

CAPITULO IX

SATURNO

Conocimientos de los antiguos sobre Saturno: movimientos aparentes de este planeta. - Rotación, forma y achatamiento de Saturno. - Descubrimiento de los anillos de Saturno. - Examen telescópico del anillo de Saturno. - Constitución de los anillos de Saturno. - Satélites de Saturno. - El mundo de Saturno.

Ni en la tradición, ni en la historia, hallamos nada que nos indique la fecha del descubrimiento de Saturno, y aunque lo encontramos incluído en la lista de las estrellas errantes ó planetas que nos han legado los antiguos, casi podríamos afirmar que Venus, Júpiter y Marte se descubrieron mucho antes que Saturno, que era el planeta más lejano del Sol que conocieran los primitivos pueblos. Los dos primeros astros, esto es, Venus y Júpiter, exceden en brillo y esplendor á las estrellas fijas más luminosas, y debieron, por tanto, en una época bien remota, atraer las miradas de los astrónomos, quienes no dejarían de percibir, y bien pronto, que estos mundos cambiaban de posición en la esfera celeste; del propio modo, Marte con su roja y brillante luz y rápido movimiento entre las estrellas, hubo de conocerse como uno de los planetas en tiempos remotísimos. De otro lado, Mercurio, centelleando como una estrella fija y visible únicamente en as inmediaciones del horizonte cuando lo envuelve la luz deslumbradora del lumínar del día, hubo de escapar durante largo tiempo á la investigación minuciosa de los astrónomos, que tal vez lo consideraran como estrella fija mucho tiempo después del descubrimiento del pálido y majestuoso Saturno; es lo cierto que, aun cuando Mercurio puede muy bien ser el último planeta que descubrieran los astrónomos de los tiempos fabulosos, se encuentra ya incluído en el culto de las estrellas que practicaban los aseditas bajo la dominación de los lacmitas.

¿De qué medios se valdrían los astrónomos de la antigüedad para poder descubrir la naturaleza planetaria de Saturno y conocer varios particulares relativos al mismo, como nos revelan diversos testimonios? A esta pregunta sólo se puede contestar que el tiempo y la paciencia fueron las dos palancas de que se valieron los pueblos asiáticos para fundar la maravillosa ciencia astronómica, que á tanta altura encontramos en los anales de aquella remota civilización.

Esta clase de investigaciones tiene con la ciencia moderna más puntos de contacto y enlace de los que á primera vista pudiera creerse.

En los breves párrafos que hemos dedicado á la descripción de los medios de que se valían los astrónomos para descubrir los pequeños planetas antes de aplicar la fotografía, puede decirse que se encuentra expuesto el método seguido por los astrónomos caldeos y asirios para averiguar la posición y movimien-

tos de los cuerpos celestes visibles á la simple vista; esto es, que trazaban sus cartas y planisferios, marcando en ellos las posiciones de todos los cuerpos y mundos del firmamento, y con el auxilio de sus tablas y efemérides calcularían las posiciones que debieran ocupar los astros, y por sus discrepancias vendrían en conocimiento de su naturaleza planetaria.

Cierto es que los poderosos y delicados instrumentos de la actualidad y la aplicación de los métodos modernos del análisis matemática permiten al astrónomo obtener en unas semanas lo que en otro tiempo hubiera consumido la vida de un hombre, y con resultado bien incompleto.

Los egipcios dieron á Saturno el nombre de *aparente*, en cuyo vocablo han pretendido ver algunos una alusión á la propiedad que tiene de separarse de los rayos solares, en la época de sus conjunciones, con más rapidez que Marte y Júpiter.

Los griegos daban á Saturno el nombre de *Nemesis*, al cual agregaban con frecuencia el epíteto de *resplandeciente*, no faltando autores que lo designan como un Sol.

Se representa á Saturno por el signo ♄ en el cual se quiere ver la forma imperfecta de una hoz ó guadaña.

Lo que tenemos que decir del movimiento aparente de Saturno será casi una repetición textual de las observaciones que hicimos respecto del movimiento de Júpiter, si bien en las cifras hay grandes variaciones.

Así, pues, Saturno está en conjunción cuando parece que ocupa en el cielo la misma región que el Sol y pasa por el meridiano casi al mismo tiempo que el astro del día; en oposición, cuando el paso meridiano se verifica á media noche; y en cuadratura, cuando este fenómeno ocurre á las seis de la tarde ó de la mañana, que es cuando dista del Sol proximamente 90°.

Cuando Saturno se aparta de su conjunción, sale un poco antes que el Sol, y su movimiento, en relación con las estrellas, alcanza su máximo dirigiéndose de Occidente á Oriente, ó sea en sentido directo. La distancia entre ambos astros va aumentando, no obstante, porque el movimiento aparente del Sol es más considerable que el del planeta. Luego se ve que el movimiento decrece, y para por completo durante algún tiempo; entonces está el planeta *estacionario*, y comparándolo á la simple vista con las estrellas, podría fácilmente confundirse con uno de estos astros propiamente dichos.

