

J. GENARO

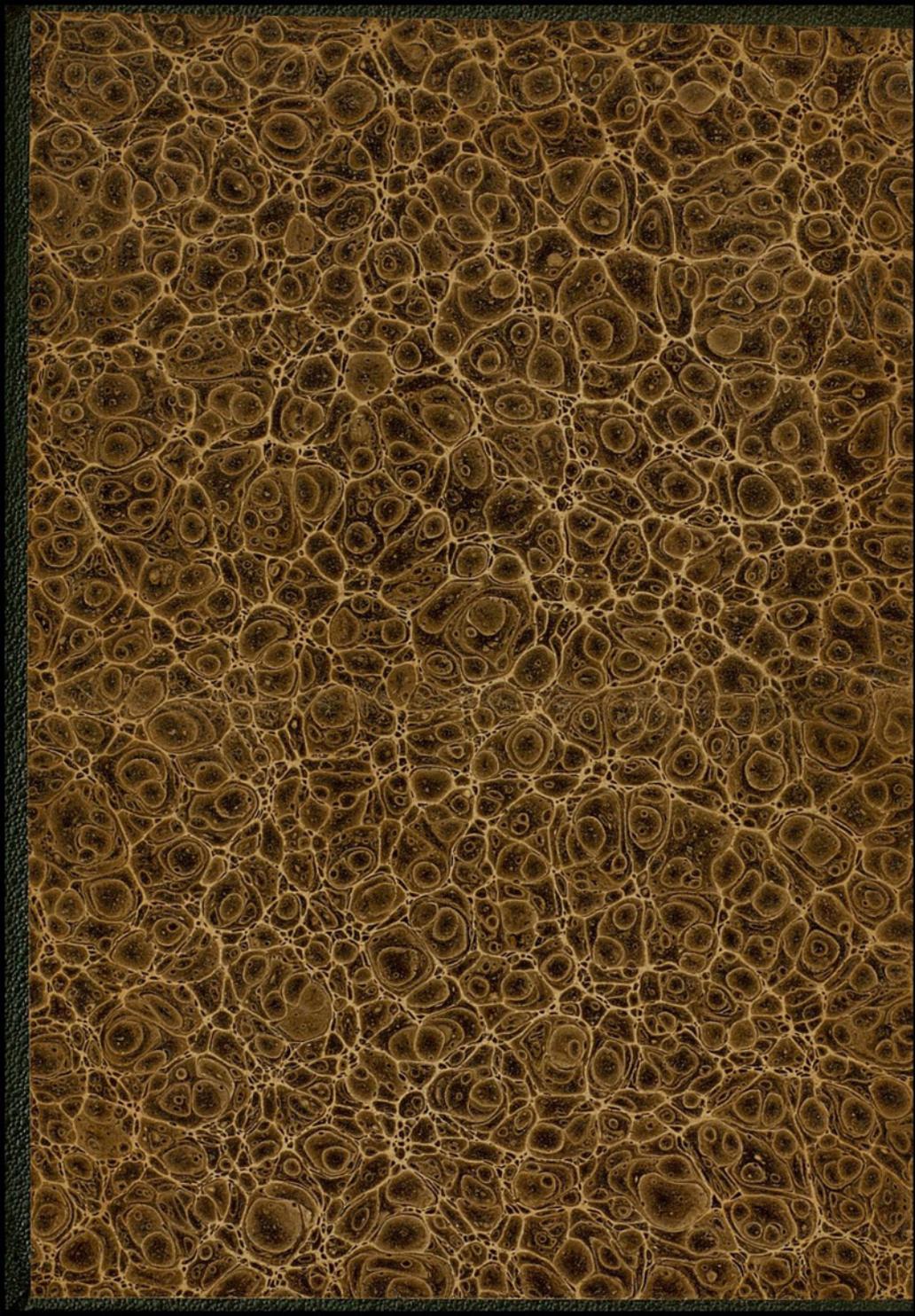


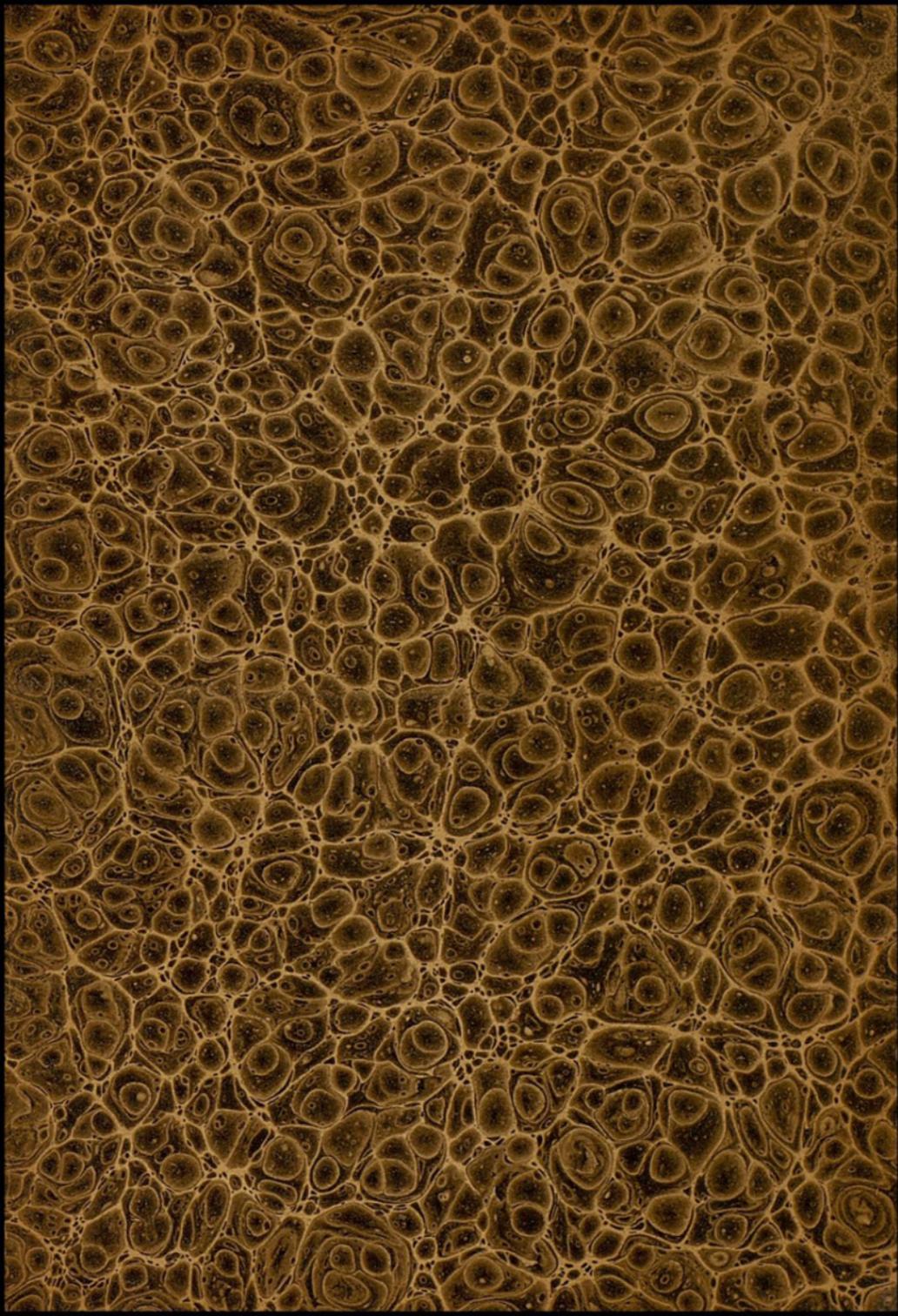
EL

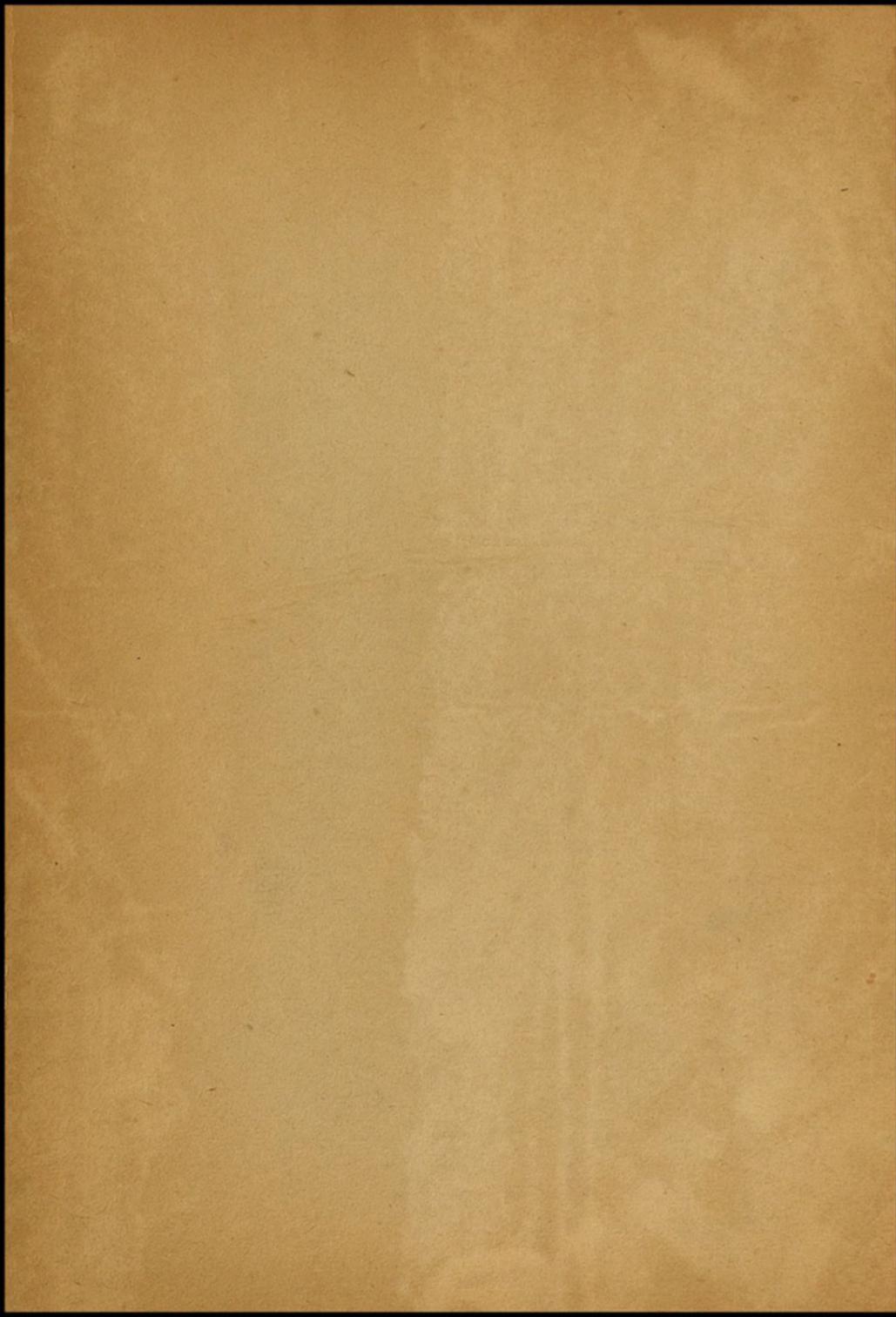
ÚLTIMO

TRÁNSITO

DE VÉNUS



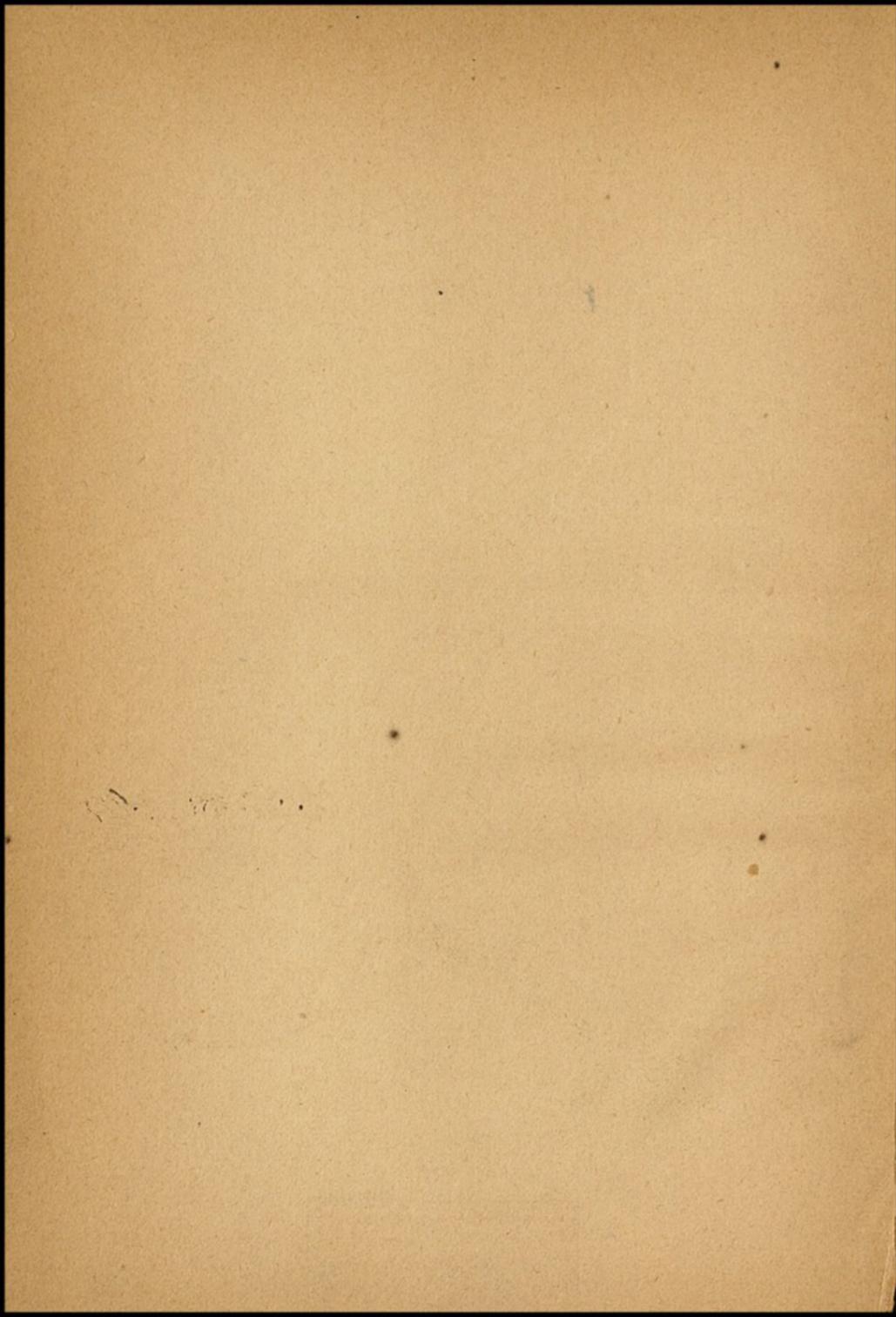




EL
ÚLTIMO TRÁNSITO DE VÉNUŠ

POR EL DISCO DEL SOL

EN EL SIGLO XIX



EL
ÚLTIMO TRÁNSITO DE VÉNUŠ

POR EL DISCO DEL SOL

EN EL SIGLO XIX

POR

D. JOSÉ GENARO MONTI

OBRA ILUSTRADA CON MAGNIFICOS GRABADOS ORIGINALES
INTERCALADOS EN EL TEXTO

~~~~~  
SEGUNDA EDICION.  
~~~~~



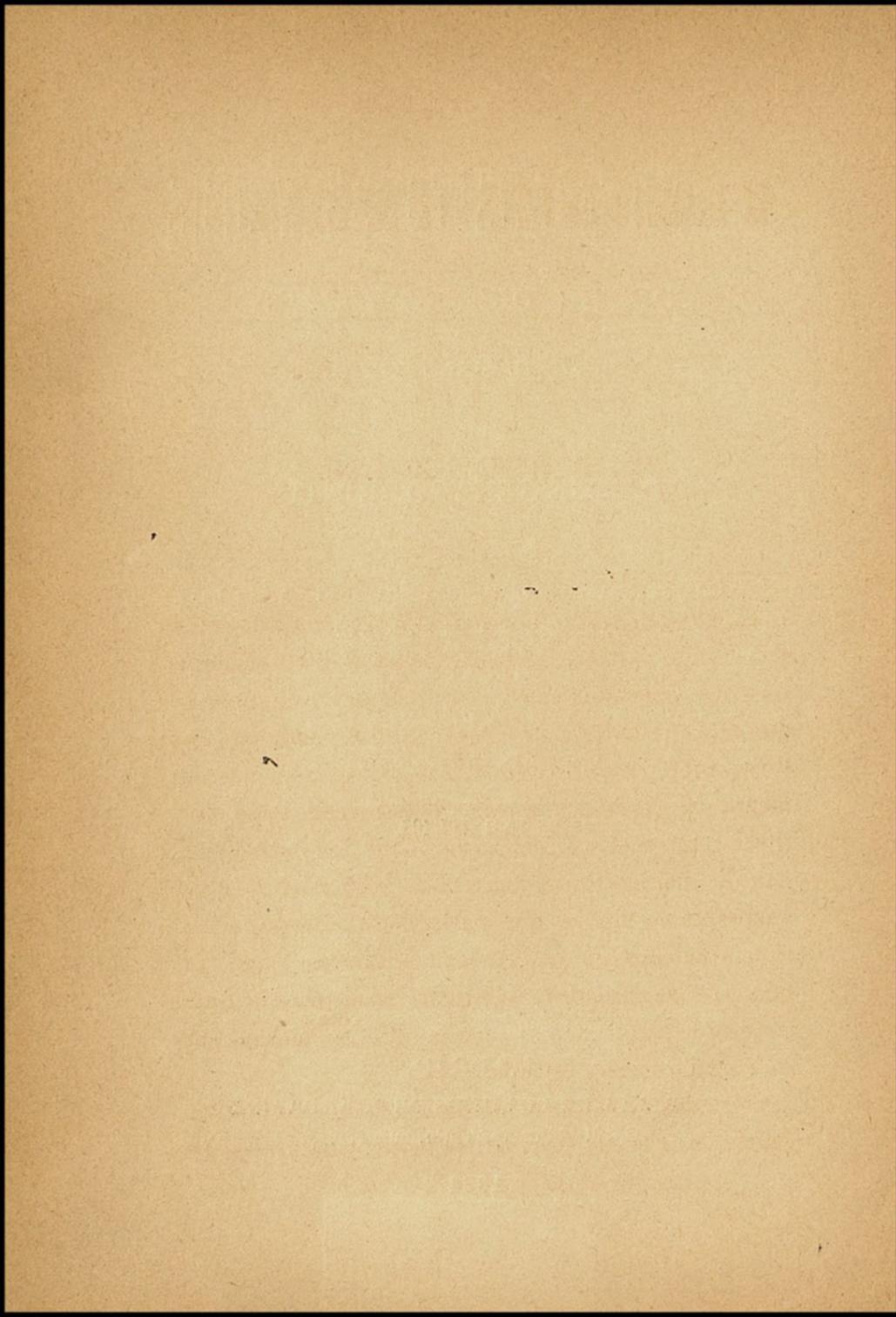
MADRID

IMPRENTA DE LOS HIJOS DE J. A. GARCÍA

Calle de Campomanes, número 6

~~~~~  
1884





# EL TRANSITO DE VENUS POR DELANTE DEL SOL

EL 6 DE DICIEMBRE DE 1882

---

## INTRODUCCION

---

En el complicado laberinto del mundo físico como del mundo moral, existen ciertas leyes, ciertos fenómenos, que, envueltos en el misterio de su origen, parecen que están vedados á la comprension humana por una causa sobrenatural; pero cuando estos fenómenos, en virtud del irresistible impulso de la investigacion científica, rompen el velo del misterio que los cubre, y ponen de manifiesto sus maravillas y la relacion é inquebrantable unidad que existe entre todas las cosas, el pensamiento humano ensancha entónces el vasto dominio de las verdades adquiridas, las ciencias se fortalecen, y la Naturaleza se ostenta cada vez más en toda su magnificencia y esplendor.

Con estos adelantos y legítimos triunfos de la inteligencia, las ciencias exactas, las físicas y naturales, des-

de el siglo XVI especialmente, gloriosa época de nuestra regeneracion científica, vienen revelándonos muchos secretos del mundo exterior; y algunos de éstos, sometidos á la observacion y á la análisis por las peculiaridades que ofrecen, son de grande utilidad para la ciencia y prestan un servicio importante al progreso humano.

En este caso se encuentra uno de los fenómenos más notables y curiosos de la Naturaleza: los tránsitos de Vénus por delante del disco del Sol.

Su verificacion es tan tardía, en virtud de la periodicidad á que está sujeto, que aunque se le conoce desde el siglo XVII, no se ha observado más que cinco veces desde el tránsito de 1631 hasta el de 1874; y el que se observará el 6 de Diciembre del año actual, será el segundo y el último del siglo XIX. Hasta el siglo XXI, esto es, hasta el año 2004, no se verificará otro; y por esta razon la generacion presente, depositaria de las glorias del pasado, desea legar á la generacion que viene la solucion de aquel fenómeno astronómico.

Con este motivo, cada día son más interesantes y curiosas las noticias que vemos consignadas en la prensa científica y literaria extranjera, sobre este importante asunto.

Nuestra patria, representada por una dignísima Comision compuesta de varios marinos españoles, va á tomar parte tambien por vez primera en estos trabajos

científicos internacionales, que tanto enaltecen al talento humano, y contribuirá con su modesto óbolo al mejor éxito de la gran empresa comun que tiene por objeto acrecentar el tesoro de las riquezas astronómicas, y dar un paso más hácia la conquista de lo infinito.

Para conseguir esto, todos los Gobiernos de Europa y de América, las Academias del mundo, todos los centros donde se rinde culto al saber, y hasta banqueros y propietarios amantes de la ciencia, facilitan á porfía sumas cuantiosas y los elementos necesarios para que los sábios puedan conseguir el objeto que se proponen en el gran certámen que va á ofrecer la Naturaleza á la ciencia contemporánea. Este entusiasmo y ardiente celo científico se explica fácilmente, teniendo en cuenta el estado de cultura y adelanto en que se encuentran esos países, y lástima es que en España sólo se conozcan estas cosas por referencias, y que no se preste toda la atencion debida al conocimiento de la Naturaleza.

Esta deplorable circunstancia, unida á la trascendencia suma y á los beneficios que dispensan los tránsitos de Vénus al progreso de las ciencias, nos han impulsado á publicar el presente libro; y como este asunto, además, tanto interesa á nuestra patria, pues está llamado á darnos quizás alguna significacion científica en el extranjero, conviene que lo demos á conocer, consagrados como estamos al culto de la Astronomía y al

apostolado de esta hermosa ciencia, la más perfecta y magnífica de todas las ciencias experimentales.

No se achaque, pues, á inmodestia esta determinacion; júzguese, por el contrario, como una débil prueba del amor que profesamos al estudio de la Naturaleza.

La popularizacion de la ciencia, problema el más importante entre todos los problemas de la literatura, apénas se ha ensayado en España, al paso que en otros países reporta beneficios sin cuento, y los hombres más eminentes contribuyen á difundir la luz y á demoler el valladar que separa al pueblo de toda nocion científica.

En España, por desgracia, sucede lo contrario. «Aquí es preciso, dice á este propósito el distinguido escritor y hábil ingeniero D. Gumersindo Vicuña (1), que los que formamos en las últimas filas de la ciencia, y los que aún tenemos mucho que aprender, nos metamos á enseñar. Cúlpese de tal despropósito, no ciertamente á nuestra audacia, sino á las circunstancias del país.»

Nosotros nos encontramos en este caso, y con verdadero temor publicamos este libro, que no tiene pretensiones de ningun género ni otro mérito que el buen deseo que lo ha inspirado. Así, pues, lo sometemos respetuosamente á la benevolencia del público, al cual

---

(1) PROGRESOS INDUSTRIALES: *Prólogo*, edicion de 1875.

le rogamos se sirva disculpar los defectos que encuentre en nuestro modestísimo trabajo (1).

Para el estudio de los fenómenos que ha de ofrecer el próximo tránsito de Vénus, que segun la expresion de un escritor contemporáneo *es el acontecimiento científico más notable del siglo XIX*, los sábios de todo el mundo, auxiliados por sus Gobiernos respectivos, están

---

(1) Como obra de actualidad científica, y á fin de darle la autoridad que requieren los trabajos de esta índole, los datos que consignamos en algunos pasajes de este libro, y especialmente en el capítulo VIII, acerca de los preparativos que se están haciendo en estos momentos en las cinco partes del mundo para estudiar el paso de Vénus el 6 de Diciembre de este año, los hemos obtenido de los directores de los Observatorios de Europa y de los mismos jefes de las Comisiones científicas que han de observar el fenómeno en diferentes lugares del Globo.

Es para nosotros un deber expresar aquí nuestra gratitud á los sábios directores de los Observatorios de París, Mr. Mouchez; al de Oxford, Mr. Stone; á los de Leipzig y Berlin, señores Bruns y Færster; al de Neuchatel, Mr. Hirsch; á Mr. Abbadie, miembro del Instituto de Francia; á Tacchini, director del Observatorio del Colegio Romano; y á Mr. Backhuysen, director del Observatorio de Leiden, por los importantes y numerosos pormenores que han tenido la bondad de facilitarnos sobre el tránsito de Vénus y todo lo que se relaciona con este asunto.

Tambien debemos dar gracias especiales al director del Observatorio de Viena, Sr. Weis, y al astrónomo del Observatorio de Copenhague, Dr. Pechüle, no sólo por las sábias advertencias que han tenido á bien hacernos sobre ciertos puntos que les hemos consultado, sino por las noticias y *Memorias* que nos han remitido espontáneamente.

haciendo en estos momentos críticos y solemnes para la ciencia sus preparativos para trasladarse á distintos puntos de la Tierra; y desde Europa hasta la Australia, desde el Cabo de Buena-Esperanza hasta los Estados-Unidos, así como en el Estrecho de Magallanes, en Cuba y Puerto-Rico, en Nueva Zelanda, en Madagascar, en las Malvinas, en Santiago de Chile, en la Patagonia, en Sidney y Melbourne, en todas las regiones, en fin, de la Tierra alumbradas por el Sol el día 6 de

La *Memoria* del Sr. Weis, que trata de la observacion del paso de Vénus hecha el 8 de Diciembre de 1874 en Jassy, y de la determinacion de la longitud geográfica de aquella localidad, y la del Sr. Pechüle, que tiene por objeto averiguar las ventajas que han de ofrecer las estaciones relativamente consideradas bajo el punto de vista de las medidas micrométricas que se harán durante el pasaje de Vénus en 1882, son dos trabajos exclusivamente matemáticos de un mérito relevante, dignos del talento y de la inmensa reputacion de sus sábios autores. Sentimos no poder trascribir párrafo alguno, ni aún hacer de ellos una ligera síntesis, por impedirnoslo la índole elemental de este libro.

