

## CAPITULO XI

### NEPTUNO

Descubrimiento de Neptuno. — Dimensiones y distancias de Neptuno.  
Su aspecto físico. — Sus satélites

Al ocuparnos del hipotético planeta Vulcano, dijimos que el descubrimiento de Neptuno se efectuó, por medio del cálculo, con el único auxilio de las leyes de la gravitación universal, aun mucho antes de que fuese visto con el telescopio.

Ahora nos toca relatar las varias fases de este descubrimiento inmortal, cuya prioridad por tanto tiempo se han disputado ingleses y franceses.

Para esto tenemos que remontarnos cerca de un siglo; en efecto, en 1820, un distinguido astrónomo francés, Alejo Bouvard, trató de construir unas tablas de los movimientos de Júpiter, Saturno y Urano, que, aunque muy imperfectas hoy día, han sido la base de todos los estudios de igual índole verificados hasta época muy reciente. Los movimientos de Júpiter y Saturno concordaban de un modo bastante satisfactorio con la teoría de la gravitación; pero los de Urano presentaban discrepancias de valor considerable, y aunque se llevaran en cuenta las perturbaciones que debieran ocasionar los planetas conocidos, era imposible asignarle una órbita que comprendiese las observaciones antiguas y modernas. Por observaciones antiguas entendemos las de Flamsteed, Le Monnier y otros, que observaron este cuerpo celeste, sin sospechar su carácter planetario. En vista de esta discrepancia, rechazó Bouvard las antiguas observaciones, procedimiento en nuestro entender vicioso, pues nunca debe rechazarse lo que se oponga á una idea preconcebida, si el hecho que se aventura es cierto, y fundó sus tablas basándose únicamente en las observaciones modernas, dejando á los futuros observadores el trabajo de averiguar si las discrepancias que presentaban ambos sistemas dependían de errores cometidos por los primeros astrónomos, ó de la acción de alguna influencia extraña al planeta.

Dió fin á sus tablas en 1821, en las cuales el movimiento del planeta se hallaba representado con bastante fidelidad; pero esta concordancia duró bien poco tiempo, pues en 1830 llegaba el error á 20", á 9" en 1840 y en 1844 alcanzó nada menos que 2'. Estas diferencias, pequeñas en sí, eran muy considerables desde el punto de vista astronómico, y aun cuando de haberse encontrado en el cielo dos estrellas, una en el propio lugar del planeta, y en el lugar indicado por las tablas la otra, hubiera sido imposible separarlas á la simple vista, y aparecerían como una sola estrella, sin embargo, con la amplificación de los anteojos se verían muy abiertas, siendo perfectamente mensurable el espacio que las separaba.

La causa probable de estas desviaciones se discutió muchas veces por astró-

nomos distinguidos, llegando á creer algunos, y entre ellos Bouvard, muerto en 1840, que estas perturbaciones debían atribuirse al influjo de un planeta exterior á Urano; de esta opinión participaron astrónomos notables de la época, como Valz, Somerville, Maedler y Bessel; este último se propuso atacar el problema matemáticamente, pero una enfermedad mortal le impidió realizar su proyecto.

Adams, alumno de la universidad de Cambridge, en Inglaterra, trató asimismo de investigar este asunto, empezando sus trabajos el 3 de julio de 1841, los que poco después fueron suspendidos, para continuarlos con más vigor en enero de 1843. Trabajó aisladamente durante dos años sobre la hipótesis de un planeta externo, y en octubre de 1845 presentó al profesor Airy algunos elementos del supuesto cuerpo, bastante aproximados á la verdad, y tanto, que si entonces se hubiese explorado el cielo en la dirección indicada, pudiera haberse encontrado el planeta. El astrónomo real, sin embargo, algo incrédulo, aplazó la observación hasta obtener más datos de M. Adams, los que no llegó á recibir, sin que sepamos el motivo. Mientras tanto, el planeta, que en el mes de agosto se encontraba en oposición, volvió á perderse en los rayos solares, y no podía verse de nuevo hasta el verano próximo. Esta fué la solución del problema desde el punto de vista teórico, y es de sentir, en verdad, que los trabajos de Adams permanecieran ignorados durante tanto tiempo.

