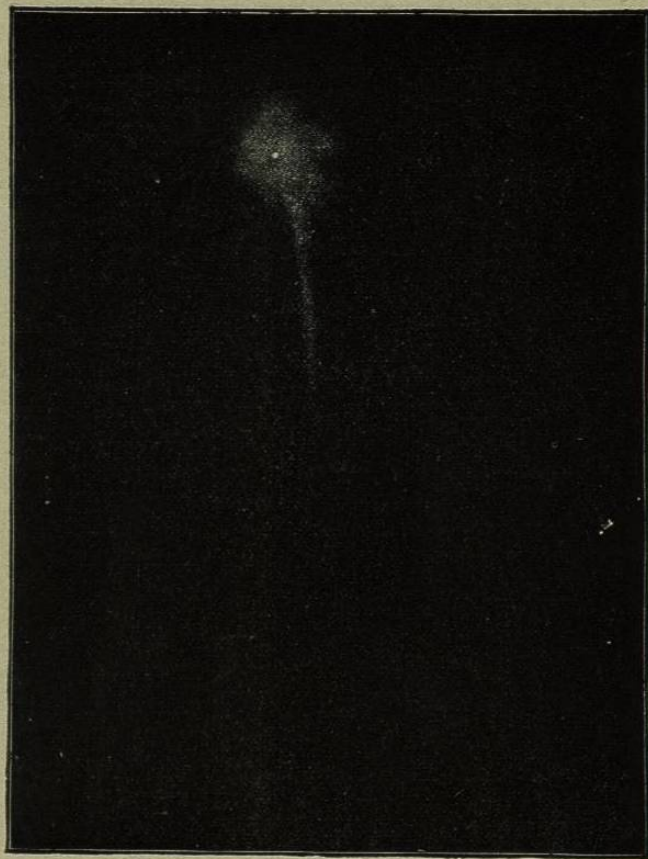


Fig. 15. — El cometa de Coggia el 10 de junio de 1874, dibujo de Rayet

El cometa de 1769 tenía un núcleo algo rojizo, y también el que observó Herschel en 1811; pero la nebulosidad de este último presentaba un tinte verdoso-azulado, por manera que Arago se pregunta si este color no pudiera deberse simplemente á un efecto de contraste. Cuando menos hay que aceptar que el color del núcleo y el de la atmósfera diferían de un modo sensible. Una zona brillante, estrecha y semicircular, que envolvía la cabeza del cometa de 1811, por el lado del Sol, presentaba una coloración amarillenta muy pronunciada.

También se citan, entre las observaciones antiguas, varios cometas que brillaban con una luz francamente amarilla. Tal fué el cometa de 1555, cuyos rayos resplandecían como el oro; luego el de 1533, cuya cola era de un hermoso color amarillo. Lo mismo se dice del cometa de Halley, cuando su aparición de 1456. «El color del cometa imitaba al del oro.» Es verdad «que en otros tiempos y

