

LA ASTRONOMIA

JOSE MARIA TORROJA

Académico Numerario

En este curso de conferencias sobre "Historia de la Matemática en el siglo XIX" no podía faltar una referencia al desarrollo de la Astronomía. Pero no hay posibilidad de hacer una historia completa, por lo que nos limitaremos a exponer una serie de cuestiones, que consideramos las más importantes. Una de estas ramas de la Astronomía, de excepcional importancia es, sin duda, la Astrofísica, pero no parece que su estudio entre dentro de la historia de la Matemática, por lo que no entraremos en ella.

* * * *

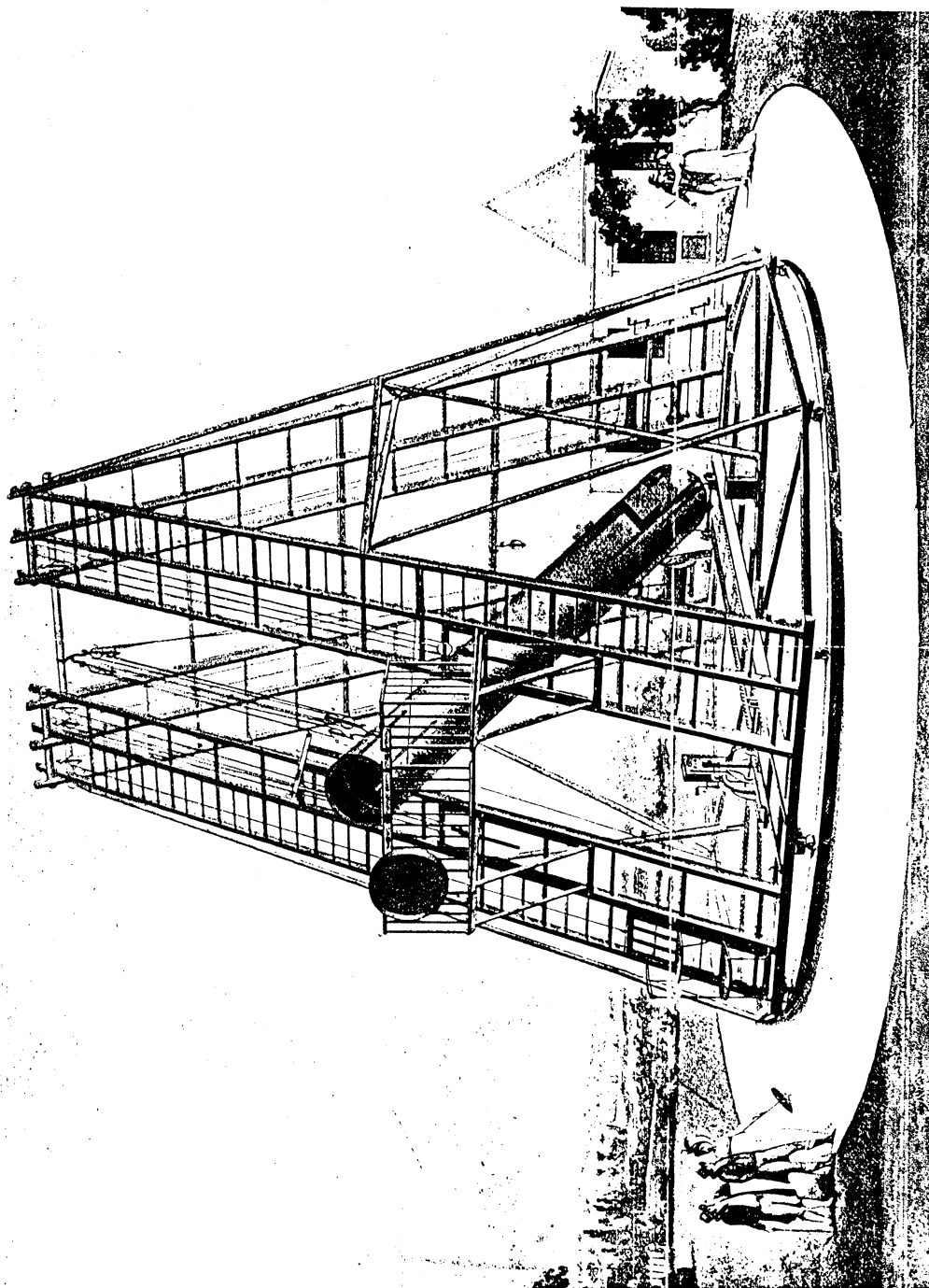
LOS OBSERVATORIOS

La Astronomía es una ciencia de observación. Sus teorías han de tratar de explicar los fenómenos observados, o, en su caso, predecir nuevos fenómenos que la observación ha de confirmar.

Para facilitar estas misiones fue necesario mejorar sus emplazamientos y mejorar los instrumentos utilizados. Veamos cómo se trató de conseguirlo a lo largo del siglo XIX.

Desde que Galileo utilizó en 1610 el telescopio refractor para la observación astronómica, y Newton en 1672 propuso la utilización del reflector, ambos tipos de anteojos se han venido utilizando a lo largo de los siglos XVII y XVIII aumentando sus dimensiones tratando de lograr una mayor luminosidad y definición en las imágenes. Esta tendencia se mantuvo a lo largo del siglo XIX.

En cuanto al refractor, John Dollond inició en 1757 la construcción de objetivos compuestos por dos lentes de vidrios de distintas características, una de "crown" y otra de "flint" que le permitieron llevar a un foco los rayos de diferentes longitudes de onda. Construyó numerosos anteojos basados en esta invención. En la segunda mitad del siglo XIX fueron los Alvan Clark, padre e hijo, quienes construyeron en Cambridge, Massachusetts, numerosos refractores, entre ellos los de los observatorios americanos de Lick y Yerkes en los que se instalaron sendos telescopios de 36 y 49



TELESCOPIO DE HERSCHELL DEL OBSERVATORIO DE MADRID

pulgadas de abertura, que siguen siendo los mayores refractores existentes en la actualidad.

Los primeros anteojos reflectores que se construyeron fueron metálicos, de bronce, si bien más tarde empezaron a utilizarse espejos de vidrio, con la ventaja sobre los refractores de no ser necesaria una masa tan pura y homogénea como las usadas para la construcción de objetivos, puesto que la luz no ha de atravesarla.

Uno de los primeros constructores de telescopios reflectores fue William Herschell (1738-1823). Había descubierto dos de los satélites de Saturno y necesitaba un telescopio más potente para continuar sus observaciones. Pero sus posibilidades económicas no le permitían adquirirlo, por lo que decidió construirlo él mismo, lo que pudo hacer gracias a una subvención real concedida en 1788 que le permitió construir un espejo de tres pies y medio de diámetro, que no empezó a utilizarse hasta 1811, y que fue durante muchos años el mayor del mundo. Entre otros muchos recibió Herschell el encargo de construir un nuevo telescopio para el Observatorio de Madrid, que llegó a su destino en 1802, quedando definitivamente instalado en 1806. En una nota publicada en el tomo XXIX de la "Revista" de esta Corporación por el Académico P. Agustín Barreiro con el título "El Observatorio Astronómico de Madrid, su fundación y desarrollo" se refiere a los destrozos ocasionados por los soldados de Napoleón con ocasión de la invasión ocurrida en 1808, diciendo: "La soldadesca penetró... en el Observatorio, cuyas dependencias les sirvieron de alojamiento; arrojó por los suelos libros y papeles, quemó el gran telescopio Herschell, y sólo escaparon a su barbarie algunos instrumentos que, con gran previsión y celo consiguieron recoger y ocultar el Prof. D. Ramón de Ibarra y el P. Jimenez ... ". Más adelante da una "Lista de los instrumentos y demás efectos pertenecientes al R. Observatorio Astronómico de esta Corte" en la que incluye "Dos espejos de dos pies y medio de diámetro ... pertenecientes al Gran Telescopio de Herschell de 25 pies ingleses de largo", es lo único que se ha salvado de esta asombrosa pieza; los franceses destruyeron y quemaron su maquinamiento".

