

de ver que el eje terrestre se inclina unas veces mas y otras menos hácia la eclíptica causando las mismas variaciones en la inclinacion de los planos de la y eclíptica y del ecuador, y que describen en torno del polo medio tomado como centro, una pequeña elipse cuyo eje mayor subtende un arco celeste de  $20'' 153$ , y el eje menor uno de  $15'' 001$ . Esta elipse se describe en el mismo tiempo que el eje de la luna, es decir, en 18 años 7 meses poco mas ó menos. Como el período de la rotacion es precisamente lo mismo que el del movimiento de los nudos de la luna estos dos fenómenos están ligados necesariamente entre sí. Efectivamente, la atraccion de la luna, que se hace sentir con mayor intensidad en las regiones ecuatoriales que en los polos, es la que produce el fenómeno de la *nutacion*.

Por último, ademas de las dos desigualdades que acabamos de ver existen en los movimientos de la tierra, que son las dos principales á que este planeta se halla sentido, encontraremos todavía otra de bastante importancia, la cual es el resultado de la aglomeracion de atracciones que ejercen sobre nuestro globo los planetas reunidos: esta desigualdad es la excesiva dislocacion del plano de la eclíptica en el cielo, y la disminucion por el ciclo de la inclinacion que tiene sobre el ecuador en una cantidad de  $25'' 1,154$ , poco mas ó menos (sobre la centésima parte de la precision ó sea  $\frac{1}{2}''$  año,  $1'$  despues de 115 años y  $1^\circ$  al cabo de 6,900 años.)

Esta alteracion de oblicuidad en la inclinacion de la eclíptica sobre el ecuador está confirmada por el cálculo y las observaciones de los antiguos astrónomos. Pruébese comparando la actual posicion de las estrellas relativamente á la eclíptica, con la que tenían en los primeros tiempos. De esta manera se viene en conocimiento que de aquellas que estaban situadas al norte de la eclíptica, segun el testimonio de los antiguos, están ahora mas adelantadas hácia el norte y mas remotas de este plano; que las que estaban al medio día de la eclíptica cerca del solsticio de verano se han acercado á este plano; y en fin que algunas se encuentran comprendidas en él, y aun le han llegado á pasar dirigiéndose hácia el norte. Alteraciones opuestas se observan hácia el solsticio de invierno.

No obstante, Laplace ha demostrado que no siempre irá creciendo esa oblicuidad de la eclíptica, sino que llegará tiempo en que este movimiento empezaria á hacerse mas lento, y luego á cesar enteramente para comenzar de nuevo en sentido contrario. De esta manera habria un balanceo que no pasaria de uno á tres grados.

## LECCION XI.

## DE LOS COMETAS.

Fáltanos explicar una numerosa clase de cuerpos celestes que han dado lugar á las mas encontradas opiniones. Vamos á hablar de los cometas, de esos astros cuya aparicion ha causado la sorpresa y terror entre los hombres.

Empecemos por establecer algunas definiciones.

La palabra *cometa* significa estrella con cabellos segun la etimología.

LLámase *núcleo* el punto céntrico, el cual se halla mas ó menos luminoso.

La nebulosidad de que está rodeado el núcleo se llama *cabellera*.

Los regueros luminosos de que van acompañados la mayor parte de los cometas recibían en otro tiempo el nombre de *barba ó cola*, segun que estaban en la parte anterior ó posterior del astro. Ahora se llaman *colas*, sea cual fuere su posicion con respecto del cometa.

Por último se da el nombre de *cabeza* del cometa á la cabellera y núcleo reunidos.

En el dia, los astrónomos no reconocen como carácter esencial y distintivo del cometa la nebulosidad que suelen tener. Para que califiquen un astro de *cometa* les basta que esté animado de un movimiento propio y recorra una elipse de una escentricidad tal, que deje de ser visible durante cierto tiempo de su revolucion.

Las observaciones simultáneas hechas en los puntos del globo mas distantes entre sí, y la parte que toman los cometas en la general revolucion de la esfera, no permiten ya dudar que éstos sean, no meteoros formados en la atmósfera como antiguamente se creía, sino cuerpos permanentes y verdaderos astros.

