

## PASOS DE MERCURIO Y VENUS

POR EL DISCO DEL SOL,

OBSERVADOS EN MEXICO Y CALIFORNIA EN 1769.

En la sesion del 16 de Marzo del presente año, presentó á la Sociedad el Sr. Lic. Malanco, á nombre del Sr. D. Vicente Riva Palacio, un ejemplar de una lámina grabada sobre cobre, que representa la explicacion y el trayecto del paso de Mercurio por el disco del sol, observado en la ciudad de México el 9 de Noviembre de 1769, por D. José Antonio Alzate y Ramirez, quien lo dedicó al virey marques de Croix.

Es natural suponer que habiendo grabado ese documento, se tirara un cierto número de ejemplares, y que en consecuencia el presentado á la Sociedad no sea el único que existe; pero la circunstancia de no ser conocido por ninguno de los socios que asistimos á la sesion, y de ser una pieza de importancia bajo diversos aspectos, los impulsó á tomar la decision de reproducir el documento en cuestion, dándole la misma forma y tamaño del original, haciendo colocar este en un cuadro en el salon de sesiones; encargándome ademas de escribir una introduccion que sirviera de texto

á las copias que deben aparecer próximamente en nuestro boletin.

Para desempeñar mi comision procuraré dar una idea general de la utilidad que saca la geografia astronómica de los pasos de Mercurio y Vénus por el disco del sol, y de los esfuerzos hechos en el siglo pasado por todos los gobiernos europeos para realizar la observacion completa de estos fenómenos tan raros en su ocurrencia, enviando comisiones á diversas partes del globo, en que no han quedado sin parte los astrónomos de aquella época.

Los pasos de los planetas inferiores, Mercurio y Vénus por el disco del sol, han preocupado de tal manera la atencion de los primeros observadores, han sido objeto de tantos métodos y artificios de cálculo, para deducir de ellos la paralaje del sol; y la unidad del sistema planetario y la simple posibilidad de la observacion del fenómeno se ha encontrado tan enlazada con todos los descubrimientos astronómicos, que necesitaremos recordar, aunque sea ligeramente, los pasos lentos que desde muchos siglos

atras, nos han conducido al resultado que hoy admiramos.

En efecto, la astronomía que, como ciencia de observacion, habia recogido datos importantes en la primera época de su historia, conociendo la invariabilidad en las distancias de las estrellas, la regularidad del movimiento de los siete planetas conocidos entónces, y los valores aproximados de sus revoluciones para formar períodos que marcaban sus conjunciones relativas, no habia podido llegar al grado de perfeccion que en su segunda época, que principió con la fundacion de la famosa escuela de Alejandria, le proporcionaron el principio de la gravitacion universal, la perfeccion del análisis matemático y los adelantos de las otras dos ciencias de aplicacion, sus hermanas inseparables, á quienes debe su estado actual de precision, la física y la mecánica. El descubrimiento del telescopio le dió el mayor impulso, proporcionándole los medios de poder observar los cuerpos celestes que, por su pequeña magnitud relativa, se hacian casi imperceptibles al sentido limitado de nuestra vista.

Con estos medios poderosos y el atento análisis de los hechos observados, se confirmó la verdadera teoría del sistema del mundo, que desde Copérnico y los antiguos egipcios, no habia pasado sino como una hipótesis no confirmada por la observacion, dándole un fuerte apoyo la suposicion de haber visto á Mercurio y Vénus sobre el disco del sol, suposicion que fué un hecho positivo para Averröes, hombre muy distinguido en su tiempo, y que se popularizó por él. Posteriormente Kepler, que con la asiduidad propia de su carácter, se habia ocupado del penoso trabajo de las tablas Rudolfinas, se entregó á la prediccion de los pasos de los dos planetas por el disco del sol, anunciando uno de Mercurio para

el 7 de Noviembre de 1631, y dos de Vénus, uno para el mismo año y otro para el de 1761. Gassendi se preparó á observar el de Mercurio, y llegado el momento percibió, no obstante estar el sol entre nubes, una pequeña mancha negra sobre el disco, que dudó fuera el planeta que suponía mucho mayor; siguió sin embargo la mancha, notó que se movia rápidamente hasta salir del disco, lo que lo confirmó en que era realmente el planeta, llenándose de placer, y exclamando: *he visto lo que los sabios buscaban con tanto ardor, á Mercurio en el sol.* Deseando tener la misma fortuna con el paso de Vénus, lo esperó los dias anteriores y posteriores al 6 de Diciembre, anunciado por Kepler; pero nada pudo obtener, probablemente porque pasó en la noche, y las mejores tablas astronómicas de ese tiempo no eran suficientemente exactas para deducir la hora.