A la estación sigue un movimiento retrógrado, ó que se dirige de Oriente á Occidente, cuyo máximo tiene lugar el día de la oposición. Este movimiento disminuye en seguida, hasta que Saturno se encuentra de nuevo estacionario; después de la segunda estación, toma el planeta nuevamente su movimiento directo respecto de las estrellas, hasta que llega la conjunción siguiente, y así continúa en los años sucesivos, presentando siempre la misma serie de fenómenos.

El planeta llega á estar estacionario cuando hacia el Oriente ó el Occidente es su distancia al punto de oposición de 109°; el arco de retrogradación es próximamente de 6° y el tiempo que emplea el planeta en recorrerlo es de 139 días, poco más ó menos.

Saturno brilla á la simple vista como una estrella de primera magnitud, pero menos resplandeciente que Júpiter; su luz es fija y tranquila, esto es, no centellea.

El tiempo que invierte Saturno en recorrer todos los puntos de su órbita ó en dar una vuelta completa al cielo, ó lo que es lo mismo, en su revolución sidérea, es de 10.759,2 días, que equivalen á 29 años, 5 meses y 16 días. El período que transcurre entre dos conjunciones sucesivas y la duración de su revolución sinódica es de 1 año y 13 días, y su movimiento directo dura 239 días y el retrógrado 139 días.

El movimiento de Saturno se efectúa en una órbita que forma con el plano de la eclíptica un ángulo de $2^{\circ} 29' 40''$.

La inmensa órbita de Saturno ofrece un desarrollo de 2.215 millones de leguas, de modo que este planeta se mueve con una velocidad media de traslación de 9 kilómetros y medio por segundo, ó sea tres veces más despacio que la Tierra; de otro lado, esta velocidad es variable, porque, como la órbita no es circular, sino elíptica, son variables, en consecuencia, las distancias de Saturno al Sol, y como ya hemos visto, el movimiento de un planeta es tanto más rápido, cuanto menor es su distancia al astro central del sistema.

La órbita de Saturno es mucho más excéntrica que la de nuestro globo, unas tres veces más, pues se representa por el número 0,056, y la distancia media del planeta al Sol viene á ser próximamente como nueve veces y media la que separa á la Tierra del mismo lumínar.

	$\delta = 1$	Leguas
Distancia perihelia de Saturno	= 9.0046	332.500.000
» media » »	= 9.5388	352.750.000
» afelia » »	= 10.0730	372.500.000

Como vemos, hay una diferencia de 40 millones de leguas entre las distancias del planeta al Sol, cuando ocupa, en el intervalo de unos 15 años, dos posiciones opuestas, en las extremidades del eje mayor de su órbita, diferencia que es superior en 3 millones de leguas á la distancia que hay del Sol á la Tierra. El disco solar, visto desde Saturno, subtiende un diámetro de $3' 20''$ y su superficie se reduce á la 90.^a parte de la que ofrece á los ojos de los habitantes de la Tierra; si se representa por la unidad la suma total de luz y de calor que recibe la Tierra en su superficie, equivalen los mismos elementos en Saturno á 0,011; en esta proporción, pues, se encuentran debilitadas las radiaciones luminosas y caloríficas del astro central del sistema, cuando llegan á la superficie de este lejano planeta.

Saturno no presenta fases sensibles, lo cual se explica, sin tener que acudir á la suposición de que posea luz propia, considerando la enorme distancia á que se encuentra del Sol; ciertos fenómenos, de que hablaremos en los párrafos siguientes, demuestran, con toda evidencia, que este planeta tan sólo es visible por la luz que le presta el astro del día.

Como acabamos de decir, las distancias de Saturno al Sol varían constantemente, y, por lo tanto, unas veces se encuentra más cerca de la Tierra y otras más lejos, según las posiciones que ambos planetas ocupan en sus órbitas respectivas; en la época de la oposición alcanzan su valor mínimo, pues entonces nuestro globo se halla entre Saturno y el Sol; llegan, por el contrario, á su valor máximo en el momento de la conjunción; la excentricidad de las órbitas y la

inclinación de sus planos hacen que estas distancias sean en extremo variables. Limitémonos, pues, á decir que la diferencia es de unos 100 millones de leguas nada menos.