Hase creído, durante mucho tiempo, que los cometas no seguian una direccion regular, que no estaban sometidos á las leyes que gobiernan los demas astros y que andaban errantes de sistema en sistema por la inmensidad del espacio. Pero despues de los descubrimientos de Kepler se quiso indagar si estos astros se sustraian á sus leyes y procuróse indagar sus órbitas. Para ello bastaba, como ya hemos visto, conocer tres posiciones de



estos astros: 1º la longitud del nudo y la inclinacion; 2º la longitud del perihelio; 3º la distancia á dicho perihelio. Además de estos datos era menester saber el sentido del movimiento, porque los cometas son unas veces *directos*, otras *retrógados*, ofreciendo la única escepcion que tiene el hecho tan notable de que todos los globos de nuestro sistema se mueven de occidente á oriente. Se han determinado, pues, por este medio, las curvas que describen muchos de dichos cuerpos, y se ha encontrado que se mueven en elipses de muchísima escentricidad uno de cuyos focos está ocupado por el sol.

Apesar de eso, como los cometas fueron poco observados y eso mal, en lo antiguo faltan los elementos necesarios á la determinacion de su identidad, lo que hace sea difícil señalar la vuelta de muchos de ellos, tampoco sería imposible que muchos describiesen parábolas, es decir, curvas abiertas cuyo foco está ocupado por el sol, y por consiguiente que no volviesen nunca. Como las circunstancias físicas de forma, belleza y brillo de los cometas varía muchas veces en el espacio de algunos dias, no pueden ser conocidos por ningunos de esos caracteres así es que no se hace de ellos ningun caso, y solo se fija la atencion en los *elementos parabólicos*. Pero, ¿es este un medio infalible de demostrar la inmensidad de los cometas que se se han demostrado en diferentes épocas?

De que los elementos parabólicos de dos cometas sean diferentes, no hay que apresurarse á inferir que son dos astros distintos, porque un cometa puede al pasar cerca de un planeta, experimentar tal perturbacion que cambie enteramente su curva despues de esta alteracion. Pero, por el contrario su identidad será muy probable si los dos astros que se comparan tienen los mismos elementos parabólicos. No sería, sin embargo, imposible que dos cometas describiesen dos curvas semejantes en forma y posicion; pero cuando se reflexiona quanto es la diversidad de elementos sobre que debería caer esta semejanza, no se puede menos de admitir que dos cometas que se presentan con los propios elementos, solo son un astro idéntico y único.

Cuando se muestra un cometa, á fin de que los astrónomos tengan á mano dos medios de ver si es alguno de los aparecidos ya, hay un *catálogo de los cometas*, en que están apuntados por orden los elementos parabólicos de todos cuantos se han observado. Estos elementos son todavía muy cortos, pues las buenas observaciones hechas sobre los cometas tienen una fecha demasiado reciente. Hasta ahora solo se conoce la marcha de tres astros de esta clase.

Habiendo calculado Halley en 1682 los elementos parabólicos de un cometa que se apareció en aquel tiempo, llamó su atencion la analogía que existía entre sus resultados y los logrados por Kepler respecto del otro que se habia presentado en 1607. Acudió á las observaciones más antiguas y vió que los elementos de un cometa observado por Apian, en 1531, eran muy semejantes á los suyos. Infirió, pues, que era el mismo cometa que se mostraba por intervalos casi iguales de tiempo, es decir, cerca de cada 76 años, y se aventuró á predecir en virtud de estos datos, que volvería á mostrarse á fines de 1758 ó á principios de 1759. Pero habiendo calculado Clairault que atrasaría 618 dias por la accion de Júpiter y Saturno, no llegó efectivamente al perihelio el 12 de marzo de 1759. Este cometa es el primero cuya periodicidad se ha predicho y confirmádose hasta lo presente.

## COMETA DE 1770.

Este cometa fué descubierto por Messier, en el mes de junio de 1770, y Lexell encontró que en cinco años y medio habia recorrido una elipse, cuyo diámetro mayor era nada más que tres veces el diámetro de la órbita terrestre.