Y finalmente, damos las gracias al señor ministro de Marina por habernos permitido tomar los apuntes necesarios del expediente instruido en su departamento con motivo del paso de Vénus, y muy particularmente á nuestro ilustrado compatriota, el dignísimo director del Observatorio de San Fernando, D. Cecilio Pujazon, cuya inteligencia hace tiempo está puesta al servicio de nuestra cultura, por la bondad que ha tenido facilitándonos cuantos datos le hemos pedido y resolviendo las dudas que se nos han ocurrido desde que concebimos la idea de publicar este libro. Es un favor que no olvidaremos nunca, y por el cual le estamos sinceramente agradecidos.

Diciembre próximo, se establecerán infinidad de observatorios para estudiar aquel importantísimo fenómeno celeste.

Este tránsito será también visible en España: durará cinco horas y cincuenta y siete minutos. Tan breve espacio de tiempo se empleará principalmente en calcular la paralaje solar, teniendo en cuenta los datos obtenidos en 1874; y estas observaciones, que para los espíritus superficiales que sólo conocen la Naturaleza por apariencias frívolas no tendrán importancia alguna, ¡cuántos desvelos, cuántas fatigas y cuántos sacrificios representan para los astrónomos!

La vida del astrónomo es una lucha constante con la inmensidad, una brillante odisea, cuyo ideal es el infinito.

Para suplir la insuficiencia de los medios de observación, para rectificar una cifra ó para plantear la base más sencilla de un problema, se organizan expediciones que cuestan centenares de miles de pesetas, y hábiles y sábios observadores, guiados sólo por su amor á la ciencia y animados por la abnegación más heroica, se trasladan á remotos y mortíferos climas, de donde no siempre vuelven todos, como sucedió en 1769, cuando el paso de Vénus, á Chappe de Auteroche, á Medina y á Green, mártires de la ciencia.

Esto precisamente ocurre en la actualidad: los lugares destinados á la observación están ya escogidos y

dispuestos los instrumentos, y los sábios hacen sus preparativos para que todo esté listo y nada falte el día oportuno de emprender la marcha.

El estudio de este fenómeno es tan interesante que reviste hoy un gran carácter de universalidad, pues bajo la cuestion, al parecer tan sencilla del paso de Vénus, se encubre un interés capital para el adelanto de las ciencias, para la navegacion y el comercio.

La Astronomía, todo el mundo ilustrado lo sabe, es la clave de la ciencia náutica, y sin ella la navegacion á grandes distancias sería imposible. El marino necesita observar con exactitud, para dirigir bien el derrotero de su nave, al Sol, á Vénus, á Marte y á otros cuerpos celestes, bajo pena de causar un grave perjuicio á la náutica y al comercio: un error cometido al calcular la marcha, la altura, etc., de estos astros, hace que los trabajos salgan fallidos. Perfeccionar las teorías astronómicas sobre las cuales descansan estos conocimientos es de un interés sumo para los pueblos, y esto es probable que se consiga en Diciembre próximo de las observaciones que se han de hacer del paso de Vénus; pero no se reduce á esto la utilidad de ese fenómeno: su importancia es aún más grande y trascendental.

Hace algunos siglos que no están de acuerdo los astrónomos acerca de la verdadera distancia de la Tierra al Sol, base fundamental de la Astronomía.

Se cree que hasta el día de hoy se ha tenido una idea exagerada de esa distancia, por haber sido aumentada por los astrónomos antiguos en más de un millón de leguas. Pues bien: esta distancia, el abismo de 37 millones de leguas que parece dista la Tierra del Sol, es la base hoy de la Astronomía y la medida general de las dimensiones del Universo visible, y por esto tratan los astrónomos de fijarla con exactitud en Diciembre próximo, para hallar la solución de los muchos problemas que envuelve este importante asunto de la Astronomía planetaria.

Uno de estos problemas es el que se refiere á la densidad de los materiales que constituyen los cuerpos celestes de nuestro sistema solar. Todas las masas de estos cuerpos, en virtud de las leyes de la gravitación universal, están ligadas, en razón de sus respectivas distancias, al astro central, el Sol. Mientras más próximo está del Sol un planeta, tanto mayor es su densidad. Así, Mercurio es más denso que la Tierra, mientras la Tierra lo es mucho más que Neptuno, el último planeta de nuestro sistema. Por esta razón, si en virtud de las observaciones del pasaje de Vénus de este año hay que reducir, por ejemplo, la paralaje solar á una fracción ménos considerable, habrá que aumentar, con arreglo al resultado que se obtenga en ese sentido, la masa de la Tierra. De aquí resultaría un conjunto de informaciones que conducirían á los más notables descubri-

mientos, y se podrían apreciar mejor las perturbaciones planetarias una vez conocidas con exactitud las verdaderas masas de los astros de nuestro sistema.

Además, el conocimiento del volúmen real de un astro, depende del conocimiento exacto de la distancia que nos separa de él.

Antes de poseer la ciencia este dato tan precioso para determinar los elementos del sistema del mundo, no se tenían más que vagas ideas acerca de las relaciones que existen entre los planetas y el Sol, y las de sus movimientos anuales. Nada podía fijarse entónces con certeza respecto á sus dimensiones absolutas; pues si dándose las arbitrarias á cualquiera de los cuerpos que componen el conjunto del sistema se intentaba resolver el problema, esto daba tan variadas dimensiones como hipótesis pudieran imaginarse para cada uno de sus elementos.

Hasta que el génio inmortal de Képler no descubrió las tres famosas leyes del movimiento elíptico de los planetas, dando á conocer las armonías celestes, y hasta que no se reconoció la utilidad de los pasos de Vénus para obtener aquellos resultados, no se pudo medir una base más segura para restablecer el sistema solar en su valor absoluto.

Otro descubrimiento trascendental se desprende de la observacion de estas conjunciones de Vénus, merced al estado del progreso de nuestro siglo: determinar la

verdadera naturaleza de la atmósfera de ese planeta.

Este resultado es tambien probable que se obtenga si se tiene en cuenta que la potencia óptica de los grandes telescopios, la fotografía del Sol, de la Luna y de las estrellas, la análisis química de los astros, la medida de las distancias celestes, no sólo han desembrollado en nuestros días el misterio de los mundos y han permitido al espíritu humano tomar posesion de los cielos, sino que han demostrado que la analogía entre la Tierra y los demás planetas de nuestro sistema solar es un hecho físico incontrovertible, como lo acreditan, entre muchos fenómenos, las nubes y las corrientes atmosféricas de Júpiter, la geografía de Marte que, con sus continentes y con sus mares ofrece una singular reproduccion de la geografía de nuestro Globo, y muy especialmente las montañas de Vénus y el régimen meteorológico de su atmósfera, idéntico al de la Tierra.

Este lazo de parentesco entre los mundos, esta manifestacion de la vida en el Cósmos, será objeto especial de estudio para los sábios en el cercano paso de Vénus, al observar la atmósfera de este planeta cuando éntre en el disco del Sol.

Pero aún hay más todavía.

Como los conocimientos humanos se hallan enlazados como los eslabones de una firmísima cadena, los pasos de Vénus no sólo prestan un gran servicio á la Astro-

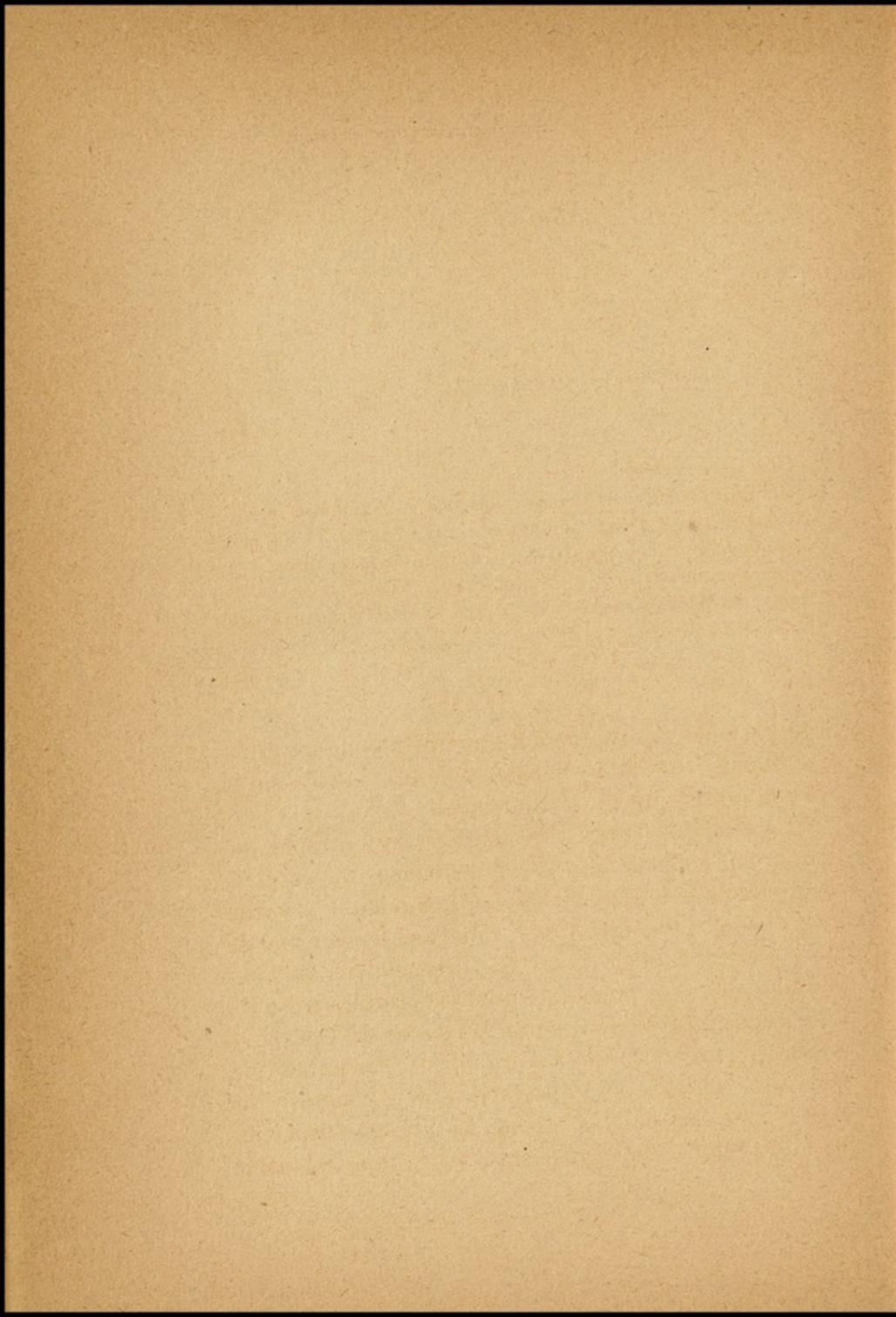
nomía, sino al adelanto de las demás ciencias, pues la mayor parte de las Comisiones científicas, cuando se trasladan á diferentes lugares de la Tierra con el objeto de observar aquel fenómeno astronómico, aprovechan la ocasion para hacer importantes investigaciones sobre el magnetismo terrestre, sobre geografía, meteorología, botánica, geología, etc., á fin de perfeccionar los conocimientos que tanto enaltecen á la civilizacion moderna.

En vista de esto, júzguese la trascendencia y profundo alcance que tienen los tránsitos de Vénus, y los beneficios que dispensan á las ciencias y á los intereses materiales de la vida social. Esta es una verdad que no admite duda; mas es tan complejo el asunto que abraza ese gran acontecimiento celeste, se halla relacionado con cuestiones tan profundas y controvertidas, que para la mejor inteligencia de cuanto hemos indicado y tenemos que exponer, creemos conveniente trazar, ántes de entrar en materia, el cuadro grandioso de nuestro sistema planetario, de este grupo gigantesco de mundos, del cual forma parte nuestro Globo, y en cuyo centro se encuentra el Sol como una hoguera inextinguible, brillante como una antorcha, difundiendo eternamente en torno suyo las fecundas irradiaciones que determinan al ponerse en contacto con las atmósferas de los cuerpos planetarios, fenómenos de movimiento cuyas variadas formas constituyen el mis-