En el verano de 1845 aconsejó el ilustre Arago al joven Le Verrier, que se había distinguido por algunos trabajos matemáticos notables, que investigase las perturbaciones del movimiento de Urano. Púsose Le Verrier al momento á la obra, procediendo en sus trabajos con un método y orden admirables. Su primer cuidado fué revisar las tablas de Bouvard, para saber si las discrepancias observadas provenían de errores cometidos en las efemérides que este insigne astrónomo había calculado; luego procedió á computar con el mayor esmero las perturbaciones que las masas de Júpiter y de Saturno podían causar en la marcha de Urano, examinando al propio tiempo los datos de las efemérides; de esta suerte averiguó que las tablas contenían algunos errores pequeñísimos, los cuales, sin embargo, no podían producir las discrepancias observadas. Contrajo la segunda fase del problema á examinar si era posible establecer una órbita, en la que, teniendo en cuenta las acciones combinadas de Júpiter y Saturno, pudiera representar con exactitud las observaciones modernas. El resultado fué negativo, pues la mejor órbita obtenida indicaba inflexiones en opuestos sentidos, demasiado considerables para que pudieran atribuirse á errores de observación. Suponiendo que las desviaciones se debieran á la atracción de algún cuerpo desconocido, inquirió luego Le Verrier dónde podría estar situado el planeta; no era posible que su órbita estuviese comprendida entre las de Saturno y Urano, porque, en este caso, perturbaría tanto los movimientos del primero de estos cuerpos como los del segundo. Era indispensable, pues, buscar el cuerpo perturbador más allá de la órbita de Urano, y probablemente á una distancia doble casi de la de este planeta, según indicaba la ley de Bode.

En junio de 1846 presentó el geómetra francés á la Academia de Ciencias de París una memoria sobre este asunto, con todos los elementos de la órbita del desconocido planeta, anunciando al mismo tiempo que á principios de 1847 sería su longitud de 325°, visto desde la Tierra.

Recibió M. Airy un ejemplar de la Memoria el 23 de junio, y llamándole vivamente la atención la concordancia que presentaban los elementos hipotéticos de Le Verrier con los de Adams, que aún conservaba en su poder, escribió en seguida al profesor Challis, del Observatorio de Cambridge, para que inmediatamente procediese á buscar el ignoto planeta, comenzándose las investigaciones sistemáticas el 11 de julio por la noche. Desgraciadamente, el sabio astrónomo adoptó un método de observaciones que, aunque á la larga le hubieran permitido descubrir el planeta, era, sin embargo, en extremo laborioso; pues en vez de tratar de reconocerlo por la magnitud de su disco, quiso columbrarlo por su movimiento á través de las constelaciones, para lo cual se vió obligado á construir una carta celeste de la región en que se suponía que se hallaba el planeta. Este procedimiento se parece al que emplease un hombre que, habiendo perdido un diamante en la playa, transportase toda la arena del sitio en que se verificó la pérdida á su casa, para cribarla en ella con toda tranquilidad.

A pesar de estos inconvenientes, concluyó el incansable astrónomo sus cartas, y el 29 de septiembre distinguió un cuerpo que llamó su atención, y que, como más tarde se supo, era el planeta objeto de sus anhelos. También se averiguó que el planeta se había observado en las noches del 4 y 12 de agosto; pero por falta de tiempo, que tuvo que emplear en otras atenciones de su cargo, no pudo el profesor Challis reducir sus observaciones y anticiparse al descubrimiento de otro astrónomo alemán; pues mientras el observador inglés estaba aún empeñado en su catastro sidéreo, sin sospechar siquiera que en sus cuadernos se encontraba aprisionado, en forma de guarismos, el objeto de sus desvelos, había escrito Le Verrier al famoso Encke solicitando su cooperación para buscar el supuesto planeta.

Los astrónomos de Berlín acababan de recibir una carta celeste del doctor Bremiker, que comprendía la parte del cielo que asignaban al desconocido astro los cálculos de Le Verrier. Dirigiendo el doctor Galle, ayudante de Encke, el anteojo hacia el lugar predicho, percibió una estrella de octava magnitud, que no se encontraba indicada en el mapa; esto ocurrió el 23 de septiembre. Al día siguiente determinó de nuevo, con el mayor cuidado, su posición, y de su movimiento y del aspecto circular del cuerpo dedujo que no podía ser una estrella, y sí el planeta anunciado. Cuando este suceso llegó á oídos del doctor Challis, apresuróse á buscar en sus cuadernos de observaciones, y halló, como hemos dicho, que su descubrimiento era anterior al de Galle en más de un mes.