Este telescopio había llegado acompañado de una serie de planos, dibujos y descripciones y entre ellos unas "Instrucciones para el establecimiento, conservación y uso del Telescopio", redactadas en inglés y firmadas Wm. Herschell.

Tanto los dos espejos como estas "Instrucciones" se conservan en el Observatorio, así como dos pequeños telescopios de caoba contruidos por el propio Herschell.

No menor ha sido el interés dedicado a los relojes, pieza fundamental de los Observatorios astronómicos, cuya mejora fue progresando a lo largo del siglo XIX, gracias a las aportaciones de artesanos y constructores.

En cuanto al emplazamiento de los nuevos observatorios se trató de seguir la norma ya establecida por Newton que señaló que las capas bajas de la atmósfera son

las más densas y por lo tanto las que dan lugar a una mayor absorción de las radiaciones incidentes de las estrellas y las que producen una mayor difusión de la luz que da lugar al color azul que observamos en la esfera celeste, que nos impide la observación de las estrellas cuando el Sol se encuentra por encima del horizonte. La observación desde el espacio exterior ha permitido comprobar que efectivamente esto es así.

Al instalarse en 1725 el Observatorio de Bolonia, se hizo sobre una torre. Pero esto no es suficiente, es necesario además alejarse de los centros urbanos, cuyas iluminaciones nocturnas perturban las observaciones.

La preocupación por la mejora de los observatorios existentes y por la instalación de otros nuevos fue constante a lo largo del siglo XIX, muchas veces a cargo de astrónomos de primera línea.

Así Bessel fue encargado por el gobierno de Prusia de la construcción del Observatorio de Königsberg, en Heidelberg en 1813, que dirigió hasta su muerte en 1846, en el que desarrolló una interesante labor en la determinación de posiciones de 50.000 estrellas y sus movimientos. Determinó la distancia de la estrella "Gi Cygni" por el estudio de su movimiento anual en la elipse de paralaje, que explicó como una consecuencia del movimiento de la Tierra alrededor del Sol. Fue el primero en utilizar el heliómetro para determinar el diámetro aparente del Sol.

Encke fue igualmente encargado de la mejora del Observatorio de Berlín, donde entre 1820 y 1830 instaló un círculo meridiano y un gran antejo refractor, dedicándose también al estudio de movimientos de estrellas.

Otro gran observatorio fue instalado durante este siglo en Pulkovo, cerca de Leningrado, por el primero de los Struve. Había sido director del Observatorio de Dorpat desde 1817, siendo encargado en 1834 de la construcción del nuevo observatorio de Pulkovo del que fue director desde su inauguración hasta su jubilación en 1862, en que le sucedió su hijo.

En España, y antes que el Observatorio de Madrid, se había instalado también, a propuesta de Jorge Juan, un observatorio en el castillo de la Villa, en Cádiz, para la enseñanza de los Guardias Marinas. Inaugurado en 1753 fue posteriormente trasladado a su actual emplazamiento de San Fernando donde sigue prestando grandes servicios al progreso de la Astronomía. Además de estos dos se crearon durante el siglo XIX sendos observatorios en Sevilla, que dirigió Fran Pedro Martínez Uribe y en Valencia por iniciativa del Rector Vicente Blasco.

Fuera de la península se crearon otros en Bogotá (1802) por iniciativa de Celestino Mutis y en Manila (1869) y se sentaron las bases para la instalación de nuevos observatorios en los primeros años del siglo siguiente; los de Lalín (Pontevedra) (1900), Cartuja (Granada) (1903), Fabra (Barcelona) (1904) y el del Ebro (Tortosa) (1905).

Lo acertado de salvar las capas bajas de la atmósfera ha sido confirmado con la instalación del Observatorio de Pic du Midi, instalado en 1881 a 2850 metros de altitud en el Pirineo, cerca de la frontera española. Mayor es aún la altitud del Observatorio de Arosa (Suiza) a 2050 m. En Estados Unidos se instaló a fines del siglo XIX el Observatorio de Monte Wilson a 1742 m. de altitud, pero el crecimiento de las ciudades de Los Angeles y Pasadena dificultaron las observaciones con el telescopio de 2.5 m. de abertura, lo que obligó a buscar un nuevo emplazamiento para el nuevo telescopio de 5 m. que se situó a una distancia de 150 kms. en Monte Palomar, a 1706 m. sobre el nivel del mar. Un nuevo observatorio se situó en el hemisferio sur, en La Silla (Chile) a 2400 m. En España se han construido recientemente dos observatorios de altura. El primero el Observatorio del Teide en Tenerife a 2400 m. y ultimamente el Observatorio Hispano Alemán de Calar Alto, en Almería, a 2165 m. de altitud.

* * * *

EL DESCUBRIMIENTO DE LOS ASTEROIDES

Los grandes planetas, desde Mercurio hasta Saturno eran conocidos desde la antigüedad. Pero Kepler ya admitió la posibilidad de existencia de otro planeta entre Marte y Júpiter.

En efecto, Delambre en su "Histoire de l'Astronomie Moderne" dice: "Para satisfacer sus ideas de proporciones, osó suponer un planeta entre Júpiter y Marte, y otro entre Venus y Mercurio. Su pequeñez es tal vez la única razón que nos impide verlos. Asigna valores a sus revoluciones periódicas. Sin embargo, su nuevo planeta no le parece aún suficiente para el intervalo entre Marte y Júpiter".

"Persuadidos de la existencia de este planeta entre Marte y Júpiter - sigue diciendo Delambre - veinticuatro astrónomos alemanes se asociaron, bajo la dirección de Schrater, para buscarlo".

El 1 de enero de 1801, casi dos siglos después de la predicción de Kepler, llegó la confirmación.

Giuseppe Piazzi (1746-1826) era un joven profesor de matemáticas en Palermo, donde se creó un observatorio astronómico, de cuya dirección fue encargado. La tarea principal que emprendió fue la determinación de posiciones de estrellas. En la fecha arriba indicada encontró una estrella que no había aparecido en noches anteriores, y que pudo seguir observando a lo largo de seis semanas, durante las cuales pudo observar que variaba su posición con relación a las estrellas próximas. Evidentemente no se trataba de una estrella. Otro joven matemático alemán, Carlos Federico Gauss (1777-1855) emprendió la tarea de calcular una órbita en la que encajaran las posiciones

observadas, para lo cual tuvo que recurrir al método de los mínimos cuadrados, que él mismo había desarrollado, basándose en las ideas avanzadas en 1770 por Boscovich. A partir de esta órbita calculó efemérides que permitieron su observación por Olbers (1758-1840) desde el Observatorio de Göttingen, en las posiciones previstas por Gauss.

Con este descubrimiento se cumplía la previsión de la ley de Titius-Bode, ley empírica que da valores aproximados para las distancias de los planetas al Sol, según la cual debería existir un planeta a una distancia de 2.8 veces la distancia Sol-Tierra, entre las órbitas de Marte y Júpiter. A este nuevo planeta se le dió el nombre de "Ceres".

El 28 de marzo de 1802, Olbers, observando desde Bremen la región del cielo en que se movía Ceres, encontró un nuevo astro, que recibió el nombre de "Pallas". Desde esta fecha hasta 1807 se descubrieron "Juno" y "Vesta", el primero casualmente por Harding, y el segundo por Olbers, quien había comprobado que las órbitas de "Ceres", "Pallas" y "Juno" se cortaban en un determinado punto del espacio. Ello le hizo pensar que podían ser fragmentos de un gran planeta que, por causas desconocidas, hubiera hecho explosión. Esta idea le llevó a explorar el firmamento buscando nuevos fragmentos, encontrando el 29 de marzo de 1807 un nuevo planeta, al que se dió el nombre de "Vesta".