---

terio de la luz, el beneficio del calor, las afinidades químicas, ó bien las corrientes eléctricas y magnéticas, que esparcen la vida y la belleza en nuestro humilde planeta.

Madrid, Setiembre de 1882.



---

---

## I

El Sol, manantial único de bienestar y de vida. — Sus dimensiones. — Su distancia de la Tierra. — La luz y el calor del Sol. — Sus movimientos de rotacion y el de traslacion á través de los espacios. — La temperatura de este astro. — Su constitucion física y química. — Las erupciones de fuego en el Sol. — Aspecto, formas y movimientos de las manchas solares.

Mantenedor constante del movimiento de los mundos, fuente inagotable de calor y de luz, la vida sin el Sol sería imposible en la Naturaleza.

Él sostiene la Tierra y la conduce con cariñosa sollicitud por los helados y oscuros abismos del espacio, inclinándola sobre su eje para proporcionar el turno de las beneficiosas estaciones; mueve el mecanismo de la vida terrestre, y la desarrolla; desencadena las tempestades sobre los pueblos, y produce la dulce brisa de los campos. Por él se evaporan las aguas del Océano y ascienden en la atmósfera para formar las nubes que derraman sobre la Tierra las lluvias bienhechoras. Por él germinan las semillas, crecen las plantas, esparcen las flores su perfume, maduran los frutos. Su calor

derrite las nieves, hace brotar los árboles, dora las mieses en verano y los racimos en otoño; mantiene las propiedades químicas del aire que respiramos; forma las corrientes marinas para que modifiquen con su benéfico influjo el rigor de los climas, y hace pasar, en una metamorfosis constante, los átomos del animal á la planta, de la planta á la atmósfera, de la atmósfera al hombre, estableciendo de este modo sobre nuestro Globo la gran solidaridad que existe entre todas las cosas. La vida terrestre depende, pues, de la luz y del calor del luminar del día, y por esta razón bien podemos decir con Tyndall que somos, no en un sentido poético, sino en un sentido puramente mecánico, hijos del Sol.

Todos los movimientos de nuestra atmósfera, todas las fuerzas que se desarrollan en su agitado seno, reconocen por causa la propiedad inherente á todos los gases de dilatarse por el calor.

La influencia calorífica del Sol eleva en torno nuestro capas de distintas densidades, que se sustituyen según las leyes del calórico, el cual no se pierde nunca: se conserva íntegro en el vapor de agua, en el estado que los físicos llaman *latente*, y á este vapor de agua se debe que nuestro Globo no tenga una temperatura abrasadora. Así, el aire está en una circulación continua. Calentado por los rayos solares en el Ecuador, se eleva en las regiones superiores, desciende luego y llega á los polos: en estas mansiones heladas se enfría, vuelve al Ecuador, despues á los polos, y así sigue sin interrupcion su marcha eterna.

Con arreglo á este principio, y en virtud de los descubrimientos meteorológicos recientes, se sabe la canti-

dad de calórico que se cambia anualmente entre las regiones ecuatoriales, polares y templadas. La superficie en que se verifica la trasformacion del agua en vapor se estima en 70 millones de millas geográficas cuadradas, y la masa de agua evaporada en 721 billones de metros cúbicos!...

Así, pues, el soplo agradable de la brisa, las nubes que flotan sobre nuestras cabezas afectando figuras caprichosas, y las que embellecen el horizonte con las dulces tintas de la aurora y con los hermosos arboles del Sol poniente; las gotas de rocío que esmaltan las hojas de las flores; el origen de los ríos y su marcha sobre el planeta; la caída majestuosa é imponente de las cataratas del Niágara; los manantiales de salud, conocidos bajo el nombre de *fuentes medicinales*, que existen en todos los países, y que la Naturaleza con tanta prodigalidad ha hecho brotar en nuestra patria; el desarrollo de los vegetales; la nieve que corona la frente de los Alpes; las nieblas; la fuerza destructora del rayo y de los huracanes, todo este conjunto monstruoso, todo este vasto mecanismo, reconoce por causa la potencia calorífica de los rayos solares acumulados en el inmenso laboratorio de nuestra atmósfera.

Esta es una verdad incuestionable; pero nosotros no pensamos en ello, porque desgraciadamente nos olvidamos de la Naturaleza.

La imaginacion impresionable del hombre elevó al Sol en las antiguas edades á la categoría de los dioses, y le tributó adoracion y culto; y todas las religiones, así como los grandes poetas y filósofos, han reconocido siempre en la luz y en el calor que ese astro nos envía

el beneficio del cielo más universalmente extendido y el misterio más grande de la Naturaleza.

Y en efecto: la luz, este fluido sutilísimo, vibratorio, que es la paleta, por decirlo así, de donde la Naturaleza toma sus colores, es el dón más precioso con que la fuerza ha dotado á la materia; el único medio de comunicacion que tenemos con el mundo exterior, y el génio benéfico que crea sobre los mundos la belleza, el poder, la poesía, y el que establece el lazo de amor que une á todos los séres entre sí. Su poder se extiende omnipotente desde las pálidas nebulosas sepultadas en la inmensidad de los cielos, hasta las tiernas florecillas que embalsaman el ambiente con sus perfumadas corolas. Todos los séres la buscan por instinto, desde el infusorio hasta el hombre; ella hace crecer los vegetales y fija el carbono en sus tejidos; por su accion el oxígeno se une á varios compuestos metálicos y á un gran número de sustancias orgánicas, produciendo reacciones extraordinarias; y si no existiera, lo mismo la Tierra que los demás planetas de nuestro sistema solar girarían solitarios y muertos en torno del Sol apagado.

Estos fenómenos que mantienen la vida de los reinos orgánicos y la estabilidad del mundo, son admirables y dignos de estudio; pero, ¿qué es el Sol? ¿Qué es ese manantial perenne de incandescencia, ese laboratorio inmenso donde se forman la luz y el calor?

La inteligencia humana, que todo lo observa y analiza, ha sabido sorprender algunos de los secretos que encierra esa lumbrera inextinguible colocada en el vacío infinito, en el centro de nuestro sistema planetario. Segun las investigaciones modernas, el Sol es un cuerpo colosal, cuya superficie es 12.000 veces mayor que la

de la Tierra, y su diámetro mide 360.000 leguas, y su circunferencia más de un millon. ¡Un millon de leguas! ¡Ciento ocho veces tanto como la superficie de la Tierra, que tiene 3.000 leguas de diámetro y 10.000 de circunferencia! El volúmen del Sol es 1.400.000 veces mayor que el de la Tierra, es decir, que sería necesario reunir 1.400.000 globos terrestres para formar uno como el Sol de grande.

Para poderse formar una idea exacta de lo que es este Globo, baste decir que si estuviera colocado en donde está la Tierra, llegaría su disco á 80.000 leguas más allá de la órbita de la Luna, que dista de nosotros 96.000 leguas. La distancia que lo separa de la Tierra es de 37.000.000 de leguas; abismo inmenso, profundo, del que no podemos formarnos una idea exacta y precisa si no recurrimos á demostraciones claras y tangibles.

Al efecto, supongamos que un tren expreso saliese de Madrid en direccion al Sol en el momento en que trazamos estas líneas, el 14 de Julio de 1882: caminando sin cesar á razon de 12 leguas por hora, no llegaría á aquel astro sino hasta el año 2219; y una bala de cañon, que recorre 400 metros por segundo, tardaría en llegar á la ardiente esfera, conservando siempre la misma velocidad, doce años próximamente!... A pesar de esta gran distancia, bastan ocho minutos y trece segundos para que su bienhechora y refulgente luz llegue á la Tierra; ocho minutos y trece segundos para que la Tierra salga de las tinieblas y goce de la claridad del día, para que se despoje del manto tenebroso de la noche, y éntre en el seno de los eternos esplendores. ¡Velocidad inconcebible! ¡Fuerza incomparable

de este agente poderoso que nos pone en comunicacion con la Naturaleza, guía nuestros pasos, establece nuestro modo de existir en la Tierra, y nos revela todas las maravillas del Universo!