El descubrimiento de Neptuno, verificado por un método tan extraordinario, con el solo auxilio del cálculo y sin alzar la vista al cielo, produjo en el mundo científico un entusiasmo indescriptible; en efecto, como dice Arago, el método seguido por Le Verrier difiere completamente de cuanto se había intentado antes por los geómetras y astrónomos. Estos últimos han encontrado á veces, de un modo accidental, un punto móvil, un planeta, en el campo de su telescopio; Le Verrier ha distinguido el nuevo astro sin tener necesidad de dirigir una mirada al cielo; *«lo ha visto en el extremo de su pluma;»* por la sola potencia del cálculo, ha determinado el lugar y la magnitud aproximada de un cuerpo situado más allá de los límites conocidos de nuestro sistema planetario, de un cuerpo cuya distancia al Sol pasa de 1.100 millones de leguas, y que en

nuestros poderosos telescopios apenas ofrece un disco sensible. Así, pues, el descubrimiento de Le Verrier es una de las manifestaciones más brillantes de la exactitud de los modernos sistemas astronómicos, y servirá para que los geómetras, con nuevo ardor, investiguen las verdades eternas que permanecen ocultas, según la frase de Plinio, en la majestad de las teorías.»

La siguiente carta del ilustre Encke demuestra la emoción que causó entre los sabios el maravilloso descubrimiento del joven matemático francés: «Permitidme que os felicite con completa sinceridad por el brillante descubrimiento con que habéis enriquecido la astronomía. Vuestro nombre permanecerá unido eternamente á la prueba más extraordinaria que pueda imaginarse de la exactitud de la atracción universal.»

He aquí ahora un extracto de la carta que el venerable Schumacher dirigió á Le Verrier por igual motivo: «Aunque sepáis ya por Encke que vuestro planeta se ha encontrado casi exactamente en el lugar y circunstancias que habíais anunciado, pues hasta su diámetro es de 3 segundos, no puedo resistir á los impulsos de mi corazón al transmitirlos, sin tardar, mis sinceras felicitaciones por vuestro brillante descubrimiento. Es el triunfo más notable de la teoría, de que tengo noticia.»

La prioridad de este descubrimiento maravilloso pertenece exclusivamente á Le Verrier, y aunque el astrónomo inglés Adams le precedió casi en un año, ni publicó el resultado de sus trabajos antes de que el planeta fuese observado por Galle, ni parece que los astrónomos de la Gran Bretaña tuvieran gran confianza en los cálculos de su compatriota, para tomarlos como punto de partida en sus investigaciones del estrellado firmamento. El mérito de Adams es muy grande sin duda alguna; pero, como sucede con extraordinaria frecuencia en los concursos científicos, este astrónomo no satisfizo todas las cuestiones del programa. Adams dió cuenta de sus trabajos analíticos á varios astrónomos ingleses, que los guardaron con el mayor sigilo, sin aprovecharse, empero, para sus investigaciones de los datos que encerraban. Le Verrier, por su parte, nada supo de esto, y sus trabajos y cálculos, más exactos que los de Adams, son por completo independientes.

Por otra parte, el espíritu de la verdadera ciencia es llegar á un nivel en que las disputas acerca de la prioridad de los descubrimientos se consideren como inferiores á su dignidad; los adelantos todos redundan en beneficio de la raza humana, y cuando se realiza un mismo descubrimiento por varias personas á la vez, pero con entera independencia, no hay duda de que todas ellas son igualmente dignas de encomio y de agradecimiento. Desde este punto de vista, se debe dar á Adams una gran parte de la gloria alcanzada por Le Verrier, si bien no debemos olvidar que los cálculos de este último eran más exactos y más aproximados á la verdad que los del astrónomo británico.

Véanse, si no, los resultados siguientes:

POSICIONES HELIOCÉNTRICAS

Observada por Galle. . . . .	326° 52'
Calculada por Le Verrier. . . . .	326° 0'
Calculada por Adams. . . . .	329° 19'

De todos modos, la conquista del planeta Neptuno es uno de los más grandes triunfos de las teorías astronómicas, una de las mayores glorias de la ciencia moderna y uno de los títulos más legítimos que puede ostentar nuestro siglo, en solicitud del reconocimiento y la admiración de la posteridad.