De estas variaciones de distancia resultan cambios inversos en el brillo de Saturno examinado á la simple vista; pero cuando se le observa con anteojos poderosos, que permiten distinguir con claridad el contorno de su disco, se perciben unas variaciones correspondientes en las dimensiones aparentes de su diámetro, que según las medidas de Struve, á la distancia media del planeta al Sol, es de $164''$, oscilando entre $15''$ y $20''$ (fig. 185). De aquí se deduce que el diámetro real de Saturno es de 9.299, tomando como unidad el diámetro terrestre; el radio de Saturno vale 15.250 leguas, lo que da para su circunferencia ecuatorial 99.500 leguas; su volumen es 718 veces más considerable que el de nuestro globo (fig. 186) y su superficie equivale á 80 veces la de la Tierra ó sea la 1.850.^a parte del volumen del Sol ó los $\frac{3}{8}$ del volumen de Júpiter.

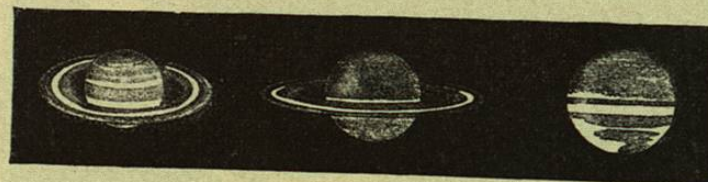


Fig. 185. — Dimensiones aparentes de Saturno, visto desde la Tierra á sus distancias media y extremas

La masa de Saturno respecto de la del Sol es como $\frac{1}{3300}$; su densidad es de 0,128, tomando como unidad la de la Tierra, y la fuerza de la gravedad en su superficie igual á 0,89.

Saturno está dotado de un movimiento de rotación sobre sí mismo, en cuya virtud da una vuelta completa en $10^h 14^m$; el eje sobre el cual se efectúa el movimiento de rotación es más corto que el eje perpendicular ó eje del ecuador en 1 décimo.

Cassini vió en 1683 en el globo de Saturno unos fenómenos luminosos que le hicieron sospechar que el planeta giraba sobre su eje, pero no asignó período alguno á la rotación. En la obra de Huyghens titulada *Cosmotheoros*, y en la cual se describen los principales fenómenos del firmamento, tales y como deben de observarse en diversos planetas, el gran geómetra dice positivamente que los habitantes de Saturno tienen días y noches, lo que implica la existencia de un movimiento de rotación del planeta sobre su centro. Huyghens, que en sus investigaciones astronómicas presta tanta atención á Saturno, hubo de reconocer por sus propias observaciones el movimiento rotatorio del planeta para expresarse de esta suerte; debemos de advertir que el *Cosmotheoros* se publicó siete años después de la muerte de su autor.

A Herschel I estaba reservado el determinar el tiempo que invierte Saturno en dar una vuelta sobre su eje; la asidua observación de ciertas irregularidades que ofrecen las bandas de Saturno, y de las que hablaremos dentro de poco, y una discusión profunda de todos los resultados, demostraron al ilustre astrónomo.

mo de Slough, en 1794, que este planeta emplea $10^h 16^m$ en hacer una revolución sobre sí mismo.

Después de esta determinación, parece que no se trató de comprobarla en muchos años, hasta que en 1876 se presentó en el globo de Saturno un fenómeno en extremo curioso y notable: el famoso Hall, descubridor de los satélites de Marte, se ocupaba de hacer ciertos estudios sobre las lunas saturnales en la noche del 7 de diciembre de 1876, cuando vió una brillante mancha blanca cerca del ecuador del planeta; parecía una inmensa erupción de materia caliente blanca que hubiera salido repentinamente del interior; la mancha se extendió por grados hacia la región oriental del planeta, tomando la forma de una estela

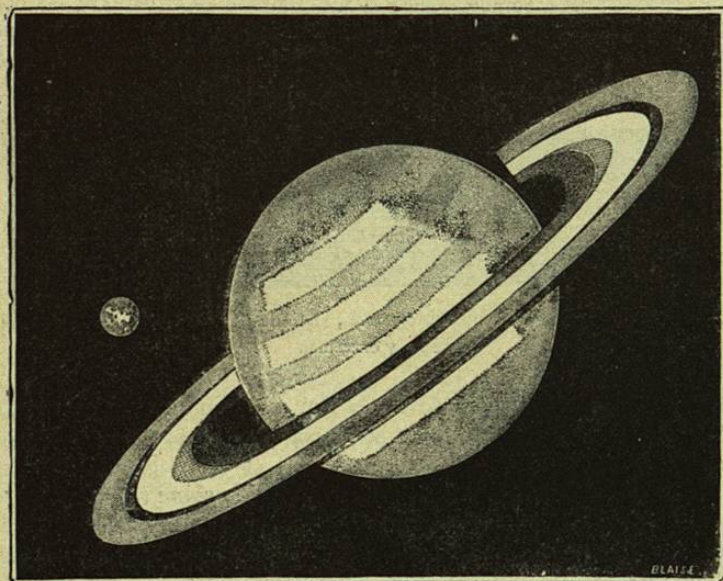


Fig. 186. - Dimensiones comparadas de Saturno y la Tierra

ó rastro luminoso, cuya porción más brillante se encontraba hacia la parte occidental; continuó siendo visible hasta el mes de enero, en que se debilitó, perdiendo sus contornos al sumergirse el planeta en los rayos del Sol.