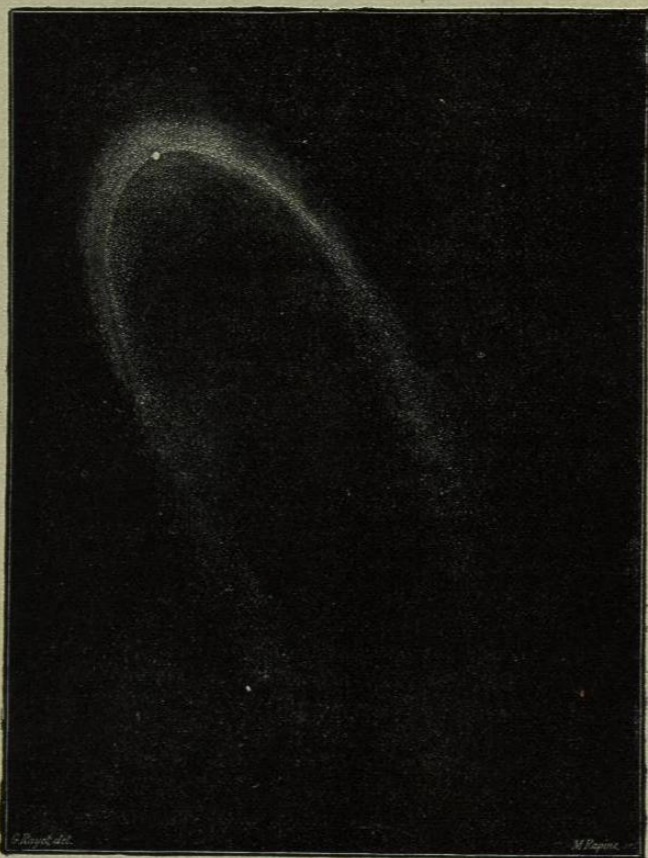


Fig. 16. - El cometa de Coggia visto en el telescopio el 22 de junio de 1874, dibujo de Rayet

quizás en otros lugares parecía pálido y blancuzco; á veces parecía una llama centelleante.»

Esta última nota sugiere una reflexión bien natural, y que consiste en preguntarse en qué proporción contribuyen el estado de la atmósfera, su mayor ó menor pureza, la altura del astro sobre el horizonte, á dar á los cometas y á sus colas los colores indicados antes. Parece, por otra parte, indudable que las luces cometarias presentan distintas coloraciones. El gran cometa de 1106 era de una blancura sorprendente. «Colocado hacia la parte del cielo en que se pone

el Sol en el invierno, extendía á lo lejos un rayo blanco, que parecía una tela de lino. Desde el principio de su aparición, tanto el cometa en sí, como su rayo que imitaba la blancura de la nieve, disminuyeron de día en día.» Según otras crónicas, «eran sus rayos más blancos que la leche.» Tropezamos, pues, con un contraste completo de colores, desde el rojo al amarillo y de éste al blanco

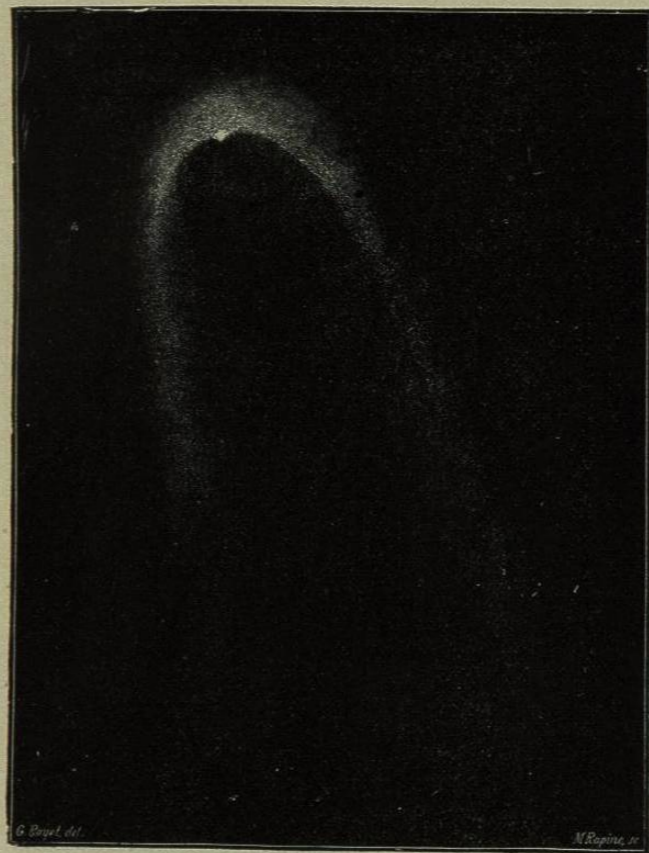


Fig. 17. - El cometa de Coggia el 1.º de julio de 1874, dibujo de Rayet

de plata; otro tanto ocurre con los cometas de que ahora vamos á ocuparnos.

Con fecha de 1217 registra Pingré la nota siguiente: «Se observaron varios prodigios, se vieron cometas azules.» El cometa de 1356, observado en China, tenía un color blanquecino que tiraba ligeramente al azul; el de 1457, cuya cola parecía una lanza muy derecha, tenía «un color lívido y obscuro, imitando al del plomo.» El segundo cometa de 1468 tenía también «un color azul con alguna mezcla de palidez.» El que apareció á fines de 1476 era de un azul pálido, tirando á negro.