El propio Gauss calculó las órbitas de cada uno de estos tres nuevos planetas utilizando tres observaciones próximas en el tiempo, mejorando para ello el método que inicialmente le había permitido determinar la de "Ceres", que expuso en su obra "Theoria motus corporum celestium" publicada en 1809. El método de Gauss se ha seguido utilizando hasta nuestros tiempos.

Se habían descubierto así los primeros de una serie de nuevos componentes del sistema solar, a los que, por sugerencia de Herschell se dió el nombre genérico de "Asteroides", nombre que posteriormente fue sustituido por el de "pequeños planetas", de los que hoy se conocen más de 1500 con órbitas calculadas.

* * * *

LOS COMETAS

Nos hemos referido más arriba a Enrique Guillermo Olbers, nacido en Bremen en 1758 y trasladado a Göttingen en 1771 para estudiar Medicina.

Pronto se sintió atraído por la Astronomía, recibiendo el encargo de dotar convenientemente al Observatorio de esta ciudad, donde instaló diversos anteojos refractores y reflectores y, en particular, tres buscadores de cometas, pues su principal interés personal estaba en estos últimos. En efecto, en 1796 descubrió un cometa, y otro en 1815, que lleva su nombre, desarrollando un nuevo método para el cálculo de su

órbita, método que mejoraba el propuesto por Laplace. Con este método calculó las órbitas parabólicas de otros dieciocho cometas, que ha seguido utilizándose a lo largo de los años hasta nuestros días.

Otro matemático de primera fila que, como Gauss, dedicó especial atención a la Astronomía, y al que ya nos hemos referido, fue Federico Guillermo Bessel (1784-1846). Halley, como resultado de sus conversaciones con Newton, con el que le unía una gran amistad, había reunido numerosas observaciones de cometas efectuadas a lo largo de los siglos, llegando a la conclusión de que las correspondientes a las efectuadas en 1456, 1531, 1607 y 1682 correspondían al mismo cometa, anunciando su reaparición en el mes de diciembre de 1758, como efectivamente ocurrió. Cuando Bessel sólo contaba veinte años calculó la órbita del cometa Halley utilizando observaciones a lo largo de un año, enviando sus resultados a Olbers, quien le ofreció un puesto en su observatorio. Más tarde recibió Bessel el encargo de Federico Guillermo III de la instalación del nuevo observatorio de Königsberg.

Juan F. Encke (1791-1865) fue director del Observatorio de Berlín desde 1825 hasta su muerte, donde trabajó en la formación de cartas de estrellas. Se interesó también por el cálculo de órbitas y perturbaciones de asteroides y de cometas, en particular del que ha conservado su nombre, observado por primera vez en 1786, para el que determinó una órbita elíptica con una excentricidad de 0,85 y un periodo de 3,3 años.

Naturalmente no fueron estos los únicos cometas observados o descubiertos en el siglo XIX, ni fueron los astrónomos citados los únicos que se dedicaron a su estudio, y en particular al cálculo de sus órbitas. Uno de estos últimos fue Le Verrier, a quien más adelante nos referiremos por su descubrimiento de Neptuno, que antes se había interesado por el estudio del movimiento de los cometas y las perturbaciones en sus movimientos. En efecto en las "Comptes Rendus" de la Academia de Ciencias de París publicó una serie de trabajos sobre las órbitas y movimiento perturbado de varios cometas, entre ellos, los descubiertos por Faye y de Vico.

* * * *

EL DESCUBRIMIENTO DE NEPTUNO

Newton en su obra cumbre "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" (1687), en la que enunció su ley de la gravitación universal, inició el desarrollo de una nueva ciencia, la Mecánica Celeste, cuyo objetivo es el estudio del movimiento de los astros del sistema solar bajo la acción de sus mutuas atracciones gravitatorias. Newton estudió el problema de los dos cuerpos, demostrando que la trayectoria descrita por un móvil moviéndose bajo la acción de una fuerza central inversamente proporcional al cuadrado de la distancia ha de ser una cónica y verificándose las leyes de Kepler. Más

complicado es el estudio del movimiento de un planeta bajo la acción gravitatoria del Sol y los demás planetas: el célebre problema de los n cuerpos.

Como primeros continuadores de la obra de Newton, en los años que siguieron a su muerte hay que destacar cuatro nombres: Colin Maclaurin (1698-1746), Leonard Euler (1707-1783), Alexis Claud Clairaut (1713-1765) y Jean-le Rond D'Alembert (1717-1783) y más adelante por José Luis Lagrange (1736-1813) que publicó en 1788 los dos volúmenes de su "Mècanique Analytique" y Pedro Simon Laplace (1749-1827) que dio a la imprenta una obra fundamental, en cuatro volúmenes con el título de "Mècanique Cèleste" que aparecieron entre 1799 y 1825.

Ya indicábamos más arriba que los grandes planetas desde Mercurio hasta Saturno eran conocidos desde la antigüedad. En 1781 William Herschell, con el telescopio construido por él mismo, observó un astro que se movía con relación a las estrellas próximas, lo que le llevó a comunicar a la Royal Society el descubrimiento de un nuevo cometa. Pero observaciones posteriores comprobaron que su forma era circular, a diferencia de la que presentaban los cometas. Herschell había logrado, por primera vez en los tiempos históricos descubrir un nuevo planeta, más alejado que Saturno. El cálculo llevó a una órbita casi circular, lo que confirmaba que efectivamente se trataba de un planeta, que luego se comprobó ya había sido observado en distintas ocasiones. Flansteed (1646-1719) lo había observado en la constelación de Tauro, catalogándolo como una estrella, que llamó "34 Tauri". Lo habían observado también Bradley (1693-1762), Mayer (1726-1762) y Lemonier (1715-1799) este último en trece ocasiones, considerando que se trataba de trece estrellas distintas.

Herschell quiso dar al nuevo planeta el nombre de "Georgius Sidum" en memoria de su protector el rey Jorge III. Pero ni este nombre ni el de "Herschell" que fue sugerido por algunos astrónomos ingleses fue aceptado fuera de Inglaterra. Al fin se le dió el nombre de Urano, sugerido por el astrónomo alemán Bode.

En 1787 el propio Herschell, con su nuevo telescopio, descubrió dos satélites de Urano, que recibieron los nombres de Titania y Oberón, y otros dos de Saturno, Encelado y Minas. Este mismo año Barnaba Oriani calculó los elementos de la órbita de Urano utilizando observaciones entre 1781 y 1788 que permitieron observarlo con diferencias con las posiciones calculadas que en 1787 superaban los 20". Más tarde mejoró sus cálculos introduciendo las perturbaciones en el movimiento de Urano debidas a la acción de Júpiter y Saturno.