Inmediatamente después del descubrimiento de este notable fenómeno, se enviaron telegramas á los demás Observatorios de América y Europa, y el día 10 del mismo mes se percibió por otros astrónomos, los cuales anotaron el momento en que la mancha cruzó el centro del disco, y por consecuencia, el tiempo de la rotación del planeta. De todas estas observaciones dedujo el profesor Hall el período de $10^h 14^m$ como duración del movimiento rotatorio de Saturno, fijándose en la parte más brillante del rastro luminoso, que, como decimos, se encontraba en un extremo: si hubiera tomado el centro de la estela, el período sería más corto, porque la materia brillante parecía arrastrada en la misma dirección en que se verifica el movimiento de rotación del planeta; si atribuímos este fe-

nómeno á la acción del viento, hemos de suponerle una velocidad de 20 á 40 leguas por hora.

Nadie, antes de Herschel, había sospechado siquiera que Saturno presentase achatamiento alguno sensible. Las mediciones del grande astrónomo que pusieron este hecho fuera de duda, llevan la fecha del mes de septiembre de 1789. El diámetro ecuatorial era entonces de $22''{,}8$ y el diámetro de los polos de $20''{,}6$; debemos agregar que las observaciones parciales que dieron estos resultados medios presentaban entre sí mayor discrepancia de la que era menester.

Herschel hizo en 1805 una observación verdaderamente extraña y distinta de las de todos sus predecesores sobre la constitución física de Saturno.

Júpiter y Marte son achatados; el eje á cuyo alrededor giran estos planetas es más corto que ninguno de los demás diámetros del disco aparente; siendo, por el contrario, mayor el diámetro ecuatorial; los diámetros intermedios tienen unas longitudes proporcionadas que crecen desde los polos hasta el ecuador; la manera con que estas variaciones de longitud se encadenan, nos autoriza á considerar los discos aparentes como elipses, asimilando estos dos planetas á un elipsoide ó esferoide de revolución, engendrado por el movimiento de una elipse en torno de su eje menor. Según Herschel, esta regularidad, esta sencillez de forma, no existe en el globo de Saturno; el disco aparente, en vez de ser elíptico, se asemeja más bien á un rectángulo cuyos cuatro ángulos se hubiesen redondeado en proporción considerable y cuya mayor longitud fuese la del plano de su ecuador. El eje polar es el diámetro más corto, y á su alrededor ejecuta el planeta una revolución en 10^h y cuarto; el diámetro ecuatorial es más grande que el de los polos; pero aquí es donde principian las anomalías, pues el eje ecuatorial de Saturno no es el mayor de todos; el eje máximo forma con el plano del ecuador un ángulo que Herschel halló unas veces de $46^{\circ} 38'$ y otras de $45^{\circ} 31'$, y por último, según una medida posterior más exacta, de $43^{\circ} 20'$. En los extremos del eje máximo es pronunciadísima la curvatura del disco; cerca de los polos y del ecuador parece más bien que se distinguen líneas rectas en una gran extensión.

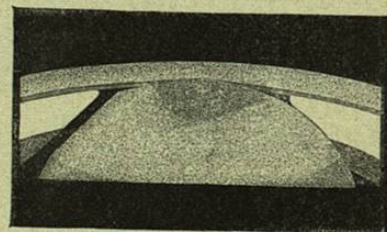


Fig. 187. - Forma poligonal del globo de Saturno, según los dibujos y observaciones de Bond.

Hoy día se admite que la forma del globo de Saturno es sensiblemente elíptica, esto es, achatada en las extremidades de un mismo diámetro, que corresponden precisamente á los polos de rotación; para convencerse de esta verdad basta recorrer las series de dibujos y observaciones del famoso astrónomo americano Bond, de las cuales entresacamos, por lo característica, la figura 187. El globo aparece más bien poligonal que esférico, y las notas del observador, consignadas en el texto de su Memoria, demuestran que estas irregularidades de forma no provienen de defectos en los dibujos, los que á veces indican que las regiones polares de Saturno se asemejan á la forma puntiaguda de un pilón de azúcar.

Estas observaciones de Bond no se han confirmado, como puede verse en

la figura 188, que es una reproducción de una fototipia sin retoque, obtenida con una exposición de cinco minutos, en el Observatorio de París, en 1886.