El descubrimiento de Neptuno dió origen también á una serie de investigaciones, encaminadas á averiguar si el planeta había sido visto con anterioridad por algún astrónomo que lo hubiese tomado por una estrella fija; en este asunto tomaron los observadores norteamericanos una parte muy activa, trabajando de un modo particular Walker, del Observatorio de Wáshington.

Pocos meses de observación bastaron para mostrar que la distancia del planeta al Sol no se apartaba mucho de 30; tomando como unidad, según costumbre, la distancia de la Tierra al mismo lumínar, y suponiendo circular la órbita, determinó el astrónomo americano los lugares aproximados que el planeta hubo de ocupar en los años anteriores á su descubrimiento; trazó su curso

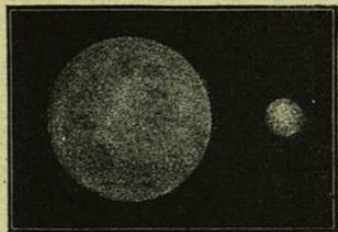


Fig. 213. - Dimensiones comparadas de Neptuno y la Tierra

de año en año, con objeto de averiguar si en alguna época pudo pasar á través de determinadas regiones, que al mismo tiempo fuesen objeto de los estudios é investigaciones telescópicas de algún astrónomo, ocupado en preparar materiales para la construcción de un catálogo de estrellas. Nada encontró, sin embargo, hasta llegar al año 1795; en los días 8 y 10 del mes de mayo, Lalande observó el planeta Neptuno como una estrella de octava magnitud, según creen el citado Walker, Mauvais y Petersen, que también se dedicaron á este género de investigaciones, pues si bien es difícil fijar con exactitud la posición del planeta para una época tan remota, sin embargo, es posible trazar con mediana aproximación el lugar aparente de la órbita, como una línea curva á través de las estrellas; después de eliminar las estrellas que se encontraban demasiado distantes de esta línea y las que habían sido percibidas por los antiguos observadores, quedaba una estrella observada el 10 de mayo que se encontraba muy próxima á la órbita calculada. Walker se apresuró á anunciar que si esta región del cielo se exploraba con el telescopio, se vería que la estrella se había perdido; comunicó su predicción á varios astrónomos de los Estados Unidos, y en la primera noche oportuna el profesor Hubbard dirigió su anteojo á la región indicada, sin hallar rastro alguno de la estrella.

Había, sin embargo, un punto débil en este resultado, y no podía asegurarse sin más examen que la estrella perdida fuese el planeta Neptuno. Lalande marcó la observación de la estrella con un signo interrogativo (?) para indicar que tenía alguna duda sobre su exactitud; era posible, por lo tanto, que la posición de la estrella fuese errónea y resultase inscrita á causa de su misma falsa posición. Por fortuna, los manuscritos originales de Lalande se conservaban religiosamente en el Observatorio de París, y tan pronto como llegaron á la capital de Francia noticias de los trabajos de Walker, se apresuraron los astrónomos del Observatorio á examinar las observaciones del 8 y del 10 de mayo de 1795. Se vió con

de año en año, con objeto de averiguar si en alguna época pudo pasar á través de determinadas regiones, que al mismo tiempo fuesen objeto de los estudios é investigaciones telescópicas de algún astrónomo, ocupado en preparar materiales para la construcción de un catálogo de estrellas. Nada encontró, sin embargo, hasta llegar al año 1795; en los días 8 y 10 del mes de mayo, Lalande observó el planeta Neptuno como una estrella de octava magnitud, según creen el citado Walker, Mauvais y Petersen, que también se dedicaron

alegría que en los registros de Lalande no había indecisión alguna, y que este astrónomo había observado realmente el planeta en las noches del 8 y del 10 de mayo de la época citada, y que habiendo caminado el cuerpo, aunque poco, en el intervalo de dos días, no concordaban ambas observaciones, suponiendo Lalande que una de ellas debía ser errónea, sin sospechar que en esta escasísima discrepancia se encerraba un descubrimiento que hubiera hecho su nombre inmortal.