La levedad aparente de la luz, de esta sustancia increada, de este misterio del mundo cósmico, es tan admirable como las fuerzas poderosas y múltiples que desarrolla al ponerse en contacto con los planetas. Según opinan algunos físicos y astrónomos, fundados en los fenómenos magnéticos que se observan en el Sol, la luz de este astro parece análoga por su naturaleza á la luz eléctrica; pero es tal la diferencia que existe entre los elementos de que puede disponer la ciencia y de los que dispone la Naturaleza, que una luz eléctrica, la más deslumbradora, la más blanca y vivísima que pueda producir el hombre, proyectada sobre el disco del Sol aparece negra, como una mancha de tinta en un pliego de papel blanco. En vista de esto, nos podremos formar una idea algo aproximada de la luz que el Sol nos envía comparándola con la que producirían 68.000 bujías colocadas á un metro de distancia de nosotros; y según los experimentos de Zöllner, para producir la luz del día sería necesario reunir 620.000 Lunas llenas.

La temperatura del Sol es tambien extraordinaria.

Becquerel creía que esta temperatura no era superior á 3.000 grados; otros astrónomos, entre ellos Pouillet, Zöllner, Soret y Waterson, le han asignado cada uno valores diferentes; y el P. Secchi, uno de los hombres más eminentes de la ciencia contemporánea, creyó poderla fijar, en atencion á los profundos y escrupulosos experimentos que hizo, en 10.000.000 de grados. Este cálculo del malogrado director del Observatorio del

Colegio Romano nos permite deducir un hecho importante, que destruye la creencia de los que afirman que el Sol se extinguirá en un período de tiempo relativamente próximo.

Esta hipótesis la consideramos destituida de fundamento, pues no reconoce causa alguna física que la sostenga ni explique, estando á la altura, por su objeto y por su índole, de las hipótesis que presagian el fin del Mundo. Y en efecto: esta terrible catástrofe de que nos hablan el *Apocalipsis* de San Juan y las *Actas* de los Apóstoles; este cataclismo universal que ha preocupado á los pueblos antiguos en distintas épocas, y en la Edad Media especialmente, no ha tenido jamás razon de ser, encargándose el tiempo de desmentir tan necias patrañas, y probando por ende hasta qué punto tan lamentable es capaz de llegar en sus extravíos la razon humana.

En el mismo caso se encuentran las que se refieren á la extincion del Sol, y sólo como una cuestion física curiosa vamos á consignar un dato interesante sobre este asunto.

Si admitimos con Poisson que la Tierra no ha invertido ménos de 100.000.000 de años para perder los 3.000 grados de calor que poseía en su estado de ignicion primitiva, á razon de un grado por cada 33.000 años, se puede calcular de la misma manera, aunque esto sea muy gratuito, que para perder el Sol los 10.000.000 de grados de calor que aún posee, segun los cálculos del P. Secchi, tardará todavía en extinguirse más de 330.000.000.000 de años !!...

Si esta teoría fuese cierta y el mundo no tuviese más que 6.000 años de existencia, como pretenden todavía,

contra los progresos de las ciencias modernas, los sostenedores de la cronología bíblica, aún le faltaría al Sol para perder el primer grado de calor 27.000 años; y para perder los restantes hasta el completo de los 10.000.000 de grados, y extinguirse por completo, necesitaría un número de siglos espantoso, como hemos visto, durante el cual, ántes de desaparecer la humanidad sobre la Tierra, pasaría ésta por mil transformaciones, los imperios sucederían á los imperios, los pueblos á los pueblos, y de la brillante civilizacion de Occidente surgirían otras mil llenas de vida y de esplendores en virtud del progreso monstruoso de las edades futuras.

En el vasto campo de la filosofía especulativa, abierto siempre á la actividad del espíritu humano, se han inventado muchas hipótesis para explicar el gran misterio de la Naturaleza: la luz y el calor.

Newton y todos los partidarios de la teoría de la emision, creían que la luz era una sustancia material. Las teorías modernas de la física le consideran como un simple movimiento, lo mismo que el calor y todas las demás fuerzas.

Se sabe hoy la cantidad de movimiento que corresponde á cierta cantidad de calor: El calor necesario para elevar á un grado centígrado la temperatura de un kilógramo de agua, equivale á una fuerza capaz de elevar 424 kilógramos á un metro de altura, lo cual se expresa diciendo que el equivalente mecánico del calor es de 424 *kilográmetros*; pero todavía no se ha podido hallar el equivalente mecánico de la luz, toda vez que es imposible separarla del calor que siempre y en todas partes le acompaña.

«A pesar de las maravillosas analogías entre el calor y la luz, dice Mr. Laugel, no nos sentimos inclinados á creer en su identidad absoluta; sin embargo, hay que resignarse á encontrarlos reunidos siempre, y esta solidaridad hace poco ménos que imposible toda tentativa para hallar el equivalente mecánico de la luz.»

«Colóquense, por ejemplo, dos pedazos del mismo paño, de igual dimension pero de color diferente, encima de hielo ó de nieve expuesta al Sol, y se verá que la nieve que está debajo de uno de dichos pedazos de paño se derretirá más pronto que la que está debajo del otro. Si dos pedacitos iguales de hielo, cubiertos, como se ha indicado, se colocan en los platillos de una balanza, suponiendo que el hielo derretido pudiera salirse libremente, ambos platillos se pondrían en movimiento, subiría el uno y bajaría el otro; levantaríase cierto peso, y se habría producido algun trabajo. ¿Pero á qué podría atribuirse este trabajo? No podría decirse que fuese la luz, pues la misma cantidad de calor llega hasta los dos pedazos de hielo; la potencia absorbente del paño encarnado, por ejemplo, no es la misma que la del paño verde; la materia colorante deja pasar más rayos caloríficos en un caso que en otro. Luego el calor es quien, en realidad, ha producido el trabajo. Es imposible suponer experimento alguno en que el calor no venga de una manera especial á sustituir á la luz, ó á lo ménos á añadir su accion á la accion de ésta.»

La luz desarrolla las plantas, las colorea y les da su adorno y su belleza, y obra directamente en un gran número de operaciones químicas.

Algunos físicos admiten la completa identidad entre el calor y la luz; pero otros experimentos que se han

hecho parecen demostrar que son dos agentes distintos, que ejercen su acción con entera independencia.

El gas hidrógeno y cloro reunidos en una vasija cerrada, permanecen unidos tranquilamente; mas si un rayo de luz hiere la mezcla la combinación se verifica inmediatamente, produciendo una fuerte explosión que convierte la vasija en mil pedazos. Expuesta también á la acción de la luz una hoja de papel nitrado bajo un vidrio rojo, y otra hoja del mismo papel bajo un vidrio azul, el papel colocado bajo el primero se ennegrece en hora y media, y el segundo tarda solamente cinco minutos.

En ambos casos la luz obra por sí sola, sin la concurrencia del calor. Otros muchos fenómenos podrían explicarse por medio de este agente poderoso; pero todavía ignora la ciencia de qué manera interviene la luz en las continuas y eternas transformaciones de la Naturaleza.

Entre las hipótesis ingeniosas imaginadas para explicar este enigma de la Naturaleza, y demostrar por lo tanto la permanencia del calor solar, se encuentra la de Helmholtz, que lo atribuye á la contracción ó reducción gradual del volumen del Sol.

Otros, como Mayer y Waterson, han deducido del estudio que han hecho de las estrellas fugaces, de esos corpúsculos planetarios que se inflaman por causa del rozamiento cuando penetran en nuestra atmósfera, convirtiéndose su rápido movimiento en luz y en calor, que el calor del Sol es producido por una lluvia de esos meteoros que cae sin cesar sobre el luminar del día; y no han faltado astrónomos que atribuyan á una decadencia de la energía solar ciertos fenómenos observados

en las rayas del espectro de la corona, y en las protuberancias de los eclipses totales de Sol de 1878 y de 1882.

Se ha recurrido también, para explicar el fenómeno de la energía solar, á las acciones químicas que se verifican entre los cuerpos que producen el Sol; pero se opone á esta teoría la dificultad de que los productos de estas combinaciones se opondrían á que el calor llegara á la superficie del Sol, puesto que ellos forman una barrera que se opone á toda acción ulterior.