A principios de julio de 1610 examinó Galileo en Padua, por vez primera y valiéndose de su anteojo, el planeta Saturno; el instrumento que empleó en estas y otras observaciones importantes, que han hecho su nombre imperecedero, era en extremo imperfecto; en la actualidad se encuentra conservado con religioso respeto en Florencia; su poder amplificador es tan sólo de treinta y dos diámetros, y si hemos de atenernos á lo que nos cuenta Brewster, que lo examinó hace pocos años, el objetivo se encuentra reducido á la tercera parte de su superficie por un diafragma de cartón que deja libre un campo de visión limitadísimo, casi un simple agujero. Hoy día se puede obtener un anteojo mucho más manuable y poderoso en casa de cualquier óptico por unas cuantas pesetas.

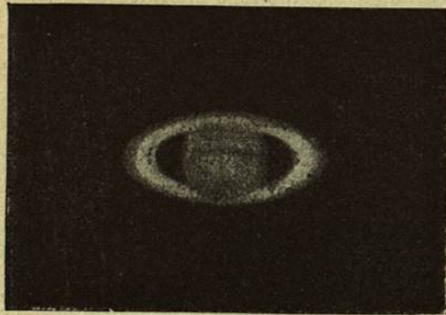


Fig. 188. - Fotografía directa de Saturno. Tiempo de exposición: 5 minutos. (Reproducciones por heliograbado, sin retocar.)
(Boletín de la Sociedad Astronómica de Francia.)

En julio de 1610 se aproximaba Saturno á su oposición, encontrándose en circunstancias muy favorables para ser observado; pero los primeros resultados que obtuvo el ilustre astrónomo florentino lo pusieron en gran confusión, pues el planeta se le presentaba triforme. En una carta dirigida á Juliano de Médicis, embajador en Austria, el 13 de noviembre de 1610, explica claramente la significación de este término. «Cuando observo á Saturno, dice, con un anteojo que amplifica más de treinta veces, la estrella central parece mayor, y las otras dos, situadas á Oriente y Occidente en una línea que no coincide con la dirección del zodíaco, parecen tocar á la principal; son como dos servidores que ayudan al viejo Saturno en su camino, permaneciendo siempre á su lado. Con un anteojo de menor ampli- ficación aparece la estrella alargada y de la forma de una aceituna.»

En el mismo mes de noviembre de 1610 dió Galileo parte de su descubrimiento al mundo científico en una carta dirigida á Keplero, en la que se contenía el siguiente anagrama:

smaisrilmepoetalevmibvnnvgttaviras

cuyas letras puestas en orden conveniente dicen:

altissimum planetam tergeminum observavi

(he observado que el planeta más distante es triforme).

Al cabo de año y medio volvió á observar Galileo, y con extraordinario asombro vió que habían desaparecido las estrellas laterales y que en el campo de su anteojo sólo se distinguía el disco del planeta, tan redondo y circular como

los de Marte y Júpiter; parece que esta circunstancia lo desanimó en extremo, y que cuando, después de limpiar escrupulosamente los cristales de su anteojo, lo enfocó sobre el planeta con el mayor esmero, sin llegar á distinguir las estrellas acompañantes ó el aspecto triforme del planeta, exclamó en un momento de debilidad, dando crédito á las acusaciones de sus enemigos: «Es posible que algún demonio quiera burlarse de mí, castigándome por mi curiosidad indiscreta.» Sea de esto lo que quiera, puede asegurarse que desde esta época no volvió Galileo á ocuparse de Saturno.

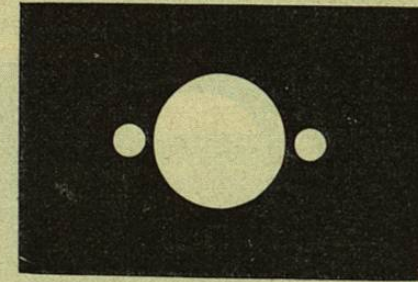


Fig. 189. - Saturno triforme: observación de Galileo en 1610

Hevelio, con instrumentos más poderosos, pero en un clima mucho menos favorable para observaciones astronómicas, se dedicó con gran atención al estudio del planeta Saturno, pero sin conseguir explicar sus misteriosos cambios de forma. En el año 1656 publicó su tratado *De nativa Saturni facie*, en el cual da cuenta del resultado de sus observaciones, ocultando su propia ignorancia bajo ciertas palabras retumbantes, que nada expresan en substancia; según Hevelio, Saturno presenta seis fases al observador, v. g.:

Primera.	<i>manosphericus</i>
Segunda.	<i>trisphericus</i>
Tercera.	<i>spherico-ansatus</i>
Cuarta.	<i>elliptico-ansatus-diminutus</i>
Quinta.	<i>elliptico-ansatus-plenus</i>
Sexta.	<i>spherico-cuspidatus</i>

En 1659 publicó Huyghens los resultados de las numerosas observaciones que había hecho durante varios años con un telescopio de siete metros, construido por él mismo; la desaparición de las asas, que había sido para Galileo motivo de confusión, fué para Huyghens la piedra de toque de su teoría, demostrándole que había encontrado la verdad. La explicación de Huyghens, á pesar de su evidencia, no fué aceptada por todos los astrónomos. Riccioli, entre otros, creía que Saturno estaba rodeado por una armella, pero la suponía adherente al planeta en dos puntos.