El paso siguiente de Vénus, aunque no anunciado por Kepler, se verificó en 1639, y fué observado por Horrox, jóven inglés desconocido hasta entónces, cuyos conocimientos le hicieron conocer los errores de las diversas tablas, que asignando al planeta y al sol lugares diversos de los verdaderos, los colocaban fuera de sus posiciones reales, haciendo el fenómeno por lo ménos dudoso. Horrox tuvo el gusto de disfrutar del resultado de sus cálculos, observando á Vénus sobre el disco del sol el 4 de Diciembre, media hora ántes de ocultarse en el horizonte. Pudo haber dicho lo mismo que Gassendi en el paso de Mercurio: *he visto lo que los sabios buscaban con tanto ardor, á Vénus sobre el sol.* Horrox no sobrevivió mucho á su observacion, murió dos años despues, habiéndose hecho célebre por ella, para la que parece haber existido exclusivamente.

Las observaciones de Gassendi y Hor-



rox, que se supieron con todos sus pormenores por todos los astrónomos, los hicieron fijarse de una manera peculiar sobre esta clase de fenómenos, para esperarlos con seguridad y observarlos con atención. Shakerleüs observó uno de Mercurio en 1651, y Huigens y Hevelius otro del mismo planeta en 1661; pero estaba reservada á Halley la observación del paso entero en 1677, que le inspiró la idea de aplicarla á la deducción de la verdadera paralaje del sol, de que se tenían valores tan diversos, que era imposible deducir con exactitud un elemento tan importante como la distancia del astro central á la tierra, que suministra la unidad de todo el sistema planetario.

De facto; la paralaje del sol, es decir, el ángulo bajo el cual se veía desde el centro de este astro el radio de la tierra, además de ser muy pequeño, hay una imposibilidad física para medirlo, y en consecuencia tiene que deducirse de algún método libre hasta donde sea posible, de todos los errores á que está sujeto. La importancia de su exacta determinación no se había ocultado á los astrónomos anteriores á Halley; así es que desde que la astronomía tuvo el carácter de ciencia, se emplearon diversos procedimientos para su determinación.

Los antiguos que, tomando el problema inverso, suponían la distancia de la tierra al sol de una extensión que hoy nos parece ridícula, dedujeron naturalmente una paralaje tan inexacta como lo era su base, no pasando su resultado de una simple conjetura. Aristarco, empleando un método que aunque inexacto era ingenioso, dedujo del ángulo formado por el sol y la luna, en una de sus cuadraturas, la distancia del sol á la tierra, suponiendo conocida la de la tierra á la luna, de lo que sacó la paralaje del sol, que no debía exceder de tres minu-

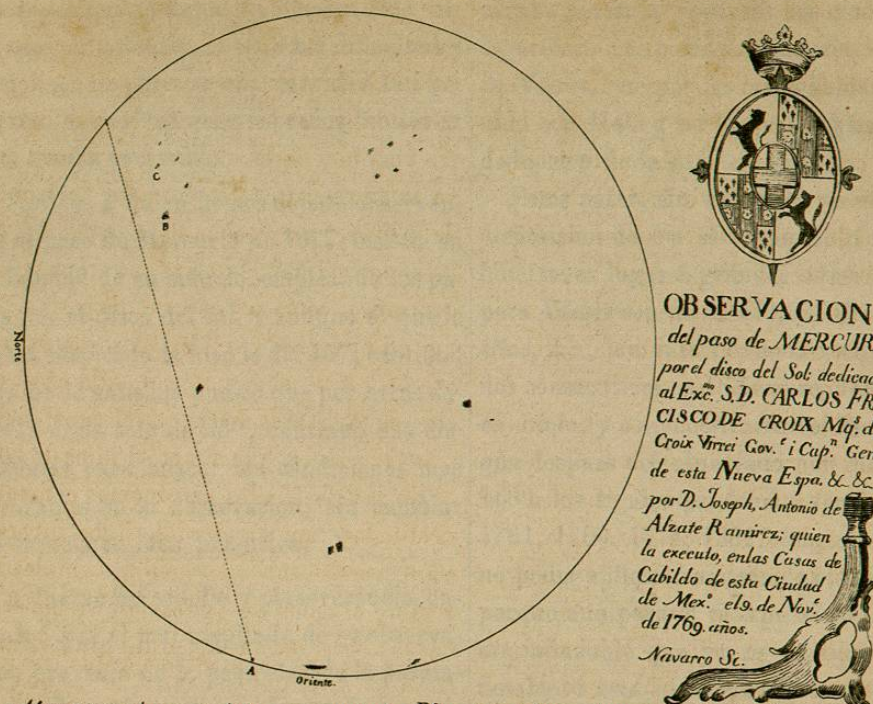
tos. Ptolomeo tres siglos después encontró por otro método dos minutos cincuenta segundos, fundándose en un método que Hiparco había indicado y que modificó, determinando en los eclipses de luna el diámetro aparente de la sombra y el del sol, cuya suma restada de la paralaje horizontal de la luna, ya conocida, daba la del sol. Siguiendo este método otros astrónomos, encontraron, como era natural, discordancias que no fijaban la cantidad buscada en menos de 1 á 2', sino volviendo á la observación de Aristarco, hecha en circunstancias más favorables, que dieron el valor de 15".