En 1821, y por encargo del "Bureau des Longitudes", Alexis Bouvard (1767-1843) calculó efemérides para Júpiter, Saturno y Urano apoyándose en los resultados de la Mecánica Celeste de Laplace. Para el cálculo de la órbita de Urano no le fue posible hacerlo utilizando las observaciones antiguas desde 1690 y las obtenidas por Herschell. Bouvard sólo consiguió determinar una órbita utilizando las observaciones de los últimos cuarenta años, dejando para el futuro, decía, el averiguar si el

problema estaba en la falta de precisión de las observaciones antiguas, o en la existencia de posibles acciones extrañas que pudieran actuar sobre el planeta. Pero no eran sólo las observaciones antiguas las que no encajaban. Pronto se vio que las de Airy en 1828, efectuadas en Cambridge, presentaban diferencias incompatibles con la precisión asegurada por los cálculos en la Mecánica Celeste de Laplace, diferencias que llegaron a 20" en 1840 y a los 2' en 1844, y que fueron también apreciados por Bessel, que había determinado nuevos valores para las masas de Júpiter y Saturno, comprobando que las diferencias observadas en el movimiento de Urano no podían ser debidas a la acción de aquellos planetas. ¿Cuál podía ser la causa de estas diferencias?. ¿Dónde estaba el planeta que las originara?. El problema ahora era mucho más complicado. Ya no se trataba de estudiar el movimiento de una serie de planetas cuyas masas se habían calculado y que venían observando desde hacía muchos años. Ahora el problema era encontrar un planeta que nadie había observado y que justificara las diferencias entre las posiciones observadas y las calculadas para el planeta que había descubierto Herschell.

Un problema análogo se había presentado en 1845 al estudiar el movimiento de Mercurio, cuyo perihelio presentaba una diferencia de 40" por siglo con relación al calculado. LeVerrier explicó esta diferencia como consecuencia de la acción de un planeta desconocido, Vulcano, cuyos elementos calculó. El nuevo planeta fue insistentemente buscado, sin que nunca apareciera. Las diferencias observadas encontraron una explicación, ya que en nuestro siglo, como una de las consecuencias de la nueva teoría de la relatividad de Einstein.

De la misma forma atacó LeVerrier el problema de Urano, problema que, sin conocerlo LeVerrier había sido tratado y resuelto unos meses antes por Adams, un joven estudiante de Cambridge.

En la biblioteca del Saint John's College, de la Universidad de Cambridge se conserva un escrito de John C. Adams (1819-1892), quien en 1843 anunciaba que se ponía a trabajar en el estudio de las irregularidades de Urano "que no han sido aún explicadas para ver si no se las puede atribuir a la acción de un planeta exterior desconocido, y para determinar, si fuera posible, aproximadamente, los elementos de una órbita, lo que conduciría a su descubrimiento". Pero el problema se complicaba por la falta de precisión en los elementos que había utilizado Bouvard para Urano, así como los valores de las masas de Júpiter y de Saturno. Era, pues, necesario, no sólo calcular los elementos de la órbita del presunto planeta perturbador, sino, además, mejorar los de la órbita del planeta perturbado, Urano. Por fin Adams, después de dos años de trabajo, a primeros de octubre de 1845 pudo dirigirse al Astrónomo Real, Airy, comunicándole la posición en que debía aparecer el planeta buscado. Airy contestó a Adams pidiéndole algunos detalles en especial en cuanto a la posible mejora de los valores de las distancias. Adams no contestó a estas preguntas de Airy. Este hecho y, tal vez, la falta de fe en la posibilidad de que Adams, entonces un estudiante, hubiera resuelto el problema que pretendía, y las dificultades prácticas de la observación que

habría de iniciarse, hizo que el tema quedara en suspenso hasta que el propio Airy conoció los trabajos que, buscando la solución del mismo problema, había desarrollado LeVerrier. Y, en efecto, en una reunión del Board of Visitors del Observatorio de Greenwich el día 29 de junio de 1846, el Astrónomo Real Airy dio cuenta de las comunicaciones que había recibido de Adams y de LeVerrier anunciándole ambos la situación del nuevo planeta, así como su propósito de encargar de su búsqueda a Challis en el Observatorio de Cambridge. Challis, efectivamente, inició sus observaciones a fin de julio, nueve meses después de haber recibido Airy los datos que le había enviado Adams. Pero no disponía de cartas del cielo suficientemente buenas, por lo que el trabajo de búsqueda e identificación del planeta resultaba sumamente difícil. Challis inició los trabajos de reducción de posiciones de las estrellas observadas entre el 31 de julio y el 12 de agosto. Lo hizo para 39 estrellas y suspendió el trabajo. Más tarde, cuando LeVerrier anunció el descubrimiento del planeta pudo comprobarse que entre aquellas estrellas observadas en Cambridge entre el 31 de julio y el 12 de agosto, aparecía el planeta buscado.

LeVerrier, por su parte, y sin conocer los trabajos emprendidos por Adams, en una memoria presentada el 10 de noviembre de 1845 a la Academia de Ciencias de París, decía que, a instancias de Arago, había dejado los trabajos que estaba realizando sobre los cometas y había pasado a ocuparse del estudio de las irregularidades en el movimiento de Urano.

Urbano Juan LeVerrier (1811-1877) empezó trabajando como Químico con Gay Lussac, pero pronto encontró la oportunidad de pasar al estudio de la Astronomía como profesor de la Escuela Politécnica. En 1847 pasó a desempeñar la cátedra de igual nombre en la Sorbona y dos años más tarde la de Mecánica Celeste. A la muerte de Arago, su gran amigo y protector, fue designado, en 1854 Director del Observatorio de París.

Se interesó por los trabajos de Laplace, en particular sobre la estabilidad del sistema solar, cuyas conclusiones mejoró. Pero su principal interés estuvo en el estudio del movimiento perturbado, tema sobre el que publicó una serie de trabajos en las "Comptes Rendus" de la Academia de Ciencias de París, a partir de 1839, en que aparecieron dos trabajos titulados "Sur les variations séculaires des orbites des planètes" y "Sur les mouvements des inclinaisons et des noeuds des orbites des trois planètes, Jupiter, Saturne et Uranus". En la Academia dio cuenta de sus principales descubrimientos y su colaboración en sus tareas fue siempre muy efectiva.

El 19 de enero de 1846 fue designado miembro de la Academia en la vacante producida por el fallecimiento de Cassini. De los 55 académicos presentes en la sesión, 44 votaron a favor de LeVerrier, 9 a Bouvard y dos en blanco. El año siguiente fue también llamado a formar parte de la Royal Society de Londres.

Uno de los primeros trabajos de LeVerrier en las "Comptes Rendus" se refiere al movimiento de Mercurio, en cuyo estudio llegó a los resultados a que ya nos hemos referido.

También nos hemos referido a sus investigaciones sobre el movimiento de distintos cometas. Pero la obra cumbre de LeVerrier fue la que le llevó al descubrimiento de Neptuno.

En una Memoria presentada por LeVerrier en la sesión celebrada por la Academia de Ciencias el 1 de junio de 1846 (Comptes Rendus 22, 907) dice: "Me propongo ... estudiar la naturaleza de las irregularidades del movimiento de Urano... buscando descubrir ... la dirección y la magnitud de la fuerza que las produce". Dice más adelante "... las expresiones analíticas de las perturbaciones que Júpiter y Saturno producen sobre Urano, se encuentran desarrolladas en el tomo III de la Mecánica Celeste. Era permitido esperar que ayudándose de todos estos datos, se llegaría a construir Tablas exactas del movimiento del planeta; es lo que emprendió M. Bouvard".

Sigue una extensa exposición del problema que trata de resolver y de las posibles soluciones, de la que reproducimos algunos párrafos:

.....

"Il y eut impossibilité de représenter à la fois les dix-sept observations anciennes et les nombreuses observations modernes. Dans cette situation embarrassante, le savant académicien - (se refiere a Bouvard) - jeta des doutes sur l'exactitude des observations anciennes; il les écarta complètement et n'eut égard qu'aux seules observations modernes".

.....