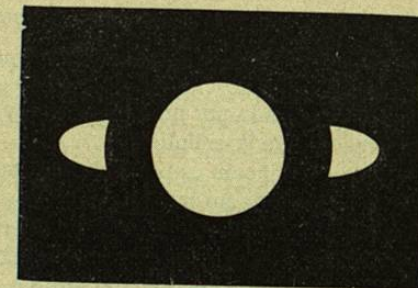


Fig. 190. - Dibujo de Saturno por Gassendi: observación del 11 de enero de 1641

Examinando Huyghens á Saturno en los meses de marzo y abril de 1655, vió que en vez de presentar los apéndices el aspecto de unas asas curvas, como en los años anteriores, sólo se distinguía un brazo largo y estrecho, que salía por ambos lados del planeta; en la primavera siguiente había desaparecido este bra-

zo y el planeta se presentaba circular y tal como Galileo lo había visto en 1612; en octubre de 1655 se mostraron de nuevo las asas del propio modo que año y medio antes. La manera de desaparecer las asas bastó para que este hábil y profundo matemático adivinase la verdadera causa que producía las variaciones de forma de Saturno; mientras aguardaba una ocasión propicia que confirmase sus observaciones anteriores, comunicó á los astrónomos su teoría, valiéndose

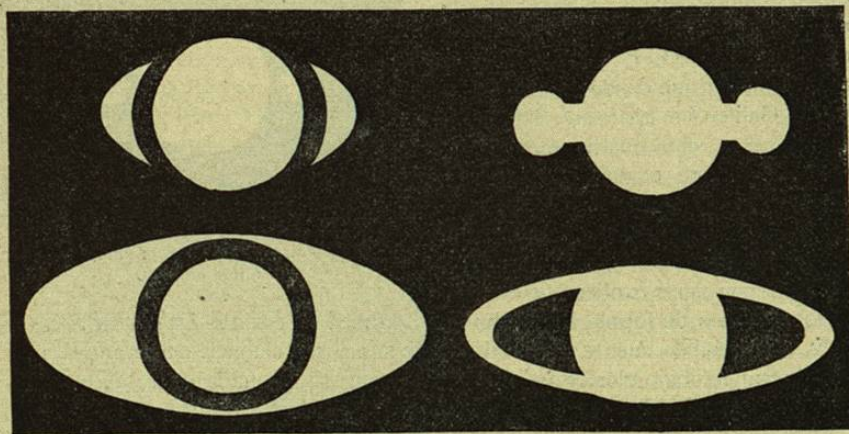


Fig. 191. - Antiguos dibujos de Saturno, hechos por Hevelio, Scheiner y Riccioli

del siguiente logogrifo que, sin explicación de ningún género, publicó al final de un folleto sobre el descubrimiento del satélite de Saturno:

aaaaaa	cccc	d	eeee	g	h	iiiiii
llll	mm	nnnnnnnn	oooo	pp	q	
rr	s	tttt	uuuu			

cuyas letras, colocadas de un modo conveniente, dicen:

Annulo cingitur, tenui, plano, nunquam coherente, ad eclipticam inclinato.

(Está rodeado por un anillo plano y delgado, que no le toca en parte alguna, inclinado sobre la eclíptica.)

Esta descripción es por todo extremo completa y exacta, y permitió á Huyghens explicar de un modo satisfactorio las diversas fases que presenta el anillo para un observador colocado en la Tierra.

En la figura 191 reproducimos algunos dibujos, hechos por los primeros astrónomos que se ocuparon del estudio del planeta Saturno. El primer grabado de la izquierda es una copia de Hevelio, en el que se demuestra el cambio que sufre el aspecto del anillo, según el ángulo bajo el cual se mira. El grabado siguiente se debe á Scheiner, quien lo ejecutó en 1614; en él se distinguen las orejas de Saturno, como decía el famoso jesuíta de Ingolstadt; la segunda figura de la izquierda es también de Hevelio, y la última de Riccioli, que la dibujó de 1648 á 1650, cuando el anillo se presentaba en su ángulo máximo.

Siguiendo nuestra relación histórica sobre el descubrimiento de los anillos de Saturno, diremos que, según la opinión de Gallet, conocido en el siglo XVII por algunos trabajos astronómicos de bastante mérito, los fenómenos de Saturno no tenían nada de reales y se debían á ciertos efectos de la reflexión de la luz en las superficies convexas; es en verdad cosa que causa asombro que un hombre de alguna talla científica pueda lanzar al público juicios semejantes.