Al saberse este resultado causó sorpresa que un cometa que hubiera debido mostrarse con frecuencia, teniendo una revolucion tan reducida, no hubiese sido observado antes de Messier, y se aumentó la admiracion cuando se vió que despues de algunos intervalos de cinco años y medio, no volvia á los diversos puntos de la órbita eclíptica de Lexell. Hoy dia, son enteramente conocidas las causas de esta misteriosa desaparicion que ocasionó tantos chistes y sandeces acerca del *cometa perdido*; y estas causas son consecuencia y corroboracion del sistema de la atraccion. Si el cometa lo habia sido visto cada cinco años y medio antes de su aparicion en 1770, era porque entonces describía una órbita enteramente distinta de la que habia recorrido despues; y si no fué visto por segunda vez, se debió á haberse verificado de dia en 1776 su paso por el perihelio, y á que en las vueltas siguientes, su órbita habia experimentado tales alteraciones, que el cometa no habria podido ser reconocido si hubiese sido visible desde la tierra. La accion de Júpiter sobre este planeta fué la que le hizo acercarse y alejarse sucesivamente de nosotros ejerciéndose en sentido inverso.



LECCIONES  
COMETA DE PERIODO BREVE.

Fué descubierto este planeta en Marsella el 26 de noviembre de 1817, por M. Pons. Sus elementos parabólicos determinados por M. Bouvard, hicieron que fuese reconocido por el observador en 1805, y M. Eoche demostró que solo tarda 1200 días ó sean cerca de 3 años y  $\frac{1}{2}$  en recorrer su órbita. Observaciones posteriores han acreditado estos cálculos.

COMETA DE SEIS AÑOS Y TRES CUARTOS.

Fué descubierto en Johannisberg, el 27 de Febrero de 1821, por M. Biela. M. Gambart que lo observó algunos días después en Marsella, determinó sus elementos parabólicos, y encontró que ya había sido observado en 1803 y en 1772.

Este fué el cometa que asustó tanto á algunas gentes, porque se había anunciado que vendría á tropezar con la tierra á su vuelta de 1832. Es cierto que el 29 de Octubre atravesó la órbita terrestre por un punto en que encontró la tierra solo un mes después, pero estaba entonces de ésta mas de veinte millones de leguas. Mas adelante hablaremos de la posibilidad del choque de la tierra con un cometa.

COMETA DE 1843.

La inesperada aparición del cometa de 1843 ocupa en el día, la atención de París y de todas partes y en todos los periódicos se encuentran artículos, cartas, comunicados y observaciones de los curiosos y aficionados á la astronomía. Los verdaderos astrónomos conociendo la dificultad y lo arriesgado que seria dar un fallo sobre un fenómeno de tanta importancia, se toman tiempo para decidir observando y calculando sin cesar en sus respectivos observatorios para dar cuenta al público de sus trabajos y de los resultados que de ellos pueden inferirse. El estemporáneo calor que ha tenido París durante la estancia del cometa en el horizonte, ha dado margen á mil hablillas, y á una porcion de absurdos é interpretaciones. Observa muy á tiempo un diario de París que habiendo gentes que creen ver un meteorito en el cometa, que habiendo quien lo confunda con la luz zodiacal, ó que se llama *nebulosa lactea*, solo muy pocos le han dado su verdadero nombre. Dejaremos esto á un lado lo mismo que á los periódicos que mezclando la política con la ciencia se valen de todos los medios posibles para manchar con sus cho-

carreras, reputaciones adquiridas á fuerza de estudio y ganadas con muchos trabajos que olvida el público en el momento en que solo en apariencia cometen una leve falta. Todo el mundo, en efecto, ha censurado á M. Arago y demás astrónomos franceses acusándoles de no haber previsto la aparición del cometa. ¿Pero qué crédito pueda darse; y con qué derecho arguyen personas que, por el flujo de servirse de palabras y términos que no conocen, colocan á Urano entre las constelaciones? Muchas otras sandeces, mas ó menos risibles podríamos enumerar, de que tanto han abundado los folletines franceses si á ello no se opusiera la gravedad del asunto que nos ocupa.