No satisfechos los astrónomos con estos resultados tan desacordes, hubo diversas controversias sobre los métodos empleados y sobre el modo de aplicarlos; se hicieron nuevas observaciones y se dió gran valor á la de Riccioli, que encontró 28", que desorientó más los resultados.

El establecimiento de la academia de ciencias francesa, que tuvo lugar en esa época (1666), y la nueva forma que acababa de darse á la Sociedad real de Londres, vinieron á ser entonces la antorcha de donde debían recibirse nuevas luces para la determinación de un elemento tan poco conocido.

Del seno de estas Sociedades salieron nuevos métodos aplicados por observadores hábiles, habiéndose fijado de preferencia en la determinación de la paralaje de los planetas inferiores, observada en distintos puntos de su curso para deducir la del astro central.

J. Dominiqui Cassini, Flamsteed, Picard, La Hire, y otros muchos astrónomos, contribuyeron con sus luces y sus observaciones á la determinación del elemento deseado, se agotaron los recursos de la ciencia por todos los medios posibles, y sin embargo, los resultados obtenidos no compen-



**OBSERVACION**  
del paso de MERCURIO  
por el disco del Sol, dedicada  
al Ex<sup>o</sup>. S. D. CARLOS FRAN-  
CISCO DE CROIX Mq. de  
Croix Virrei Gov. i Cap. Gen.  
de esta Nueva España &c. &c.  
por D. Joseph Antonio de  
Alzate Ramirez, quien  
la executó, en las Casas de  
Cabildo de esta Ciudad  
de Mex. el 9. de Nov.  
de 1769 años.  
Navarro Sc.

Mercurio es el menor de los seis principales Planetas, i el más inmediato á el Sol: su diámetro es de 6" 40, que comparado á el de el Sol es como 1. á 300, i á el de la Tierra, como 216 á 343. este Planeta no se aleja de el Sol, á más de 28 g. por lo que es muy difícil distinguirlo, confundiendolo su corta distancia. Gassendi fue el primero q. observó el tránsito de Mercurio en 1631: no por q. fuese la primera vez, que aconteció semejante Phenomeno; sino porq. aun no se había inventado los Telescopios; sin los quales, imui buenos, no puede verificarse tan delicada observacion, la que lograron los Astrónomos en los años de 1776, 82, 86, 89. i 99.

**Datos.**  
A. Entrada total de Mercurio a las 12, h 55, m. 22. Mayor propinquidad de los centros á las 3 h. 26 m. 20. s. a las 5 h 23. m. 19. s. Mercurio formaba un triangulo equilatero con las manchas B. C. la emergencia no pudo observarse en esta Ciudad, pues a las 5 h. 31. m. en que el Sol se ocultó (sin impedimento de nubes) Mercurio se hallaba aun bastante internado en el disco Solar; pero de ella nos dara razon el Cavalero Astronomo que hallandose en un meridiano más occidental, habrá desempeñado con su acostumbrada destreza, la confianza que N. C. M. que D. G. libro en ella para rastrearle á el Cielo estos dos famosos fenomenos, q. oculto ala Europa, quiza zeloso de tener alla tantos espiones.