En su *Systema Saturnium* dió Huyghens como inclinación del plano del anillo sobre el plano de la eclíptica $23^{\circ} 30'$; poco después, en 1668, observó en

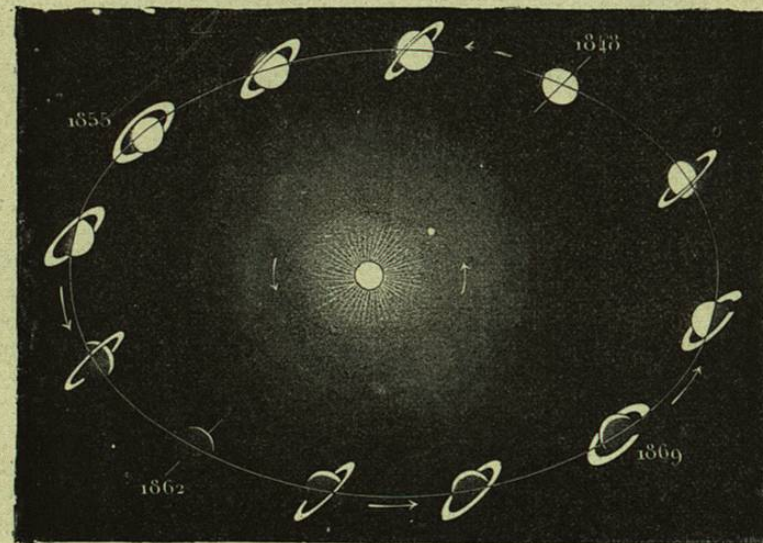


Fig. 192. - Fases del anillo de Saturno

unión de Picard, y halló un nuevo valor, mucho más exacto en su juicio, por el cual debiera aumentarse este número hasta 31° .

Huyghens, como decimos, sostuvo, y probó en efecto, que la forma rara y singular que presentaba Saturno en el curso de los tiempos, podía explicarse con facilidad extraordinaria admitiendo que su globo estuviera rodeado á cierta distancia por un anillo opaco muy delgado, de forma circular, que no tocara por ningún lado al planeta, y que lo acompañase en su movimiento de traslación alrededor del Sol, permaneciendo siempre paralelo á sí mismo, de modo que cortara la eclíptica bajo un ángulo de unos 30° próximamente. Según las posiciones relativas de Saturno y la Tierra en sus órbitas, se nos presenta siempre el apéndice anular por una de sus caras iluminadas por el Sol, pero con diversas inclinaciones, que obtienen sus valores máximos en el transcurso de una revolución de Saturno. La fig. 192 representa la órbita de Saturno y la de la Tierra, vistas en perspectiva sobre un mismo plano, haciendo abstracción de su inclinación mutua, que es tan sólo de $2^{\circ} 29'$; el plano del anillo permanece siempre paralelo á sí mismo, y otro tanto ocurre con su proyección sobre el plano de la órbita, de

donde resulta con toda evidencia que en dos posiciones diametralmente opuestas del planeta sobre su órbita, el plano del anillo prolongado tiene que pasar precisamente por el centro del Sol; en ambas épocas deja éste de iluminar sus dos caras planas, y los rayos solares sólo hieren el canto, que es muy delgado desde la Tierra, pues, no será posible distinguir el apéndice anular, y Saturno aparecerá redondo, que fué lo que ocurrió en el mes de noviembre de 1612, cuando Galileo vió desaparecer por completo las dos estrellas que acompañaban al planeta. En esta situación, únicamente con los poderosos instrumentos con que cuentan hoy día los astrónomos es posible distinguir en el globo luminoso una ligera línea oscura, producida por la región no iluminada, que se proyecta muy oblicuamente sobre el planeta.

Fuera parte de estas dos posiciones particulares del plano del anillo, claro es que una de sus caras se encuentra siempre iluminada por el Sol, y la opuesta en la sombra; pero como la órbita de Saturno es externa á la órbita de la Tierra, cuyo radio, por otra parte, es comparativamente muy pequeño, siempre nos presenta Saturno su parte iluminada; tan sólo durante la mitad de su revolución vemos la cara boreal del anillo proyectada sobre el hemisferio austral del planeta, y durante la otra mitad de la revolución distinguimos, por el contrario, la cara austral, que entonces se proyecta en sentido inverso, esto es, sobre el hemisferio boreal. Por último, según la distancia de Saturno á las dos posiciones primeras en que desaparece el anillo, se presenta el sistema más ó menos abierto, llegando la abertura, en dos puntos opuestos de la órbita, á un máximo tan considerable, que el anillo sale del globo de Saturno por una y otra parte, y unas veces oculta el polo Norte y las demás el polo opuesto.

Resulta de esta explicación sumaria que cada quince años debe aparecer Saturno sin anillo, y que en un período igual de tiempo se ha de presentar el apéndice anular en su máximo esplendor, si bien la desaparición periódica que resulta del paso del anillo por el Sol no es la única que debe llamar nuestra atención, puesto que, debido á otra causa, puede también desaparecer el anillo de nuestra vista.