El 17 de abril se vió en París por primera vez, pero los periódicos de España y Portugal anunciaban ya su aparición. Pareció ser uno de los astros mas asombrosos de que hace mencion la historia, y su cola que comprendia unos  $60^\circ$ , es decir, un cuarto de la bóveda celeste, atravesaba la constelacion de *Orion*, bajo un ángulo de  $40^\circ$ , y se perdía después en el horizonte, iluminado aun por los últimos resplandores del crepúsculo vespertino el cuerpo del cometa estaba al parecer á gran distancia.

En las noches del 18 y 19 se vió el cuerpo del cometa en la constelacion de *Orion*, y de nuevo se observó la considerable magnitud de su apéndice caudato que aparecía como una franja blanca estendida en el horizonte. Refiriéndonos á las observaciones de estos dias, tenia la cola de  $41$  á  $42^\circ$  y  $1^\circ 13'$ , á corta diferencia de anchura. Se tiene noticias de cometas de cola mas larga, pero no se habla de prolongaciones caudatas tan delgadas. El de 1618 tenia un rastro luminoso tan desmesuradamente grande que cubria  $104^\circ$ , así es que, cuando su cuerpo estaba todavía debajo del horizonte, llegaba al zenit el extremo de su cola. El astro luminoso que apareció en 1744, era como suele decirse *barbato*, esto es, compuesto de seis haces ó ramas que entre todas tenían  $44^\circ$  grados de ancho, algunas de las cuales pasaban de millones de kilómetros de largo. El de 1780 tenia  $90'$  de estension aparente y de 164 millones de kilómetros de estension absoluta. El de 1789 tenia  $68^\circ$  de longitud, aparente, y asemejábase en su forma á un alfanje moruno.

De una carta del astrónomo Herschell extractamos lo siguiente. "La cola del enorme cometa que recorre el sistema planetario se estendia ayer tarde, en forma de estrellas luminosas, desde las estrellas  $\alpha$  y  $\mu$  de la constelacion *Liebre*, hasta las estrellas  $\gamma$  y  $\delta$  del *Eridano*. La porcion de la cola visible en el dia tiene  $30^\circ$  de longitud. Uno de sus extremos está aun debajo del ho-



rizante, lo que nos hace suponer que su cola será dupla cuando menos.

Con fecha del 27 se resivieron en París noticias de la aparición del cometa en Alemania, y tanto aquí como en Inglaterra se ocupan incesantemente los astrónomos en hacer observaciones y recoger datos de un fenómeno tan interesante. M. F. Scott ha hecho, en Kensington, las observaciones siguientes:

“Cuando ví, por primera vez, el cometa, su punto mas elevado llegaba apenas al cero de *Leporis*, y pasando por *Eridano*, se perdía de vista á los dos grados del horizonte. La cola tiene mas de  $45^\circ$ . Las estrellas de quinta magnitud se veian al través del cometa, sin necesidad de anteojo ni otro instrumento. Las nubes me imposibilitaron hacer observaciones el sábado, domingo y lunes. El martes por la noche, á las ocho menos diez minutos, desaparecieron las nubes pero no apercibí el rastro luminoso del viernes anterior, y en su lugar, una luz sombría y difusa que comenzaba en las *Pleyadas*, atravesaba la niebla que el horizonte cubria. Si aquella era la cola del cometa, podemos inferir que se movía con rapidez hacia el norte.” Las observaciones de Forester, astrónomo inglés, confirman la opinion anterior; pues, segun él, el 20 y el 21 de marzo, el fenómeno consistía en un solo rastro luminoso, y comparando sus observaciones con las de Herschell, ejecutadas el 18 del mismo mes. época en que salía el cometa del horizonte en la direccion de la estrella *Eridano*, parece ser que en el espacio que media entre el 18 y el 27 de marzo ha avanzado el cometa algunos grados hácia el sol. Tambien fué testigo Forester el 20 á las ocho, de una aurora boreal que supone ser una emanacion del cuerpo del cometa.

Tales son en resumen las noticias que ha dado la prensa en estos últimos dias.