Todas estas hipótesis tienen sostenedores ilustres; pero, ¿en qué se apoyan? ¿Existe acaso sobre la Tierra alguna combustion, algun fenómeno químico de los que conocemos capaz de producir una temperatura igual ó parecida á la que reina en el Sol? ¿Se conoce algun cuerpo cuya conductibilidad sea suficientemente eficaz y poderosa para transmitir una cantidad de calor comparable á la que difunde en el espacio la radiación solar? ¿Se han descifrado bien los misterios que encierra el astro del día para formar una conjetura racional sobre su verdadera constitucion física, ó para aceptar definitivamente una teoría fundamental y exacta?

¡Ah! El hombre, en su ardiente deseo de hallar la verdad y comprender la Naturaleza en la misteriosa unidad de sus fenómenos, se dirige siempre por el camino más corto y exento de obstáculos, es decir, por el camino de las hipótesis, sin tener en cuenta que las grandes verdades no se obtienen así como se quiera, ni son el resultado de estériles analogías deducidas *á priori*, sino el fruto del asiduo trabajo de muchas generaciones, porque, segun la expresion de un escritor con-

temporáneo, *el tiempo es la reflexion de la humanidad*. Así, pues, acaso llegue un día en que, mediante un profundo conocimiento de la constitucion física del Sol y de la naturaleza de los espacios celestes, se pueda determinar la causa primera que produce la luz y el calor, y entónces se sabrá si provienen del Sol, ó si son un resultado mecánico de influencias magnéticas ó eléctricas, desarrolladas por fuerzas misteriosas hasta el presente desconocidas por la ciencia.

Por lo demás, si el Sol fuera posible que se extinguiese, ¡qué trastorno tan grande ocurriría en la Naturaleza! Sumergidos en noche horrible y eterna, sucumbiríamos por el frío; animales y plantas perecerían tambien, porque nada vive y se desarrolla sin calor y sin luz.

A la animacion y á la vida, sucederían la inmovilidad y el silencio de la muerte.

Ningun ruido, ningun sonido se percibiría; ni el suspiro del viento entre los árboles, ni el plañido de las olas al romperse suavemente en la playa, ni el dulce canto de las aves, despertarían los ecos de este mundo sepultado en eterno sueño. Los mares, los lagos y los ríos se secarían por completo, dejando sus cuencas vacías, semejantes á inmensos sepulcros. Y la Tierra entónces, sin atmósfera, sin calor y sin luz, convertida en un desierto desolado y triste, circularía como siempre sobre su eje y alrededor del Sol apagado, pero silenciosa y estéril como la Luna, envuelta en el sudario de la muerte!...

Pero este cataclismo espantoso no es posible que se verifique. Podemos forjar cuantas quimeras nos sugiera la fantasía, mas no existe motivo razonable para

creer que apague su luz la antorcha de los mundos, tan llena de vida hoy como en los tiempos más remotos de la historia de la humanidad.

¡Qué calor tan inconcebible debe reinar en ese mar de fuego! Según los cálculos más exactos, se cree que el calor solar es igual al que se produciría por la combustion de una capa de carbon de piedra de siete leguas de altura que envolviese completamente el cuerpo entero del Sol; y según Proctor, el calor emitido por este astro en cada segundo es igual al que resultaría de la combustion de 11.600 millares de billones de toneladas de carbon de piedra, de cuya enorme cantidad de calor sólo absorben la Tierra y los demás planetas la insignificante fracción de 50.000.000 de toneladas.

El P. Secchi ha probado que el máximo de calor está en el centro del Sol, y que, á partir de este punto, el calor va disminuyendo hácia los bordes ú orillas. Para hacer este curioso experimento se sirvió el hábil astrónomo de un termómetro, sobre el cual hizo caer oblicuamente los rayos emitidos por diversos puntos de la superficie del astro, cuyo fenómeno puede atribuirse á la atmósfera que los rayos luminosos y caloríficos atraviesan, tanto más oblicuamente para llegar á nosotros, cuanto más próxima está á los bordes el punto de donde emanan.

Algunos físicos han intentado por diferentes procedimientos, todos á cual más ingeniosos, darse cuenta experimentalmente de los fenómenos que se verifican en el cuerpo solar y en la brillante atmósfera de ese astro portentoso, llamado por los antiguos *alma del mundo*.

El calor emanado de esta espantable masa de fuego

sería suficiente, según Pouillet, para fundir en veinticuatro horas una capa de hielo de cuatro leguas de altura que cubriera por todas partes la superficie del Sol. La irradiación calorífica que el Sol envía á la Tierra representa un trabajo igual al de 217 billones 316 mil millones de caballos de vapor (1); y para producir nosotros la fuerza mecánica que el calor solar desarrolla en toda la superficie del Globo, sería necesario el trabajo constante de 543 millares de millones de máquinas de vapor de una fuerza efectiva de 400 caballos cada una, funcionando sin cesar.

Estas propiedades físicas que distinguen al astro rey, son prodigiosas en extremo.

Es la fuente, como hemos dicho, de la luz, de la fuerza y del calor; y aunque la Tierra sólo puede detener, en su rápida carrera por los espacios, una parte insignificante del inmenso calor solar, esta pequeña cantidad que absorbe es tan potente y eficaz que ella sola basta para sostener la vida sobre su superficie (2).

---

(1) Bajo el nombre de *caballo de vapor* se designa en mecánica una fuerza capaz de levantar en un segundo un peso de 75 kilogramos á la altura de un metro. Representa por esta razón el caballo de vapor la fuerza de trabajo de tres caballos de tiro; y siendo equivalente la fuerza de cada uno de éstos á la fuerza media de siete hombres, resulta que cada caballo de vapor produce el trabajo de veintiun hombres.

(2) La energía solar que se escapa en el espacio es más de 2.000 millones de veces superior á la que, para su sostenimiento y provecho de la vida orgánica, detiene la Tierra en su camino; y todos los planetas reunidos, al ser fecundados por el Sol, no reciben de este lumínar sino unas 230 millonésimas de su calor y de su luz, perdiéndose el resto en el espacio (que

Todos los descubrimientos recientes, todos los estudios que se practican para conocer la constitucion física y química del Sol, hacen que nos representemos este astro como un globo majestuoso, aislado en el espacio, líquido, luminoso y ardiente como el hierro fundido

es 230 millones de veces mayor que la porcion utilizada) sin producir nada, sin alumbrar á nadie ni ser útil á los mundos. ¿Por qué esa cantidad exígua de calor y de luz que reciben los planetas basta para sostener la vida sobre sus superficies? ¿A qué causa debe atribuirse este fenómeno prodigioso? ¿En virtud de qué procedimientos físicos extraordinarios las sustancias constitutivas del Sol desarrollan, por medio de su eterna irradiacion, el misterio de la vida en torno suyo, al ponerse en contacto con las atmósferas planetarias?...

William Thomson dice que el secreto de la fuerza calorífica del Sol y del estado de conflagracion constante de este astro, se explica admitiendo que la energía radiante que se supone disipada en los espacios es detenida en su totalidad ó en parte, y vuelta á enviar al Sol en otra forma, de manera que pueda continuar la accion eterna de la irradiacion solar en virtud del vapor de agua y de los hidro-carbuos gaseosos de que están llenas las regiones inter-planetarias, los cuales son aptos para ser disociados y radiados por el Sol.

Esta teoría de Thomson está de acuerdo con la teoría moderna de los gases sostenida por Clausius, Clerk Maxwell y otros físicos; y aunque no ha podido vencer algunos obstáculos y explicar satisfactoriamente ciertos fenómenos de la física solar, se halla, no obstante, más que otras hipótesis, en el camino de la verdad.

Thomson supone, pues, que los cuerpos celestes flotan, no en el vacío absoluto, como creía Newton, sino en el seno de vapores extremadamente ténues y enrarecidos, que contribuyen al sostenimiento de la vida activa y enérgica del Sol; y como en el estado actual de los conocimientos humanos sería difícil asignar límites á una atmósfera gaseosa, acaso no esté

que corre en las fraguas, envuelto en una atmósfera incandescente, agitado eternamente por tempestades de fuego de una fuerza tan incontrastable, tan violenta y tan aterradora, que á su lado se anulan, nada significan nuestros huracanes y nuestras temidas trombas.

Estas convulsiones gigantescas, estos trastornos incesantes, presentan la superficie del astro del día semejante al Océano fuertemente agitado por la tempestad.

Se ven rodar enormes olas de fuego que elevan sus

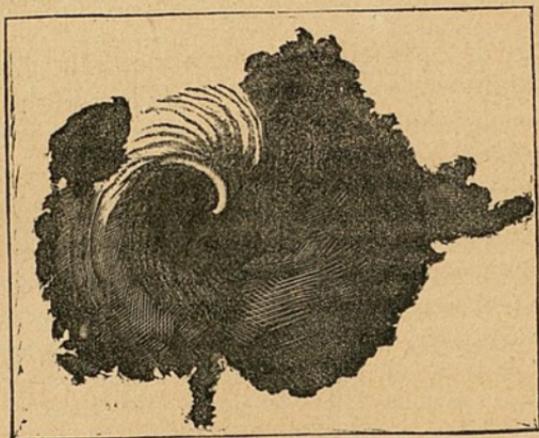


Fig. 1.<sup>a</sup> — Tempestades de fuego en forma de torbellino, observadas en el Sol.