La legalidad me obliga á mostrar mi agradecimiento á D. Man. Calderon de la Barca, quien viendome solo por estar malo, i con un contratiempo funesto D. Jpn. de Bartolachi, tomó el trabajo de coger un Telescopio para la observacion, i concuerdan los datos á excepcion de un segundo, q. tubo demas en la inmercion. La noticia q. se tuvo de el tránsito de Mercurio, se expone, en las ephemerides de el Abad de la Caille el nombre de ephemerides Astronomicas solo conviene á quella especie de obras, en q. dia por dia, i hora por hora, se calculan los Respectivos movimientos de los Astros; tales son las citadas. Aunq. la figura que representa al Sol demuestra las manchas q. dicho dia se observaron, contodo, no sera escusado, advertir q. eran en n.º de 20; esto es muy necesario para evitar todo equivoco, constandome el que no se han sabido contar las q. con tanta facilidad, se distinguen el dia del tránsito de Venus, i aveo q. para esto es necesario alguna habilidad i buenos instrumentos lo que suele no verificarse en Mexico, esta casi en 20 grad. de lat. i el peor instrumento da mas de 19" 30 min.



saron esa noble emulacion, todos dieron valores desiguales desde cero hasta 12''; pero que sin embargo, vistas las dificultades prácticas de obtener una cantidad tan pequeña, fijaron las ideas sobre los límites en que estaba encerrada.

Halley, á quien hemos dejado observando el paso de Mercurio de 1677, insistia en la bondad de su método, empleando los pasos por el disco del sol, y aunque el que le habia inspirado la idea le dió 45'', cantidad que no le satisfizo puesto que por otros datos la creia solo de 25'', continuó sus discusiones para buscar las condiciones mas favorables en la observacion, sin cambiar en esencia su idea primitiva.

A fuerza de estudio y perseverancia, encontró que el mal resultado de su observacion provenia de la pequeñez de la paralaje de Mercurio, y de que la cuerda recorrida sobre el sol lo era en un tiempo relativamente corto, lo que lo condujo á preferir los pasos de Vénus observados en distintos lugares de la tierra, para reunir todas las circunstancias favorables que pudieran influir en una determinacion tan delicada.

Los rápidos progresos que habia hecho la astronomía, entre otros, 'el del conoci-

miento mas exacto de los elementos planetarios, permitia predecir los momentos y lugares en que podian observarse los pasos de Vénus, que por fin todos habian conve-nido con Halley ser los preferibles para la deducccion de la paralaje solar.

Estos pasos, sin embargo, no estaban á disposicion de los astrónomos, porque debian tener lugar á grandes intervalos, que para Vénus son de 8, 122, 8, 105, 8, 122 años, &c., sin interrupcion, verificándose dos consecutivos en Diciembre, despues dos en Junio, y así sucesivamente; de manera que despues del observado por Horrox en 1639, los siguientes debian verificarse en 1761, 1769, 1874, 1882, &c., que Halley no podia aplicar á su método por sí mismo, porque aun para el mas próximo de 1761, era indudable que ya no existiria. No lo desalentó esta idea, continuó preparando el camino con la noble satisfaccion de que haria un bien á la humanidad.

Como una reminiscencia de todo lo expuesto, pondré en seguida una tabla de los valores dados á la paralaje del sol por diversos astrónomos, ántes del famoso paso de Vénus en 1761, que hizo desarrollar tanta actividad á los astrónomos europeos, emprendiendo largos viajes por todos los lugares del globo.



## TABLA DE LA PARALAJE DEL SOL SEGUN DIVERSOS ASTRONOMOS.

Nombres de los autores.	AÑOS.	Paralaje del sol.	
Aristarco de Samos.....	264 A. J. C.	3'	00"
Ptolomeo.....	150 D. J. C.	2'	50"
Thicho.....	1570	3'	00"
Kepler.....	1617	entre 1' y 2'	00"
Vendélinus.....	1647	0'	15"
Riccioli.....	1666.	0'	28"
J. Dominique Cassini.....	1672.	0'	09"½
Flamsteed.....	1672.	0'	10"
Picard.....	1672.	0'	00"
La Hire.....	1672.	0'	06"
Halley.....	1677.	0'	entre 45" y 25"
Maraldi.....	1704—1719.	0'	10"
Bradley.....	1719.	0'	entre 09" y 12"
Jacques Cassini.....	1736.	0'	10"½
La Caille.....	1751.	0'	10 ½"
Cassini de Thury.....	1751.	0'	10 ½"