A pesar de los vapores que desde el 19 han cubierto el horizonte de París, los astrónomos franceses han ejecutado el 27 su tercera observacion. Esperando los datos necesarios para decidir si el cometa de 1843 es ó no un cometa ya conocido que pasa de nuevo por el horizonte, M. Arago comunica una carta de M. Plantamur, discípulo que fué del observatorio de París, y director en la actualidad del de Ginebra. Reunió este tres observaciones y calculó los elementos del cometa, pero en sus datos se advierte una circunstancia singular, y es que la distancia perihelia es mas corta que el radio del sol, lo que quiere decir que el cometa habia penetrado en la materia misma de aquel, atravesándole de parte á parte. El cálculo del astrónomo citado

se entabló de nuevo en París y al parecer no debe verificarse el curioso resultado que acabamos de indicar. Creemos inútil insistir en lo interesante que sería para la astronomía el tránsito de un cometa á través del disco solar.

Debemos á un astrónomo inglés, M. Cooper, una comparación entre la nueva aparición y los documentos históricos que se conocen en el particular. Carece desgraciadamente, de solidez, á pesar de lo cual la indicaremos con objeto de hacer patente la necesidad en que se encuentran los astrónomos de recurrir á meras hipótesis cuando comparan las actuales observaciones de cometas con las vagas descripciones de los cronistas. En el mes de Marzo de 1702 vió Maraldi, en Roma, un cometa cuya cola estaba en las inmediaciones de Orion, y cuyo cuerpo ó núcleo, perdiéndose en el horizonte, escapó á la vista del observador; 34 años antes de Cassini, en Marzo de 1668, vió en Bolonia una cola de cometa enteramente semejante y colocada en la misma region del cielo.

Cuando Cassini supo la observacion de Roma, tuvo la idea de recorrer los documentos históricos con ánimo de ver si encontraba alguno que hiciera mencion de otro cometa en relacion con los dos ya observados. Aristóteles en su meteorología habla de un cometa terrible, segun costumbre de los antiguos cometas, que apareció 373 años, antes de nuestra era, y á cuya presencia atribuye Aristóteles, las grandes inundaciones y temblores de tierra que en aquel entonces desolaron la Grecia. Apareció tambien en el mes de marzo, su cola era igualmente muy delgada, y su posición en el cielo la misma que la de los demas cometas. El intervalo de su aparición, y la de Cassini comprende 60 veces 34 años, por manera que las tres observaciones, la de Aristóteles, la de Cassini y la de Roma, guardan entre sí cierta relacion. Cooper, en atencion á la posición del astro en el cielo, sus apariencias físicas y la paridad de estaciones, pretende que el cometa actual está en relacion con los anteriores; sin embargo para que todas las analogias existiesen fuera necesario que tambien el intervalo entre 1702 y 1843 se compusiera de un número múltiplo por 34.

Arago, por fin, combatió de nuevo las supersticiones populares que atribuyen á los cometas ciertos fenómenos terrestres, como elevacion, inundaciones, temblores de tierra etc., y aunque es cierto que, durante la estancia del cometa en el horizonte, hemos tenido en París, como 1811, temperatura bastante elevada, y que en este año, como en 173, antes de nuestra era, ha habido temblores de tierra al aproximarse los cometas, también



lo es que ha habido muchos cometas en el horizonte, sin que se conmueva la tierra ni se eleve la temperatura. Es así mismo innegable que los años mas calientes, y en los que han sido mas violentos los temblores de tierra, no se ha tenido la menor noticia del cometa.

Esto es cuanto podemos decir á los lectores, porque los cálculos que en este momento se verifican en el observatorio necesitan mucho tiempo; por lo tanto aconsejamos al público que no se fie de los datos y números hasta aquí publicados.

### CONSTITUCION FISICA DE LOS COMETAS.

Esta parte de la astronomía cometaria no está muy adelantada: vamos, no obstante, á manifestar cual es el estado de la ciencia acerca de la *cabellera*, el *núcleo* y la *cola* de los cometas.

Entre los astros de esta clase que hasta el día se han observado, hay muchos que no tienen cola, y varios que carecen de núcleo aparente; pero todos están rodeados de una nebulosidad á que se ha dado el nombre de *cabellera*.