crestas amenazadoras al cielo, correr presurosas muchas veces en forma de torbellinos, crecer, dilatarse, hasta

---

destituida de fundamento la hipótesis de Thomson, mucho más si se tiene en cuenta que un gran número de hombres eminentes, desde Descartes hasta Humboldt, Grove, Zöllner y Sterry Hunt, en nuestros días, han sostenido la existencia de aquella materia ó sustancia cósmica difundida por los espacios.

que chocan al fin unas con otras con rabiosa furia, descomponiendo el suelo ardiente y líquido, y abriendo en él profundos abismos, simas espantosas donde se sepultaría la Tierra para siempre, con sus imperios y con sus supuestas grandezas y poderío, como un mísero grano de arena en el mar.

Estos brillantes resultados se han obtenido merced á los importantes y preciosos descubrimientos practicados de veinte años á esta parte sobre la constitucion física del Sol.

La ciencia, que todo lo observa y estudia, ha dado un paso gigantesco en el camino de la perfectibilidad con estos adelantos, y la análisis espectral de los astros ha venido en auxilio de las teorías de la mecánica celeste. Hoy se sabe positivamente que en el Sol existen, en estado incandescente y líquido, hierro, cobre, níquel, cromo, cobalto, sódio, magnesio, bario, manganeso, titano, calcio, potasio, y tambien hidrógeno, que es el que produce las magníficas erupciones de fuego que se elevan por cima de la fotosfera (1) solar á 10.000, á 20.000 y hasta 50.000 leguas de altura, y cuyos fenómenos dejan sentir su influencia, no obstante la gran distancia que media, en el estado eléctrico de nuestro Globo. Y en efecto: las auroras boreales son más ó

---

(1) Considerado el Sol como un cuerpo líquido incandescente, luminoso por sí mismo, se ha dado el nombre de *fotosfera*, palabra griega que significa «esfera de luz», á la atmósfera flúida que le rodea, y sobre la cual flotan vapores metálicos de las sustancias químicas que arden en el Sol dotados de la propiedad de emitir luz y calor. Esta atmósfera se calcula en más de un millon de leguas de profundidad.

ménos numerosas y brillantes segun la intensidad de esos fenómenos; la brújula se estremece y pierde el

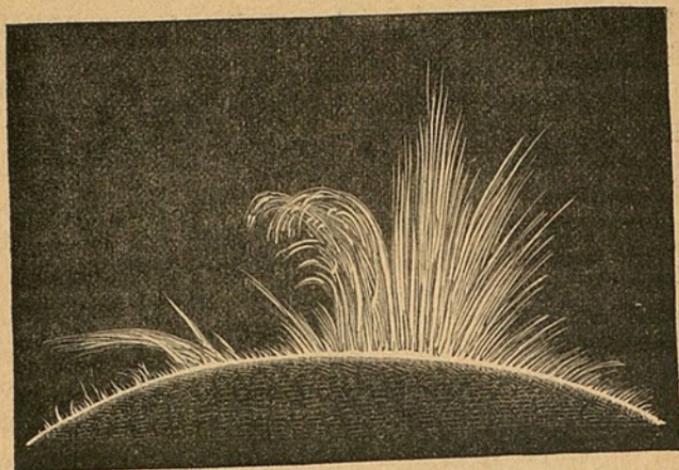


Fig. 2.<sup>a</sup> — Erupciones de llamas en la superficie del Sol. norte, y la luz y el calor que del astro central recibimos sufren tambien su influjo poderoso (1).

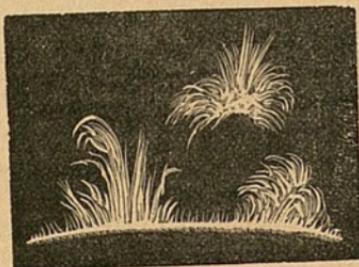


Fig. 3.<sup>a</sup> — Otras formas de erupciones.

Tal es el astro, á grandes rasgos descrito, que los antiguos se figuraban como una rueda pequeña de

(1) El P. Ferrari, á propósito de esta relacion entre los fe-

fuego girando en los aires un poco más alta que las nubes, ó como una carroza brillante tirada por cuatro briosos caballos. ¡Por cuatro caballos un astro 1.400.000 veces más grande que la Tierra, y cuyo peso es de 1 quintillon 879.000 cuatrillones de kilogramos, es decir, 324.479 veces más que el de nuestro Globo, que pesa 5 cuatrillones 875.000 trillones de kilogramos! Estos resultados son tan exactos como los principios matemáticos en que se fundan, y constituyen hoy uno de los triunfos más gloriosos de la ciencia astronómica.

Este astro portentoso, esta masa incommensurable de fuego, no está fija en el espacio. Dotado de movimiento, como todas las cosas de la Naturaleza, gira sobre su eje en 25 días; y en virtud de un segundo movimiento de traslación, transporta á la Tierra y á los demás planetas hácia la constelacion de Hércules con una velocidad de 200.000 leguas por día (1).

---

nómenos solares y las perturbaciones del magnetismo terrestre, ha publicado hace poco una nota interesante del P. Duchevreus sobre este asunto.

El sábio director del Observatorio de Zi-ka-Wei, en China, ha observado la coincidencia que tuvo lugar del 11 al 14 de Agosto de 1880, de una perturbacion magnética extraordinaria con el paso de un grupo numeroso de manchas en el disco del Sol. El astrónomo establece la relacion de ambos fenómenos, como lo acredita la observacion constante de muchos observadores; pero no sería prudente, sin embargo, aventurar una teoría para explicar la causa de esos fenómenos de la física solar y los de nuestro Globo, debiéndonos limitar, como decía el Padre Secchi, á estudiar bien los hechos y sus relaciones sin negarlos, por la razon de que no los comprendemos bien todavía.

(1) Herschel, en virtud del profundo y detenido estudio

El movimiento de rotacion que ejecuta sobre su eje, ó mejor dicho, alrededor del centro de gravedad de todo el sistema planetario, se ha descubierto por las manchas que ofrece su brillante disco: esta rotacion es de 25 días, poco más ó ménos, la cual verifica en la direccion de Occidente á Oriente, como los planetas.

En efecto: si se observa algunos días la direccion de una mancha ó de un grupo de ellas, no se tarda en

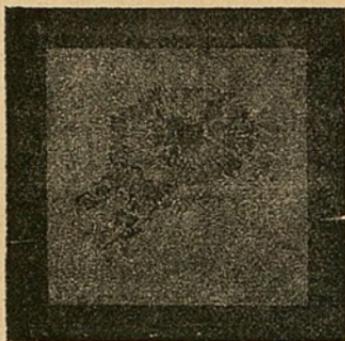


Fig. 4.<sup>a</sup> — Aspecto que generalmente ofrecen las manchas solares.

descubrir que están animadas de un movimiento que las impulsa de un extremo á otro del disco solar. Apa-

que hizo del movimiento de que están dotadas las estrellas mal llamadas *fijas*, reconoció que el Sol marcha hácia un lugar situado en la constelacion de Hércules.

Despues Argelander, analizando el movimiento propio de trescientas noventa estrellas, confirmó plenamente el resultado obtenido por Herschel, y halló que el lugar hácia el cual se dirige el Sol con todos sus planetas en su movimiento de traslacion, tenía en 1800 una ascension recta de  $260^{\circ} 50',8$ , y una declinacion boreal de  $31^{\circ} 17',3$ ; este lugar está situado un poco al Norte de la estrella  $\lambda$  de la constelacion de Hércules.

recen en el borde oriental, avanzan hácia el centro, le alcanzan en siete días, continúan marchando en la misma direccion, y á los 14 días desaparecen como ántes y recorren del mismo modo su camino. Si son varias las manchas á todas se las ve caminar juntas, á la manera que un grupo de islas dibujadas sobre un globo terrestre marchan tambien cuando le hacemos girar sobre su eje. Hecha esta observacion con el esmero y delicadeza que requiere y es necesario, se ha demostrado de una manera evidente que el Sol gira sobre su eje como la Tierra, aunque más lentamente que ésta.

Como la mayor parte de las manchas cambian de formas, se borran y desaparecen con celeridad prodigiosa, sabemos que no están constituidas por grandes masas sólidas, permanentes en medio de la superficie solar como las montañas de nuestros continentes ó los archipiélagos en medio de los mares, sino de sustancias ígneas y de gases en combustion que mantienen la masa entera del Sol en una agitacion continúa.

Las formas de estas manchas, pues, varían á lo infinito, y su estudio es muy interesante, toda vez que permiten conocer la naturaleza del Sol.

Durante semanas y hasta meses no se observa nin-

---

La órbita descrita por el Sol en torno del misterioso centro que la atrae es tan enorme, que una pequeña parte de dicha órbita trazada por el Sol en un siglo no es otra cosa que una línea recta perfecta; júzguense, pues, por esto las vastas dimensiones que tiene la órbita que recorre nuestro sistema solar en la inmensidad infinita. Despues de hecho este importante descubrimiento, se ha averiguado que la velocidad del Sol en el espacio es menor que la que tiene la Tierra alrededor de aquel astro.

guna mancha en el disco solar, y en otras ocasiones su número es considerable. En este caso tan pronto se presentan como desaparecen, ofreciendo ya una extensión de 30.000 leguas, ya un espacio pequeño y reducido. Unas veces aparecen asociadas en un número considerable, afectando formas caprichosas y rarísimas, y otras se fraccionan bruscamente en muchas manchas pequeñas, que á su vez se desvanecen con una rapidez extraordinaria.

Las manchas no son del todo oscuras. Generalmente se observan en ellas dos partes distintas y bien marcadas.

En el centro hay una region negra, y alrededor de ella se ve un espacio ménos oscuro de un resplandor agrisado. La parte central ha recibido el nombre de *sombra*; algunas veces en el centro de esta parte se observa un punto negro llamado *núcleo*, y la region exterior de la mancha ha recibido el nombre de *penum-*

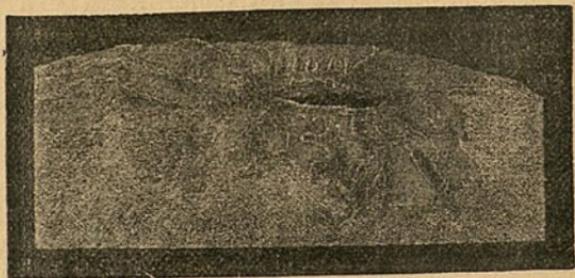


Fig. 5.<sup>a</sup> — Otro tipo de manchas solares.

*bra*. Cuando se dice que el centro de la mancha es negro, debe entenderse esta expresion relativamente al