"Vingt-cinq années, écoulées depuis cette époque, nous ont appris que les Tables actuelles, qui ne représentent pas les lieux anciens, ne s'accordent pas mieux avec les positions observées en 1845. Doit-on attribuer ce désaccord à ce que la théorie n'est pas suffisamment précise? Ou bien cette théorie n'a-t-elle pas été comparée aux observations avec assez d'exactitude, dans le travail qui a servi de base aux Tables actuelles? Enfin, se pourrait-il qu'Uranus fût soumis à d'autres influences que celles qui résultent des actions du Soleil, de Jupiter et de Saturne? Et, dans ce cas, parviendrait-on, par une étude attentive du mouvement troublé de la planète, à déterminer la cause de ces inégalités imprévues? Pourrait-on en venir à fixer le point du ciel où les investigations des astronomes observateurs devraient faire reconnaître le corps étranger, source de tant de difficultés?"

.....

"J'aurais pu déclarer, dès le mois de novembre dernier, qu'il fallait chercher ailleurs que dans l'imperfection des éléments de l'ellipse la cause des étranges inégalités d'Uranus. Malheureusement, en examinant avec une grande attention le

préambule très-concis des Tables d'Uranus, j'y découvris plusieurs causes d'erreurs, dont il était impossible d'apprécier avec justesse l'influence, et qui s'opposaient à ce qu'on pût tirer aucune conséquence immédiate et précise des Tables elles-mêmes."

.....

"L'importance du sujet me faisait une loi de tout revoir, de tout vérifier moi-même. A l'égard des anciennes observations, j'ai réduit de nouveau celles de Flamsteed, Bradley, Mayer et Lemonnier; et, parmi les nouvelles, j'en ai choisi deux cent soixante-deux, faites principalement aux instants des oppositions et des quadratures."

.....

"Retranchant enfin des coordonnées calculées les coordonnées observées, j'ai obtenu les écarts qu'affecte la théorie par rapport aux observations, lorsqu'on adopte les éléments elliptiques en usage, et lorsqu'on suppose que la planète, obéissant à l'action principale du Soleil, n'est point soumise à des forces secondaires autres que celles qui résultent des actions des planètes connues. Admettons que cette hypothèse soit juste: puisque les perturbations produites par les planètes ont été établies avec exactitude, les écarts de la théorie, relativement aux observations, ne pourront provenir que des erreurs des éléments de l'ellipse prise pour point de départ; en modifiant convenablement ces éléments, on ramènera les positions calculées à ne différer des positions observées que de quantités inférieures aux erreurs dont les observations sont susceptibles. C'est donc en examinant s'il est possible de faire disparaître les erreurs théoriques par des changements dans les éléments de l'ellipse, et en cherchant à donner à notre conclusion la rigueur d'une démonstration géométrique, que nous pourrons savoir définitivement si Uranus n'obéit qu'aux actions du Soleil et des autres planètes."

.....

"Comparons ensuite les positions déterminées au moyen de ces éléments, avec la série d'observations que nous possédons, et examinons avec soin les causes qui peuvent faire différer le résultat du calcul, du résultat de l'observation. Elles sont au nombre de trois, savoir: 1^o l'erreur propre de la nouvelle observation comparée; 2^o l'incertitude qui peut affecter la position calculée, par suite des erreurs des longitudes qui ont servi de base à la détermination des éléments elliptiques; 3^o enfin l'erreur théorique due à ce que la planète obéirait réellement à quelque force secondaire inconnue. Si nous prouvions que les deux premières causes ne sauraient suffire pour expliquer la différence que existe entre le calcul et l'observation, nous serions forcés d'admettre l'influence de la troisième."

.....

"A peine avait-on commencé, il y a quelques années, à soupçonner que le mouvement d'Uranus était modifié par quelque cause inconnue, ... On songea à la résistance de l'éther; on parla d'un gros satellite qui accompagnerait Uranus, ou bien d'une planète encore inconnue, dont la force perturbatrice devrait être prise en considération; on alla même jusqu'à supposer qu'à cette énorme distance du Soleil, la

loi de la gravitation pourrait perdre quelque chose de sa rigueur. Enfin, une comète n'aurait-elle pas pu troubler brusquement Uranus dans sa marche?"

.....

"Je ne m'arrêterai pas à cette idée que les lois de la gravitation pourraient cesser d'être rigoureuses, à la grande distance à laquelle Uranus est situé du Soleil."

.....

"Je ne saurais croire davantage à la résistance de l'éther; ..."

.....

"Les inégalités particulières d'Uranus seraient-elles dues à un gros satellite qui accompagnerait la planète? ... Il est donc impossible de recourir à l'hypothèse actuelle, d'autant plus que le satellite devrait être effectivement très-gros, et n'aurait pu échapper aux observateurs."

"Serait-ce donc une comète qui, tombant sur Uranus, aurait, à une certaine époque, changé brusquement la grandeur et la direction de son mouvement?."

.....

Después de rechazar todas estas hipótesis, dice más adelante:

"Il ne nous reste ainsi d'autre hypothèse à essayer que celle d'un corps agissant d'une manière continue sur Uranus, Ce corps, ..., ne saurait être qu'une planète, encore ignorée... Est-il possible d'assigner la place que cette planète devrait occuper dans le ciel?"

.....

"La planète perturbatrice sera donc située au delà d'Uranus. Nous ne devons pas supposer qu'elle en soit voisine, ..."

.....

"Il faudrait, ..., attribuer à cette planète une masse très-considérable; la grande distance à laquelle elle se trouverait à la fois de Saturne et d'Uranus rendrait ses actions, sur ces deux planètes, comparables entre elles, et il ne serait point possible d'expliquer les inégalités d'Uranus sans développer dans Saturne des perturbations très-sensibles, et dont il n'existe point de traces."

"Ajoutons que les orbites de Jupiter, Saturne et Uranus étant fort peu inclinées à l'écliptique, on peut admettre, dans une première approximation, qu'il en est de même pour la planète cherchée; ..."

.....

"Est-il possible que les inégalités d'Uranus soient dues à l'action d'une planète, située dans l'écliptique, à une distance moyenne double de celle d'Uranus? Et, s'il en est ainsi, où est actuellement située cette planète? Quelle est sa masse? Quels sont les éléments de l'orbite qu'elle parcourt?"

.....

"...: il faudra former les expressions des perturbations, dues au nouveau corps, en fonctions de sa masse, et des éléments inconnues de l'ellipse qu'il décrit; il faudra introduire ces perturbations dans les coordonnées d'Uranus, calculées au moyen des éléments inconnues de l'ellipse que cette planète parcourt autour du Soleil. Egalant les coordonnées ainsi obtenues aux coordonnées observées, on prendra pour inconnues, dans les équations de condition qui en résulteront, non-seulement les éléments de l'ellipse décrite par Uranus, mais encore les éléments de l'ellipse décrite par la planète troublante, dont nous cherchons la position."

.....

"..., je me bornerai à faire connaître l'expression de la longitude au 1^{er} janvier 1847. C'est le but le plus important de mon travail; c'est le résultat qui devra servir de point de départ aux observateurs pour découvrir le nouvel astre. ... en assignant 325 degrés de longitude héliocentrique à la planète, au 1^{er} janvier 1847, on ne commet pas une erreur de 10 degrés."

"Tel est le résultat capital auquel je suis parvenu. Je ne chercherai pas à le comprendre aujourd'hui dans des limites plus restreintes. Le travail dont je viens de présenter un extrait à l'Académie doit être considéré comme une ébauche d'une théorie qui commence."

.....

"On voit, en résumé, qué, pour obtenir, de la réunion de la théorie avec les observations, tous les secours dont j'avais besoin, il m'a fallu successivement":

"Reprendre le calcul des perturbations que Jupiter exerce sur Uranus; déterminer celles qui sont produites par Saturne, en poussant les approximations jusqu'aux carrés et aux produits des masses, ce qui a introduit de notables changements dans les théories admises;"

"Reduire près de trois cents observations méridiennes d'Uranus;"

"Calculer les positions héliocentriques correspondantes de cette planète, en supposant qu'elle n'obéisse qu'aux actions réunies du Soleil, de Jupiter et de Saturne;"

.....