Neptuno aparece en los telescopios de mediano poder óptico como una estrella de octava magnitud, por manera que, á la simple vista, es completamente invisible; en buenas condiciones atmosféricas, y con un anteojo poderoso, se distingue su disco circular de un diámetro aparente de  $2''.433$  á su distancia media de la Tierra; su distancia media al Sol es de 1.104 millones de leguas; la máxima de 1.114 y la mínima de 1.095 millones.

Como Neptuno gira en torno del Sol en una órbita externa á la Tierra, varían sus distancias á nuestro globo según el punto que ocupa, siendo la menor de 1.070 millones y la máxima de 1.180 millones en las conjunciones.

La órbita que describe este remotísimo planeta presenta un desarrollo inmenso, de 7.000 millones de leguas, con una excentricidad de 0,0087, y la recorre en 60.126 días, ó lo que es lo mismo, en 164 años y medio, con una velocidad relativa muy pequeña, pues siendo el más lejano de los planetas, ejerce el Sol sobre él una atracción mucho más débil que sobre los demás astros. Una operación aritmética sencillísima nos permite averiguar que la velocidad real del cuerpo en su órbita es de 116.000 leguas diarias, ó 5 kilómetros y medio por segundo.

La duración de su revolución sinódica, ó intervalo que transcurre entre dos conjunciones consecutivas, es de 367 días.

Si tomamos como unidad el diámetro de la Tierra, hallamos que el de Neptuno es de 3,8, de donde resulta que el planeta tiene un volumen 55 veces más considerable que el de nuestro globo (fig. 213); mide de polo á polo unas 13.000 leguas, siendo la longitud de su periferia de 41.000 leguas y su superficie 17 veces mayor que la del globo terráqueo.

Las observaciones del aspecto físico de Neptuno son muy difíciles; no presenta compresión alguna, y todos sus diámetros parecen iguales; en su superficie no se distinguen ni manchas, ni bandas, y su disco aparece de un color homogéneo, azulado pálido. Por esta causa se ignora si gira sobre su eje como los demás planetas, ni se sabe tampoco el tiempo que pueda emplear en su rotación.

Lassel, Challis y Bond sospecharon en cierta época que este planeta estaba rodeado por un anillo circular semejante al de Saturno; pero observaciones más recientes, verificadas en buenas condiciones atmosféricas, han demostrado que esto era una ilusión.

Representando por 1 las cantidades de luz y calor que la Tierra recibe del Sol, vienen á ser estos mismos elementos, en la superficie de Neptuno, como 0,001, es decir, una milésima parte.

Examinando Lassel el disco de Neptuno poco después de su descubrimiento, con el auxilio de su telescopio de dos pies de diámetro (61 centímetros), percibió en varias ocasiones un punto luminoso en las inmediaciones del planeta. Durante el año siguiente adquirió el convencimiento de que se trataba de un satélite que giraba en torno del cuerpo primario en  $5^d 21^h 2^m$ . En 1847 y 1848 fué

observado este nuevo cuerpo en Cambridge y en Pulkowa por Bond y Struve respectivamente. Estas observaciones demostraron que su órbita presentaba una inclinación respecto de la eclíptica de unos  $30^{\circ}$ , pero no fué posible averiguar la dirección del movimiento, á causa de la posición particular que ocupaba el satélite en su órbita. Pocos años bastaron, sin embargo, para aclarar este punto, y se averiguó que el movimiento del satélite neptuniano era retrógrado, caso más extraordinario aún que el de los satélites de Urano; puesto que para representar la posición de la órbita y la dirección del movimiento del modo ordinario, tendrían que levantarse la órbita más de  $150^{\circ}$ , lo que equivaldría á invertir su posición por completo.

Las determinaciones de los elementos de este satélite son muy discordantes, lo cual debe atribuirse á la dificultad que presenta su observación, pues su brillo no pasa del de una estrella de la  $14.^{\text{a}}$  magnitud. Pickering estima que es del tamaño de la Luna; sin embargo, se ha determinado su distancia al cuerpo primario evaluándola en unas 100.000 leguas, que viene á ser la que hay de la Luna á la Tierra. De las distancias del satélite al planeta se ha deducido la masa de éste; las observaciones de Struve (1894) dan  $\frac{1}{19.306}$ .