resto de la superficie solar; y tanto es así, que cuando se dispone el telescopio para estudiar exclusivamente una mancha, y no el resto del disco, se ve que ésta tiene una claridad igual á 2.000 veces la de la Luna llena.

La aparición de los grupos de manchas está sujeta á una periodicidad regular. Durante cinco ó seis años su número se acrecienta, llega á su máximo, y decrecen en seguida durante el mismo espacio de tiempo: este período es de once años.

En virtud de la periodicidad de este singular fenómeno, el Sol se encuentra ahora precisamente en uno de esos estados de actividad asombrosa.

Este período en que aparecen en tan gran número las manchas del Sol, corresponde también al de la actividad eruptiva de esa deslumbrante hoguera.

El último máximo de esa actividad se observó en 1871, y desde entonces esas espléndidas manifestaciones de la energía solar fueron disminuyendo progresivamente, hasta que en el año actual han vuelto á presentarse de nuevo en su desarrollo máximo y en toda su imponente magnificencia.

No pasa día sin que los astrónomos observen las manchas solares, ora aisladas, ora asociadas en considerable número, y frecuentemente ven elevarse por el borde del disco solar misteriosas llamas, erupciones de hidrógeno incandescente á una altura tan inmensa y en cantidad tan considerable, que la oleada más insignificante de esas cataratas de fuego podría anegar á la Tierra entera, haciendo cesar la vida instantáneamente sobre su superficie.

Estos períodos, debidos sin duda á la influencia que ejercen los planetas sobre el Sol, se han podido deter-

minar merced á las asíduas observaciones del astrónomo aleman Schwabe.

Las manchas del Sol, segun la teoría más plausible, son enormes cavidades que se forman en la fotosfera de este astro en virtud de poderosas reacciones químicas que se verifican en las materias ígneas que lo constituyen, y han existido eternamente, no obstante haberse descubierto el fenómeno por Juan Fabricio en el siglo XVII, precisamente en la misma época en que Galileo aplicó el telescopio á las observaciones astronómicas.

---

## II

Nuestro sistema planetario y su organizacion uranográfica — La gravitacion universal establece la armonía que reina en el Universo y retiene á los planetas en sus órbitas. — La Tierra es un cuerpo celeste como los demás. — Su movimiento y velocidad con que gira alrededor del Sol. — Los cometas prueban que Neptuno no marca los límites de nuestro sistema. — Aspecto de los cometas : su movimiento, su naturaleza y su misterioso destino en el Cósmos.

El número de planetas que arrastra el Sol por los cielos en su movimiento de traslacion es hoy muy considerable, y están divididos en tres grupos distintos.

El primero, próximo al Sol, está formado por cuatro planetas de pequeñas dimensiones comparados con los del tercer grupo. Estos planetas, segun el orden de sus distancias al Sol, son: Mercurio, Vénus, la Tierra y Marte.

El segundo grupo, bien extraño por cierto, lo constituyen un torbellino, un enjambre de pequeños planetas que circulan alrededor del Sol entre el primero y tercer grupo, y algunos son tan diminutos que muchas de nuestras ciudades le exceden en dimensiones, pues los

principales de ellos miden ménos de 100 leguas de diámetro, y en otros este diámetro no pasa de algunas leguas: á estos planetillas se les ha dado el nombre de *Asteróides* (1).

---

(1) Las condiciones uranográficas de estos pequeños planetas y su número considerable, que contrasta con el exíguo que ofrecen los ocho planetas principales, es una de las peculiaridades más extrañas que distinguen á nuestro sistema solar.

La historia del descubrimiento de estos planetas se debe al interés que supo despertar en algunos astrónomos la profecía de uno de los hombres más grandes que han existido. Esta profecía se funda en la desproporcion que existe entre las distancias que hay entre los planetas interiores y la que separa á Marte de Júpiter. Y en efecto: miéntras que las distancias que median entre los planetas que forman el primer grupo guardan entre sí una proporcion regular y casi uniforme, no excediendo la mayor de 19.000.000 de leguas, la distancia que separa á Marte de Júpiter resulta que es nada ménos de 136 millones de leguas.

Képler con su poderoso génio, que todo lo adivinaba, fué el primero que advirtió el gran intervalo que existe entre Marte y Júpiter, y predijo en sus investigaciones sobre las *Armonías del Mundo* que algun día se llenaría ese espacio descubriendo un planeta.

La profecía del gran legislador de los cuerpos celestes, de este hombre inmortal que abrió el camino á Newton para fundar su teoría de la gravitacion universal, se realizó en efecto; pero no es uno sólo, sino que ascienden á 226 los que se han descubierto hasta el año actual de 1882 en esa region de nuestro sistema.

Es un verdadero enjambre de cuerpecillos planetarios, un vasto archipiélago de mundos microscópicos; pero todos circulan libremente alrededor del Sol en sus órbitas respectivas entre las de Marte y Júpiter, mediando entre unos y otros distancias considerables, como lo ha demostrado Mr. Parmentier

El tercer grupo, más distante del Sol, se halla también formado de cuatro planetas, pero muy voluminosos si se comparan con los del grupo primero. Estos planetas, en el orden de sus distancias al Sol, son: Jú-

---

en una lista tan gráfica como original que ha publicado, en la cual está representada la distribución ordenada, y la situación que ocupan en el espacio cada uno de esos astros en el orden de sus distancias al Sol.

El primer día del siglo corriente comenzó la serie de estos descubrimientos, y desde entonces no pasa un año sin que se descubran nuevos asteroides. De algunos de los últimamente descubiertos no están calculados los elementos de sus órbitas; tampoco han recibido nombre todavía muchos de ellos.

La razón del descubrimiento de estos asteroides se debe casi siempre, más que á la casualidad, al manejo de buenas cartas celestes en donde están anotadas cuidadosa y exactamente todas las estrellas fijas, á fin de conocer por su medio estos pequeños cuerpos, que por el movimiento propio de que están dotados, se distinguen de las estrellas fijas, las cuales ocupan siempre un mismo lugar en el cielo. De este modo se conoce en seguida que el astro descubierto no es una estrella, sino un planeta.

Todos estos cuerpecillos no son visibles sino con el auxilio de un telescopio, con excepción de Vesta y de Céres, que en algunas ocasiones se pueden observar á la simple vista como estrellas de sexta magnitud. Son tan pequeños, que el diámetro del más voluminoso, Vesta, está valuado en 100 leguas, y el de la mayor parte sólo tienen algunos kilómetros.

De estos asteroides el más próximo al Sol es Medusa, cuya distancia es dos veces la de la Tierra á aquel luminar; y el más remoto, Hilda, describe su órbita á una distancia casi dos veces mayor que la de Medusa.

Por una coincidencia rara, pero fácil de comprender conocida la excentricidad de las órbitas de estos asteroides, resulta que Ethra en su perihelio, ó punto más cercano al Sol, corta

piter, Saturno, Urano y Neptuno. Para hacernos cargo de sus tamaños respectivos, baste decir que Urano, el más pequeño de este grupo, excede en magnitud á los cuatro planetas reunidos del grupo primero.

---

la órbita de Marte; y en su afelio, ó punto más remoto del Sol, atraviesa tambien la del último asteróide, Hilda. En la ignorancia en que estamos acerca del destino de los astros y del objeto final de la existencia de las cosas, no se puede negar en absoluto que estos dos cuerpos se encuentren algun día; y si hemos de dar crédito á la hipótesis de Mr. Courbebaisse, acaso se verifique este fenómeno en el mes de Diciembre de 1960.

En este caso, como los asteróides marchan en el mismo sentido que Marte y Júpiter, la atraccion del primero de estos planetas, combinada con el movimiento de Ethra, podría convertir á éste en un satélite de Marte, ó trastornar de tal manera el movimiento del asteróide que variase por completo la forma y los límites de su órbita actual, como sucedió en 1770 al cometa de Lexell por la poderosa atraccion de Júpiter.

La masa total de estos mundos abreviados equivale á la tercera parte de la masa de la Tierra, y no producen sino una débil perturbacion en el movimiento de Marte. Por esta razon la pesantez es extremadamente ténue sobre cada uno de ellos, puesto que su masa es insignificante; es, segun los cálculos más exactos, 10 veces más débil que sobre la Luna, en donde un objeto recorre 80 centímetros en el primer segundo de su caída.