"L'existence d'une planète encore inconnue se trouvant ainsi mise hors de doute, j'ai renversé le problème qu'on s'est, jusqu'ici, proposé dans le calcul des

perturbations. Au lieu d'avoir à mesurer l'action d'une planète déterminée, j'ai dû partir des inégalités reconnues dans Uranus, pour en déduire les éléments de l'orbite de la planète perturbatrice; pour donner la position de cette planète dans le ciel, et montrer que son action rendait parfaitement compte des inégalités apparentes d'Uranus".

"Il ne viendra sans doute à personne l'idée de vouloir réduire notre système solaire à d'étroites limites, et d'en tirer une conclusion contre l'existence d'un nouvel astre. Dans ce cas, cependant, je répondrais qu'on aurait eu les mêmes raisons d'affirmer, le 12 mars 1781, que Saturne était la dernière des planètes, sauf à être contredit le lendemain par la découverte d'Uranus. L'hypothèse qu'il existe des planètes plus éloignées du Soleil que celles que nous connaissons est-elle donc neuve? Dès l'année 1758, l'illustre géomètre Clairaut déclarait, dans la séance publique de l'Académie des Sciences, à l'occasion des perturbations de la comète de Halley, qu'un corps qui traverse des régions aussi éloignées pourrait être soumis à des forces totalement inconnues, telles que l'action des planètes, trop distantes pour être jamais aperçues."

"Espérons seulement que les astres dont parle Clairaut ne seront pas tous invisibles; que, si le hasard a fait découvrir Uranus, on réussira bien à voir la planète dont je viens de faire connaître la position."

En la sesión de la Academia del 31 de agosto del mismo año presenta otra Memoria. "Sur la planète qui produit les anomalies observées dans le mouvement d'Uranus - Détermination de sa masse, de son orbite et de sa position actuelle" (Comptes Rendus, 23, 428). Empieza diciendo:

"J'ai eu l'honneur, dans la séance du 1^{er} juin dernier, de communiquer à l'Académie les principaux résultats du travail que j'ai entrepris sur la théorie d'Uranus. J'ai prouvé qu'il n'était pas possible de représenter les observations de cet astre, dans le système de la gravitation universelle, en supposant qu'il ne fût soumis qu'aux actions réunies du Soleil et des planètes connues. Toutes les anomalies observées s'expliquent, au contraire, dans leurs moindres détails, par l'influence d'une nouvelle planète qui serait située au delà d'Uranus, et qui parcourrait une orbite déterminée."

.....

En esta segunda Memoria, presentada tres meses después de la que acabamos de comentar, busca una mayor precisión en la resolución del mismo problema, para lo cual utiliza todas las observaciones disponibles de Urano, empezando por las antiguas de Flamsteed, Bradley, Mayer y Lemonnier, a las que añade doscientas sesenta y dos observaciones entre 1781 y 1845 hechas en París y Greenwich.

Dice más adelante:

"Il n'est pas nécessaire de traiter séparément chacune des équations ainsi formées. La lenteur du mouvement d'Uranus, et celui de la planète perturbatrice,

permettent d'en réunir plusieurs, de manière à former des équations moyennes, dont les constantes seront probablement d'autant plus exactes, qu'elles résulteront de l'emploi d'un plus grand nombre d'observations. "

Reseña a continuación las treinta y tres ecuaciones de primer grado con seis incógnitas, que ha de resolver, y da a continuación los valores obtenidos para el semieje mayor de la órbita, la duración de la revolución sidérea, la excentricidad, la longitud del perihelio, la longitud media del planeta para el primero de enero de 1847 y la masa. Y añade que la oposición del planeta buscado ha tenido lugar el 19 de agosto de aquel año, por lo que dice "Nous sommes donc actuellement à une époque très favorable pour la découvrir".

Le Verrier escribió a Galle, astrónomo del Observatorio de Berlín, enviándole la posición en que debería buscar el nuevo planeta. Galle contesta con una carta fechada el 25 de septiembre de 1846 que decía:

"El planeta cuya posición me ha enviado existe realmente. El mismo día en que recibí su carta, encontré una estrella de octava magnitud que no aparecía en la excelente carta de la hora XXI (dibujada por el Dr. Bremiker) de la colección de cartas celestes publicada por la Academia real de Berlín. La observación del día siguiente decidió que era el planeta buscado".

Estas sencillas líneas son el testimonio del mayor éxito de la Mecánica Celeste. Como comentó Arago en la sesión celebrada por la Academia de Ciencias de París celebrada el 5 de octubre, diez días después del descubrimiento de Neptuno por Le Verrier: Arago destacó cómo "el método del ilustre Académico difiere de todo lo que se había intentado previamente por los geómetras y los astrónomos. Estos han encontrado a veces, accidentalmente, un punto móvil, un planeta, en el campo de sus telescopios. Mr. Le Verrier encontró el nuevo astro sin tener necesidad de una sola mirada al cielo, lo ha visto en la punta de su pluma; ha determinado sólo por el poder del cálculo, el lugar y magnitud de un cuerpo situado más allá de los límites hasta ahora conocidos de nuestro sistema planetario, un cuerpo cuya distancia al Sol pasa de 1.200 millones de leguas, y que, en los más potentes anteojos, presenta un disco apenas sensible."

Pronto recibió Le Verrier cartas de otros astrónomos anunciando que habían logrado observar el nuevo planeta. En las semanas siguientes a su descubrimiento fue observado desde Altona, París y Ginebra, además de las observaciones efectuadas en Berlín.

En la misma sesión de la Academia de París, del 5 de octubre de 1846, Arago propuso que se diera el nombre de "Le Verrier" al planeta recién descubierto, y con este nombre aparece en las "Comptes Rendus" a lo largo de un año. El 29 de

noviembre de 1847 figura ya el nombre de "Neptuno", que parece que fue propuesto por el propio Le Verrier.

Desde su descubrimiento hasta el 8 de enero siguiente fue observado veinte veces desde el Observatorio de Pulkova, diez de ellas con un anteojo meridiano. Fue también observado desde Viena, desde Göttingue y desde Venecia, y poco después desde Washington. En el Observatorio de Madrid se obtuvieron 74 observaciones durante los meses de septiembre a diciembre de 1855 por D. Antonio Vela y D. Eduardo Novella, que fueron publicadas en la Revista de los Progresos de las Ciencias (editada por la Academia) de 1856.

LA CUESTION DE PRIORIDAD

Decíamos más arriba que el estudio del movimiento de Urano, que llevó a Le Verrier al descubrimiento de Neptuno, había sido tratado y resuelto, sin conocerlo Le Verrier, por un joven estudiante de Cambridge. Ello dio lugar a una polémica que aparece reflejada en el acta de la sesión celebrada por la Academia de París el 19 de octubre de 1846 (*Comptes Rendus* 23, 747) en una extensa nota de Arago, que lleva por título "De la question de priorité, soulevée, il y a quelques jours, en Angleterre, par sir John Herschel, M. Airy, directeur de l'Observatoire de Greenwich, et M. Challis, directeur de l'Observatoire de Cambridge."

Dado lo espinoso del tema nos ha parecido que mejor que un resumen de las discusiones era preferible copiar literalmente, pese a su longitud, los párrafos más importantes del artículo.

El primero de los firmantes de la cuestión de prioridad en Inglaterra es Sir John Herschell, hijo de Willian Herschell a quien ya nos hemos referido como constructor de telescopios, en particular del que existió en el Observatorio Astronómico de Madrid.