De modo que la masa de Neptuno equivale á 19 veces la masa de la Tierra, teniendo la materia que compone el globo de aquel planeta una densidad que escasamente pasa del quinto de la densidad media de la Tierra, y en relación con la densidad del agua, es igual á 1,15.

La fuerza de gravedad en la superficie del planeta es algo inferior á la de la Tierra, pues llega sólo á unas 950 milésimas.

A pesar de su insignificancia, ha levantado el pequeño satélite de Neptuno problemas en extremo interesantes. En 1888 Mr. Marth publicó un trabajo, en el que hacía ver que el plano de la órbita del satélite de Neptuno cambiaba lentamente y en un mismo sentido, como demostraba la serie de observaciones efectuadas de 1852 á 1883, pues en el intervalo de esos treinta y un años la inclinación de su plano había aumentado cosa de  $5^{\circ}$ , lo que no podía atribuirse, por lo considerable, á errores de observación, y menos aún, considerando que después de esa fecha, en los diez años siguientes, ha confirmado Struve el mismo fenómeno, utilizando en sus trabajos la gran ecuatorial de Pulkowa.

Tisserand, último Director del Observatorio de París, atribuye esta perturbación al achatamiento del planeta que nadie ha visto; pero después de las maravillas que acabamos de relatar sobre el descubrimiento de Neptuno, no debemos sorprendernos porque de las modificaciones de la posición de un plano se deduzca la forma de un cuerpo celeste.

Debido á la inmensa distancia que hay de Neptuno al Sol, sólo son visibles desde este remotísimo planeta sus congéneres Saturno y Urano; los astrónomos neptunianos pueden, sin embargo, mejor que sus vecinos los uránicolos, estudiar el cielo estrellado y la paralaje de los luminares que lo pueblan, pues para el caso cuentan con una línea de base, treinta veces mayor que el diámetro de la órbita terrestre.

FIN DEL TOMO PRIMERO

## ÍNDICE

### DEL TEXTO CONTENIDO EN ESTE TOMO

	Páginas
<i>Introducción.</i> . . . . .	5
<b>LIBRO PRIMERO</b>	
<b>EL SOL</b>	
CAPÍTULO I. - El Sol á simple vista. - Forma, dimensiones y distancia del Sol. - Las manchas solares. - Su descubrimiento - Métodos para observarlas. . . . .	7
- II. - Movimiento y deformación aparente de las manchas. - Formas de sus trayectorias según la época del año. - Aspecto de las manchas solares y de la fotosfera. - Rugosidades de la fotosfera. . . . .	20
- III. - Formación de las manchas. - Su nivel. - Del núcleo ó umbra. . . . .	31
- IV. - Elementos del movimiento de rotación. - Trabajos modernos. - Movimientos propios de las manchas. - Periodos de las manchas. . . . .	44
- V. - Temperatura solar. - Radiaciones luminosas. - Acción magnética del Sol. . . . .	54
<b>LIBRO SEGUNDO</b>	
<b>LOS PLANETAS</b>	
<i>Introducción.</i> . . . . .	69
CAPÍTULO I. - <i>Vulcano.</i> . . . . .	75
- II. - <i>Mercurio.</i> - Conocimientos de los antiguos sobre Mercurio. - Dimensiones y distancias de Mercurio. - Aspecto y movimientos de Mercurio. - Pasos de Mercurio por el disco del Sol. . . . .	81
- III. - <i>Venus.</i> - Conocimientos de los antiguos sobre Venus. - Dimensiones y distancias de Venus. - Movimientos de Venus. - Descubrimiento de sus fases. - Visibilidad de Venus en pleno día. - Movimiento de rotación de Venus. - Montañas de Venus. - Satélite de Venus. - Paso de Venus por el disco del Sol. . . . .	99
- IV. - <i>La Tierra.</i> - Ligeras ideas sobre la situación y forma de la Tierra. - Pruebas vulgares del movimiento de rotación de la Tierra. - Forma verdadera y dimensiones de la Tierra. - Estudio del movimiento de rotación de la Tierra. - Estudio del movimiento de traslación de la Tierra. - El día y la noche - Las estaciones. - Latitudes y longitudes terrestres - Mapas geográficos. . . . .	123