Próximo el momento deseado, se encargó la academia de ciencias, que había sido invitada por su gobierno, para examinar en todos sus detalles el modo de realizar la observación del fenómeno que debía destruir las discordancias obtenidas sobre la paralaje del sol, ayudada eficazmente por Mr. de Lisle, que construyó un mapamundi, en el que á la simple vista se juzgaba de la hora de la entrada y salida de Vénus

en los diversos lugares de la tierra, y publicó una memoria perfeccionando el método de Halley. La academia imperial de Petersburgo, deseando tener parte en el movimiento, pidió también á la de Paris un astrónomo que, bajo los auspicios de la emperatriz, observara el paso en sus dominios, y el gobierno inglés se dispuso á mandar los suyos á otros lugares convenientes.

En consecuencia de estos preparativos, Mr. le Gentil partió con anticipación para la costa de Coromandel, Mr. Chappe para la Siberia, Mr. Pingré para la Isla Rodri-ga, Mr. Cassini de Thury para Viena; va-rios astrónomos rusos fueron á Kamchat-ka; Maskelyne, astrónomo inglés, á Santa Elena, Mason para Sumatra; la academia de ciencias de Stokolmo envió observado-res á Laponia y al Norte de Suecia; el rey de Dinamarca á Noruega, y la de Peters-burgo aumentó sus observadores con otros enviados á los confines de la Tartaria y de la China.

Los viajes emprendidos por todos estos astrónomos no se verificaron sin contra-tiempos, algunos no pudieron establecerse en los lugares que deseaban; pero los pun-tos mas importantes fueron ocupados á tiempo por los observadores, que espera-ban con impaciencia el 6 de Junio de 1761.

Llegado este día, el paso de Vénus fué observado en todos los lugares en que el es-tado del cielo se prestó á ello, y despues de cangear los datos, se encargaron dos astró-nomos de calcularlos y discutirlos.

Como las observaciones eran diversa-mente exactas ó diversamente favorables, estos dos astrónomos, escogiendo diversos términos de comparacion, obtuvieron resul-tados desacordes; el uno encontró para la paralaje del sol 10"½, y otro 8"½: esto, sin embargo, era un gran adelanto, aunque los sacrificios y los esfuerzos para haber llega-do á estos resultados habian sido extraor-dinarios; los límites se habian estrechado, y solo habia duda en 2"; pero por desgra-cia, entre todos los resultados parciales ha-bia algunos que daban una paralaje de 14" y 30", y otros solamente de 4"½, y algu-nos nada.

Triste resultado ciertamente; una verda-dera decepcion despues de tan minuciosos

cuidados, llevados á cabo hasta en los mas pequeños pormenores, ¿á qué era esto de-bido? ¿Halley y de Lisle, inventores y per-feccionadores, se habian equivocado al su-poner que los pasos de Vénus podian deci-dir el verdadero valor de la paralaje solar? ¿Estaba condenada la humanidad á no po-der determinar la verdadera unidad del sis-tema planetario? ¿Debia escapar la para-laje por su pequeñez á nuestras investiga-ciones, y quedar envuelta entre la imper-feccion de nuestros instrumentos y los er-rores de observacion? no, siempre se habia adelantado, la perseverancia todo lo ven-ce; Halley no se habia equivocado, su des-cubrimiento fué la obra del genio, los mis-mos resultados obtenidos en 1761 lo de-muestran; las observaciones diferian, pero estaban entre límites mucho mas estrechos que anteriormente, y la mayor parte dife-rian muy poco de 10"; pero sobre todo, las ciencias prácticas, como la astronomía, no pueden dar resultados satisfactorios sino ayudadas de una observacion constante de la práctica bien razonada y discutida, para evitar con su frecuencia la incertidumbre que deja siempre tras de sí la percepcion limitada de nuestros sentidos.

En efecto, en la observacion del paso de Vénus, que nos está preocupando, se notó, tanto en la entrada como en la salida del planeta en el disco del sol un anillo lumi-noso, que variaba lentamente y que produ-cia un ligamento en los bordes del astro principal, que hizo muy difícil la observa-cion de los contactos para observadores que no habian podido tener ocasion de ver ántes semejante fenómeno, del que no habia ni una remota idea, puesto que desde 1639 no era posible otro paso anterior al de 1761, y que en el primero no hubo la oportuni-dad de hacer una observacion semejante. Este fenómeno, que en concepto de algu-