John Herschell fue Presidente de la Sociedad Astronómica de Londres y Secretario de la Royal Society. En 1834 se trasladó al Cabo de Buena Esperanza donde permaneció durante cuatro años observando el cielo del hemisferio sur catalogando 1707 nebulosas y enjambres. Preparó un catálogo de 10300 estrellas dobles y múltiples que se publicó después de su muerte. Publicó, entre otros, un tratado de Astronomía, "Outlines of Astronomy", que sirvió de texto para la enseñanza de los futuros oficiales de nuestra Marina. En 1848 fue designado miembro Correspondiente Extranjero de nuestra Academia a propuesta del entonces presidente General Zarco del Valle.

La comunicación presentada por Arago en la sesión de la Academia francesa del 19 de octubre de 1846 empieza por reproducir una "carta que sir John Herschell ha escrito al redactor del periódico inglés "L'Athenneum" con fecha 1º de octubre de 1846".

14595
 R = 52
 91

OUTLINES

A. Lager
 1870

OF

ASTRONOMY:

BY

SIR JOHN F. W. HERSCHEL, BART. K.II.

M.A. D.C.L. F.R.S.L. & E. Hon. M.R.I.A. F.R.A.S. F.G.S. M.C.U.P.S.

Correspondent or Honorary Member of the Imperial, Royal, and National Academies of Sciences of Berlin, Brussels, Copenhagen, Göttingen, Haarlem, Massachusetts (U.S.), Modena, Naples, Paris, Petersburg, Stockholm, Turin, and Washington (U.S.);
 the Italian and Helvetic Societies;
 the Academies, Institutes, &c., of Albany (U.S.), Bologna, Catania, Dijon, Lausanne, Nantes, Padua, Palermo, Rome, Venice, Utrecht, and Wilna;
 the Philomatic Society of Paris; Asiatic Society of Bengal; South African Lit. and Phil. Society;
 Literary and Historical Society of Quebec; Historical Society of New York;
 Royal Medico-Chirurgical Soc., and Inst. of Civil Engineers, London;
 Geographical Soc. of Berlin; Astronomical and Meteorological Soc. of British Guiana;
 &c. &c. &c.

LONDON:

PRINTED FOR

LONGMAN, BROWN, GREEN, AND LONGMANS,

PATERNOSTER-ROW;

AND JOHN TAYLOR, UPPER GOWER STREET.

"Monsieur,

"Dans le discours que je prononçai devant l'Association britannique à Southampton, ..., j'ajoutai: Cette année a fait plus; elle nous a donné la perspective probable de la découverte d'une autre planète. Nous la voyons, comme Colomb voyait l'Amérique avant de quitter les côtes d'Espagne; ses mouvements ont été sentis avec une certitude à peine inférieure à celle d'une démonstration oculaire. Ces expressions n'ont été recueillies dans aucun des journaux où se trouvent les comptes rendus de nos séances; mais j'en appelle à tous ceux qui y assistèrent; ils diront si ma bouche ne les prononça pas."

.....

"Le 12 juillet 1842, feu l'illustre astronome Bessel m'honora d'une visite à ma résidence actuelle. ..., Bessel remarqua que les mouvements d'Uranus, ... ne pouvaient pas être expliqués par les perturbations des planètes connues, et que les écarts excédaient de beaucoup les erreurs possibles de l'observation. Je lui demandai aussitôt si ces écarts ne seraient pas dus à l'action d'une planète inconnue. Bessel répondit affirmativement; "

.....

"Les remarquables calculs de M. Le Verrier ont donné, comme cela se trouve vérifié maintenant, à peu près la vraie position de la nouvelle planète, par la résolution du problème inverse des perturbations. ... Mais je savais à cette époque (je prendrai la liberté de citer l'astronome royal comme mon autorité) qu'une recherche semblable et indépendante (de celle de M. Le Verrier), avait été entreprise, et qu'une conclusion, quant à la situation de la planète, coïncidant presque avec celle de M. Le Verrier, avait été obtenue par un jeune mathématicien de Cambridge, M. Adams (qui ignorait entièrement les résultats de l'astronome français)."

.....

"A cette lecture, M. Arago a fait succéder celle de la traduction suivante d'un passage de la Lettre écrite à M. Le Verrier, le 14 octobre dernier, par le célèbre directeur de l'Observatoire de Greenwich, M. Airy:

"Je ne sais si vous êtes instruit que des *recherches collatérales*, faites en Angleterre, *avaient conduit précisément au résultat obtenu par vous*. Probablement je serai appelé à m'expliquer sur ces recherches. Si, dans ce cas, j'accorde des éloges à d'autres, je désire que vous ne les considériez pas comme affaiblissant en aucune manière l'opinion que j'ai sur vos droits. Vous devez, sans aucun doute, être considéré comme celui qui a réellement prédit la position de la planète. Je puis ajouter que les investigations anglaises n'étaient pas, je crois, tout à fait aussi étendues que celles dont on vous est redevable. *Je les connaissais d'ailleurs avant d'être informé des vôtres.*"

"Nous serons en pleine bataille en donnant la traduction suivante d'une Lettre de M. Challis, directeur de l'Observatoire de Cambridge, adressée au journal anglais *l'Athenaeum*" (fechada en Cambridge, el 15 de octubre de 1846).

"L'allusion faite par sir John Herschel, dans sa Lettre contenue dans *l'Athenaeum* du 3 octobre, aux recherches de M. Adams, concernant la planète nouvellement découverte, m'amène à vous demander que vous veuillez bien publier ce qui suit. Je dois dire d'abord que j'ai la permission de M. Adams pour donner les documents suivants en tant qu'ils ont rapport à ses travaux. Je n'ai pas le dessein de tracer en détail les pas par lesquels M. Adams fut conduit, à l'aide de recherches indépendantes et spontanées, à conclure qu'une planète doit exister à une distance plus grande que celle d'Uranus."

.....

"Dans le courant de cette année, il arriva par approximation à la position de la planète supposée; cette position cependant ne lui parut pas digne de confiance, parce qu'il n'avait pas employé un nombre suffisant d'observations d'Uranus... En septembre 1845, M. Adams me communiqua les valeurs qu'il avait obtenues pour la longitude héliocentrique, l'excentricité de l'orbite, la longitude du périhélie, et la masse d'une planète extérieure présumée, valeurs qu'il avait entièrement déduites des irrégularités d'Uranus, non représentées par les perturbations. En octobre, il communiqua les mêmes résultats, un peu corrigés à l'astronome royal. M. Le Verrier, dans des recherches qui furent publiées en juin 1846, assigna, à très-peu près, pour la position probable de la planète, la longitude héliocentrique à laquelle M. Adams était arrivé; mais il ne donna aucun résultat sur la masse et la forme de l'orbite. La coïncidence de positions, résultant de recherches entièrement indépendantes, inspira naturellement de la confiance; l'astronome royal suggéra, bientôt après, d'employer le *Northumberland telescope* de cet Observatoire à une recherche systématique de la planète hypothétique, recommandant en même temps un plan particulier d'opérations. J'entrepris de faire la recherche, et je commençai à observer le 29 juillet 1846. Les observations portèrent d'abord sur la partie du ciel que la théorie avait désignée comme la place la plus probable de la planète. Je fus dirigé dans ce choix, par un Mémoire que M. Adams écrivit pour moi, n'ayant pas l'Heure XXI des Cartes célestes de Berlin, heure dont je ne connaissais pas la publication. Je procédai d'après la méthode de comparaison entre des observations faites à diverses époques. Le 30 juillet, je parcourus une zone large de 9 degrés, et de manière à recueillir toutes les étoiles jusqu'à la onzième grandeur. Le 4 du mois d'août, je pris une zone plus large, et je notai une place de la planète. Mes observations suivantes eurent lieu le 12 du mois d'août; je rencontrai ce jour-là une étoile de huitième grandeur, dans la zone que j'avais explorée le 30 juillet, et qui alors ne contenait pas cette étoile. Conséquemment, celle-ci était la planète. La place en fut ainsi fixée deux fois en quatre jours d'observations. Une comparaison des observations du 30 juillet et du 12 du mois d'août m'aurait donc, selon la méthode de recherches que j'avais employée, fait reconnaître la planète. ... La planète cependant ne pouvait plus échapper: deux positions

avaient été notées ici six semaines plus tôt que dans aucun autre Observatoire, et par suite d'une recherche systématique entreprise expressément dans ce dessein."