Es tan tenue y diáfana la materia de que se compone esta nebulosidad, que deja pasar al través las luces menos vivas y se distinguen por entre ella las mas pequeñas estrellas.

En los cometas que tienen núcleo las partes de la cabellera próximas á éste son por lo general, tenues diáfanos y poco luminosas. Pero á cierta distancia del núcleo la nebulosidad se ilumina súbitamente hasta el punto de formar una especie de anillo luminoso en derredor del cometa. A veces se han visto hasta dos ó tres de estos anillos concéntricos separados entre si por intervalos oscuros. Fuera de eso, es fácil comprender que lo que se asemeja á un anillo circular en proyeccion, debe ser un casco esférico en realidad.

Cuando el cometa tiene cola, tiene el anillo la forma de un semi-círculo, cuya convexidad está vuelta hácia la parte del sol y de cuyos extremos salen los rayos mas apartados de la cola.

El anillo del cometa de 1811 tenia 10,000 leguas de grueso, y estaba á una distancia de 12,000 leguas del núcleo. Los cometas de 1807 y 1799 tenían tambien anillos de un grueso de 12,000 y 8,000 leguas.

Hemos dicho que existian cometas sin núcleo aparente; estos indudablemente no son mas que globos de materia gaseosa; pero hay muchos que tienen núcleos bastante parecidos á los planetas en su forma y brillo. Estos núcleos son, en general, muy pequeños, no obstante de que algunas veces tienen grandes di-

mensiones, habiéndose medido algunos que tenían desde 11 hasta 1,089 leguas de diámetro.

Algunos astrónomos, apoyados en diferentes observaciones; han tratado de probar que el núcleo de los cometas es siempre diáfano, ó en otros términos, que los cometas no son mas que una mera aglomeracion de materias gaseosas. Pero ademas de que las observaciones citadas en apoyo de esta opinion no prueban nada en favor de los términos absolutos en que está formulada, están en abierta oposicion con otras observaciones dignas de confianza; y lo que resulta al parecer de la discusion de estas diferentes observaciones es que existen cometas que no tienen núcleo, cometas cuyo núcleo es tal vez diáfano, y por último cometa cuyo núcleo es sólido y probablemente opaco.

Por lo tocante á las colas de los cometas la ciencia tiene muy pocos datos, y arriesgado es aventurar una opinion.

Estos rastros luminosos están generalmente situados detras del cometa, á la parte opuesta del sol, si bien alguna vez se apartan mas ó menos de esta oposicion. Se ha encontrado que la cola se inclina generalmente hácia la region que el cometa acaba de dejar; tal vez sea esto efecto de la resistencia del éter, resistencia que con mas fuerza se hace sentir sobre la materia gaseosa de la cola que sobre el núcleo del cometa, y esta hipótesis adquirirá mas probabilidad, si se advierte que es tanto mayor la declinacion, cuanto mas se aparta el observador de la cabeza. En este sistema la curvatura que á veces se observa en la cola es un resultado de estas diferencias de declinacion, cuya aplicacion está bastante acorde con la circunstancia de que la convexidad de la curvatura está siempre vuelta hácia la region á que se adelanta el cometa. La diferencia de densidad y brillo de la cola y de la materia nebulosa, la forma de aquella mejor acabada por la parte á que se hace el movimiento, todas estas circunstancias y algunas otras que se han encontrado por las observaciones se esplican fácilmente por esta hipótesis.

La cola del cometa se ensancha á medida que se aleja de la cabeza, y la region intermedia está ocupada generalmente por una faja oscura que se ha tomado por la sombra del cuerpo del cometa. Pero esta esplicacion no es admisible en todos los casos y cualquiera que sea la posicion de la cola respecto del sol. Mucho mejor se explica este fenómeno suponiendo que la cola es un cono hueco cuyo casco tiene cierto grueso. En efecto fácil es comprender que si así fuese, debe encontrar el ojo, mirando los bordes del cono, mayor cantidad de partículas nebulosas que no mirando la region central; y como la intensidad de la luz