Examinando la fig. 193 se comprende que durante todo el tiempo que emplea Saturno en recorrer los dos arcos opuestos *ab* y *cd* de su órbita, tiempo que puede llegar á 360 días, la Tierra y el planeta llegan á ocupar dos posiciones tales, que la primera se encuentra también precisamente en el plano del anillo; esta circunstancia, que, como vemos, ha de ocurrir en las proximidades de la época de la desaparición que determina la primera causa, puede presentarse hasta tres veces en cada período, y en todo caso, una á lo menos.

Es un problema interesante el determinar y predecir los fenómenos periódicos de la desaparición del anillo de Saturno; Huyghens fué el primero que trató de este asunto en su *Systema Saturnium*. Sejour y Lalande hicieron luego del mismo un estudio geométrico y analítico detallado, y por último, Bessel aplicó al problema todos los recursos de que dispone la ciencia moderna.

Hemos podido ver en las páginas anteriores que el único cuerpo celeste que aparece rodeado por un apéndice anular es el planeta Saturno; que el anillo forma con el plano de su órbita un ángulo de unos 28° próximamente, y que, por consecuencia, no es posible en ninguna circunstancia verlo de frente por com-

pleto, debiendo aparecer siempre elíptico y de dimensión transversal variable; el diámetro menor aparente nunca llega á ser superior á la mitad del eje mayor de la elipse.

Visto desde la Tierra, debe proyectarse sobre el globo del planeta una parte del anillo, y en la región opuesta ha de ser Saturno el que se proyecte sobre el

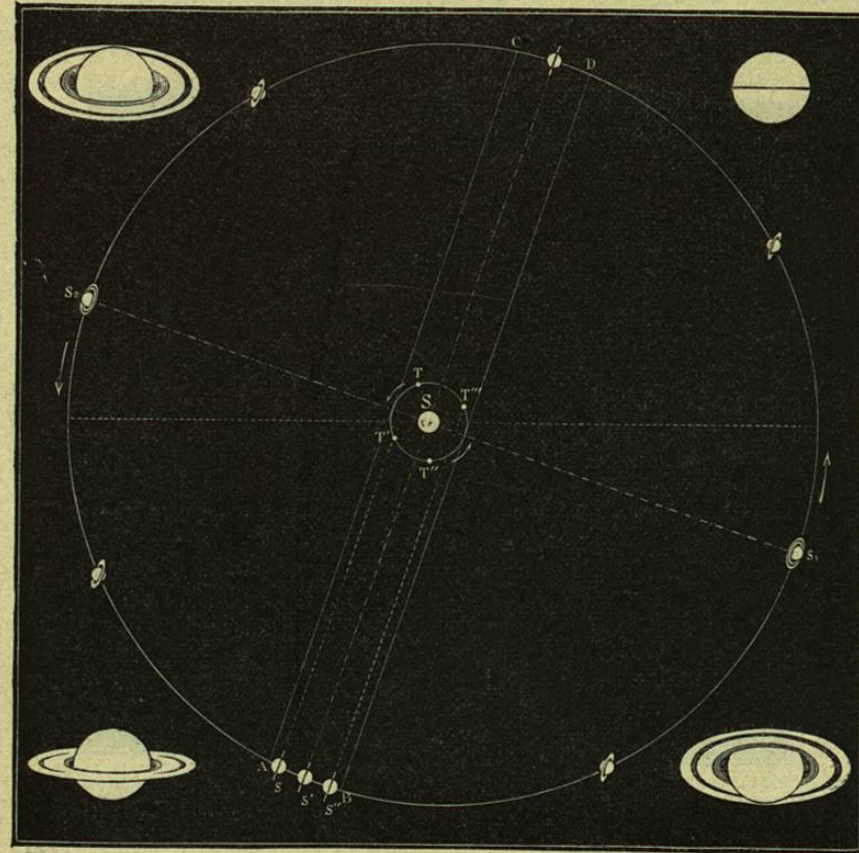


Fig. 193. — Apariciones y desapariciones periódicas del anillo de Saturno: fases máximas

anillo, ocultándose otra parte; Auzout fué el primero que percibió la sombra de Saturno en el anillo, en 1662.

Cerca de la región en que el anillo se proyecta sobre el planeta, se distingue en la superficie de éste una sombra, que marca con toda evidencia la zona en que, á causa de la interposición de la materia sólida del anillo, no penetra la luz del Sol; luego el planeta no es luminoso por sí mismo, y brilla únicamente porque refleja la luz solar. Esta conclusión puede ampliarse hasta el anillo, pues en la parte diametralmente opuesta á la de la sombra del planeta se proyecta éste,