Da a continuación las posiciones observadas los días 4 y 12 de agosto. Y sigue en esta forma:

"La part que M. Adams a prise dans la recherche théorique de la planète pourra, peut-être, être considérée comme justifiant la proposition d'un nom. Avec son consentement, je mentionne *Oceanus* comme un nom qui pourrait probablement recevoir l'assentiment des astronomes. Je suis autorisé à affirmer que les recherches de M. Adams seront bientôt publiées avec détail."

"Après avoir mis sous les yeux de l'Académie les documents qu'on vient de lire, M. Arago a remarqué qu'il n'y est fait mention d'aucune publication du travail de M. Adams, ni de rien qui en ait même l'apparence. Cette circonstance, a dit le secrétaire - Arago - suffit pour mettre fin au débat. Il n'existe qu'une manière rationnelle et juste d'écrire l'histoire des sciences: c'est de s'appuyer exclusivement sur des *publications* ayant date certaine; hors de là; tout est confusion et obscurité. M. Adams n'a pas imprimé,, même aujourd'hui, une seule ligne de ses recherches; il ne les a communiquées à aucune Société savante: M. Adams n'a donc pas le moindre titre valable pour figurer dans l'histoire de la découverte de la nouvelle planète."

.....

"Que trouve-t-on, au fond, dans la Lettre de M. Herschel? L'assertion que M. Airy lui avait parlé de recherches de M. Adams concernant un astre très-éloigné, dont l'action devait servir à rendre compte des irrégularités observées dans les mouvements d'Uranus; la déclaration que, dans cette confidence, le directeur de l'Observatoire de Greenwich avait dit que la position de la planète troublante coïncidait, à peu près, avec celle qui résultait des calculs de M. Le Verrier, et que sans cela, lui, Herschel, ne se serait pas hasardé à parler avec tant d'assurance de la nouvelle planète."

"Cette dernière remarque est fort peu obligeante, et en complet désaccord avec la bienveillance habituelle, avec la réserve de M. Herschel. Les résultats de M. Le Verrier portaient en eux-mêmes un caractère de vérité, d'évidence, auquel une répétition des calculs ne devait rien ajouter. Je le demande, d'ailleurs: en quoi ces déclarations pouvaient-elles, aux yeux d'un public impartial, fortifier les prétendus droits de M. Adams?."

.....

"Venons à la Lettre de M. Airy.

"Le célèbre directeur de l'Observatoire de Greenwich a reçu, lui, des communications directes de la part de M. Adams. Ceux qui connaissent M. Airy n'élèveront certainement aucun doute sur la vérité de sa déclaration. ... Eh bien! il est

facile de *prouver* que M. Adams n'a jamais résolu le problème qu'il s'était proposé, après que Bouvard, après que Bessel l'avaient posé. J'en trouverai la preuve dans une Lettre de M. Airy à M. Le Verrier, en date du 26 juin 1846. A cette époque, M. Airy, comme on le voit par sa dernière Lettre (page 748), avait déjà dans les mains les résultats de M. Adams."

"Ce que j'ai rapporté prouve surabondamment que M. Airy, qu'un des hommes de notre époque les plus au fait des théories de la mécanique céleste, ne croyait pas, quoiqu'en possession du travail de M. Adams, que l'action d'une planète extérieure pût expliquer les variations anormales des rayons vecteurs d'Uranus."

.....

"La Lettre de M. Challis pourrait donner lieu à de nombreuses remarques. Je me bornerai à deux:

"M. Challis annonce au rédacteur de *l'Athenaeum*, qu'il a été dirigé, dans ses recherches de la planète inconnue, par un *Mémoire que M. Adams écrivit pour lui*."

"Dans une Lettre antérieure à celle-là de peu de jours, Lettre adressée à M. Arago, et qui a été insérée dans le *Compte rendu* du 12 octobre, on a pu voir, sous la plume du même astronome anglais, cette phrase assurément très-explicite: "J'eus connaissance, le 9 septembre, par le n° 662 du journal *l'Institut*, des dernières recherches de M. Le Verrier: *je me conformai strictement aux suggestions de cet astronome, et je me renfermai dans les limites qu'il avait indiquées*."

"Je ne chercherai pas à concilier ces deux versions. Je laisserai à M. Challis à expliquer comment le nom d'Adams, qui ne figurait pas dans sa première missive, est devenu si proéminent dans la seconde."

"M. Challis s'exagère tellement le mérite du travail *clandestin* de M. Adams, qu'il attribue, jusqu'à un certain point, au jeune géomètre de Cambridge le droit de nommer le nouvel astre. Cette prétention ne sera pas accueillie. Le public ne doit rien à qui ne lui a rien appris, à qui ne lui a rendu aucun service. Quoi! M. Le Verrier a mis le monde savant tout entier dans la confiance de ses recherches; chacun a pu voir la nouvelle planète, poindre sous les premières formules de notre savant compatriote, se développer ensuite rapidement, et apparaître bientôt dans tout son éclat; et aujourd'hui on appellerait en partage d'une gloire si loyalement, si légitimement acquise, un jeune homme qui n'a rien communiqué au public et dont les calculs, plus ou moins incomplets, son, à deux exceptions près, totalement inconnus dans les Observatoires de l'Europe! Non, non! les amis des sciences ne permettront pas qu'une aussi criante injustice se consume! Des journaux, des Lettres que j'ai reçus de plusieurs savants d'Angleterre, me prouvent que, dans ce pays aussi, les droits si respectables de notre compatriote trouveront de zélés défenseurs."

"En résumé, a dit M. Arago:"

"M. Adams n'a le droit de figurer, dans l'histoire de la découverte de la planète Le Verrier, ni par une citation détaillée, ni même par la plus légère allusion."

"Aux yeux de tout homme impartial, cette découverte restera un des plus magnifiques triomphes des théories astronomiques, une des gloires de l'Académie, un des plus beaux titres de notre pays à la reconnaissance et à l'admiration de la postérité."

No sabemos si esta dura crítica de Arago mereció algún comentario por parte inglesa. No hemos podido consultar la revista *Athenaeum*, pero en las *Philosophical Transactions of the Royal Society*, de la que Herschell era Secretario, no aparece ninguna referencia a este asunto.

* * * *

LA ASTROFÍSICA

Durante el siglo XIX, gracias por una parte a las mejoras introducidas en los instrumentos de los observatorios y a los progresos en determinadas teorías de la Física se inició el desarrollo de la Astronomía Física o Astrofísica, que, por la naturaleza de este curso, no podemos desarrollar en detalle.

Por una parte la introducción de la espectroscopia y la fotometría, y el conocimiento de las propiedades del cuerpo negro permitieron conocer la constitución física y las temperaturas de las estrellas. La aplicación del efecto Doppler llevó a conocer sus movimientos de alejamiento o acercamiento. El movimiento aparente de las estrellas más próximas en su elipse de paralaje permitió conocer su distancia, problema que pudo también resolverse para las estrellas variables cefeidas. Se descubrió la aberración de la luz que, con la paralaje anual, permitió confirmar el movimiento de la Tierra alrededor del Sol. En este siglo se amplía también el campo de la investigación de la Astronomía con el descubrimiento, por William Herschell, de la constitución de la Vía Láctea como una galaxia y de una estructura análoga a la de algunas nebulosas descubiertas en 1845 por Lord Rosse.