Colocados en cualquiera de estas islas planetarias, podríamos saltar sin el menor esfuerzo muscular á prodigiosas alturas; y si corriésemos por sus llanuras, lo haríamos con una velocidad vertiginosa. Así, pues, como la atraccion allí es tan insensible, si una bala de cañon fuese arrojada desde el asteróide Cloto, por ejemplo, no volvería á este astro, sino que se dirigiría probablemente hácia el asteróide Juno, que dista de su compañero 260 leguas. Tal es la fuerza de la gravedad en estos mundos tan extraños: insignificante ó casi nula.

Estos diversos mundos constituyen la gran familia solar, y algunos de ellos están acompañados de satélites.

La Tierra posee uno, que es la Luna; Marte tiene

---

A pesar de que estos astros no representan gran papel, considerados en sí como unidades individuales en nuestro sistema, véase hasta dónde llega el poder incontrastable de la Naturaleza: el exámen telescópico ha revelado que muchos de estos cuerpos están rodeados de atmósferas, lo cual ha permitido determinar en algunos sus variaciones meteorológicas; y el análisis espectral ha puesto fuera de toda duda en Vesta estos importantes fenómenos, pues las rayas de absorción indican la presencia de una ligera atmósfera alrededor de este asteroide.

La mayor parte de estos cuerpecillos son deformes, y por los cambios que ofrecen en la luz solar que reflejan se ha reconocido que muchos son irregulares en su forma, poliédricos y de otras figuras, lo que unido á la rara circunstancia de que la intersección de las órbitas y la línea de los nodos de los primeros asteroides pasa por la constelación de la Virgen y por la opuesta de la Ballena, hizo sospechar á Olbers que acaso fueran trozos de algun planeta grande que una explosión espantosa en su interior dividió en pedazos, los cuales se lanzaron al espacio á varias distancias del Sol, animados de velocidades diferentes.

Esta hipótesis fué admitida por algunos astrónomos; pero los descubrimientos recientes, y el gran número de asteroides que se conocen, han demostrado su inverosimilitud. Más lógico sería pensar, con arreglo á la teoría cosmogónica de Laplace, que esos átomos planetarios formaron originalmente un anillo vaporoso emanado de la atmósfera del ecuador solar, y que si no se ha condensado y solidificado formando un planeta, es por el desarreglo que la enérgica influencia perturbatriz de Júpiter ha ejercido en dicho anillo, impidiéndole su condensación y fraccionándolo en mil pedazos.

dos (1); Júpiter, cuatro; Saturno, ocho; Urano, cuatro; y Neptuno tiene uno por lo ménos. Todos giran alre-

---

(1) El descubrimiento de estos satélites es uno de los acontecimientos más notables de nuestra época, y se debe á la casualidad, como el de un gran número de asteróides y de cometas.

El 19 de Agosto de 1877, á las once de la noche, un telegrama de Mr. Henri, secretario del Instituto Smithsonian, anunciaba á los Observatorios del mundo que Mr. Asaph Hall, de Washington, había hecho tan brillante descubrimiento.

El asombro que produjo la noticia de este descubrimiento en el mundo científico fué indescriptible, pues desde la invención del telescopio habían sido infructuosas hasta entonces todas las tentativas hechas para descubrir satélites en Mercurio, en Vénus, y especialmente en Marte. Las principales Academias y Observatorios, y la prensa científica de todos los países, se ocuparon con interés de este asunto, y todos los amantes de la verdad y de la ciencia felicitaron á Mr. Hall por su brillante descubrimiento, que proporciona á la Astronomía el medio más eficaz de todos los empleados hasta aquí para determinar la verdadera masa y densidad de Marte, y conocer por lo tanto con bastante exactitud la fuerza de la gravedad sobre su superficie.

El satélite exterior fué visto por primera vez por Mr. Hall en el Observatorio de Washington en la noche del 11 de Agosto de 1877, y el interior en la del 17 del mismo mes, con el antejo más potente que se ha construido hasta hoy. Su objetivo mide 66 centímetros de diámetro, su fuerza óptica aumenta los objetos 1.300 veces, y un movimiento de relojería le hace girar alrededor del eje del mundo en sentido contrario al movimiento de la Tierra; de modo que, dirigido hácia cualquier punto del cielo que se quiera, el antejo tiene constantemente el astro que se observa en el campo de la vision, y le sigue en su curso aparente.

Con este magnífico antejo, construido por el famoso óptico anglo-americano Alvan Clark, pudo Mr. Hall apreciar la

dedor del Sol; pero, ¿á qué distancias se encuentran del centro del sistema? Mercurio, raras veces visible

rapidez extraordinaria del movimiento de traslacion de estas lunas alrededor de Marte.

La interior verifica su revolucion completa en 7 horas y 39 minutos de tiempo marcial, á una distancia del centro de 1.512 leguas; y la exterior en 30 horas y 18 minutos, en una órbita distante del planeta 5.029 leguas. Estas distancias están contadas, no á partir del centro de Marte, sino de su superficie. Así, desde el suelo de este planeta hasta la primera luna no hay más que 1.512 leguas, y 5.029 hasta la segunda. Entre la primera luna de Marte y la superficie del planeta no hay más que el espacio necesario para colocar un globo igual al de Marte, toda vez que el diámetro de este planeta sólo tiene 1.690 leguas de extension.

Mr. Hall adoptó los adecuados nombres de *Fobos* y *Deimos* (la Fuga y el Terror) para estos satélites, propuestos por Mr. Madan, nombres que corresponden á los que tenían los caballos del carro de Marte, segun refiere Homero en su inmortal *Iliada*.

El primer satélite, Fobos, que es el más próximo, tiene, segun las medidas fotométricas más exactas, tres leguas de diámetro; y el más lejano, Deimos, poco más de dos leguas: son, pues, tan diminutos estos satélites, que, como sucede con los asteróides, muchas ciudades de España le exceden en dimensiones.

Pero ofrecen otra particularidad.

Miéntras que el planeta Marte gira sobre su eje en 24 horas 39 minutos y 35 segundos, su primer satélite da en ese mismo espacio de tiempo tres vueltas en torno de Marte, y por esta misma rapidez de su movimiento parece que sale por el OE. y se pone por el E. Este satélite pasa bajo la segunda luna de tiempo en tiempo, efectuando todas sus fases en 11 horas, á razon de tres horas cada una de dichas fases, fenómeno rarísimo que no ofrecen los sistemas de Júpiter, de Saturno, ni el de Urano.

sin el auxilio del telescopio poco ántes de amanecer ó despues de anohecido, es el más cercano, y reside á 15.000.000 de leguas del astro del día; Vénus, que viene despues y que se distingue por su luz blanca y vivísima, se encuentra á 26.000.000 de leguas; la Tierra, á 37.000.000; y Marte, que brilla con una luz rojiza característica, á 56.000.000. El enjambre de los *asteróides* ocupa una inmensa region, como hemos dicho, de 100.000.000 de leguas de ancho por término medio, en la cual se agitan estos corpúsculos planetarios, moviéndose cada uno en torno del Sol en su órbita respectiva.

Despues se encuentra el grupo de los cuatro planetas mayores: Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

El primero, comparable por su brillo con Vénus, se halla á 192.000.000 de leguas del Sol; el segundo, de luz más pálida y amarillenta que el anterior, á 355.000.000, distinguiéndose además por un magnífico anillo que le rodea, formando con sus ocho satélites un sistema planetario en miniatura (1); el tercero,

---

(1) El anillo de Saturno ofrece un fenómeno sorprendente y único en su clase, no sólo en nuestro sistema solar, sino en todo el espacio inconmensurable que hasta hoy ha podido explorar el hombre con el telescopio.

Este anillo es una banda enorme que se extiende en torno de Saturno sin tocarle en el sentido del plano de su ecuador, plana, muy ancha y de poco espesor relativamente á las otras dimensiones. Nos podemos representar este planeta con su banda por medio de una naranja rodeada por un anillo de papel de un centímetro de ancho. A 16 leguas asciende su espesor, segun los cálculos de Bond, pero su anchura tiene 11.910 leguas; de modo que la Tierra podría rodar sobre este plano

que en buenas condiciones atmosféricas brilla con luz opaca semejante á la de una estrella de sexta magnitud, á 733.000.000; y Neptuno, el último planeta del sistema, de brillo más tenue todavía, á 1.110.000.000 de leguas del centro del sistema.

Examinemos ahora los movimientos de estos cuerpos planetarios alrededor del Sol, y la fuerza potente que los produce.

Sabido es que la Tierra, masa enorme, atrae á la ma-

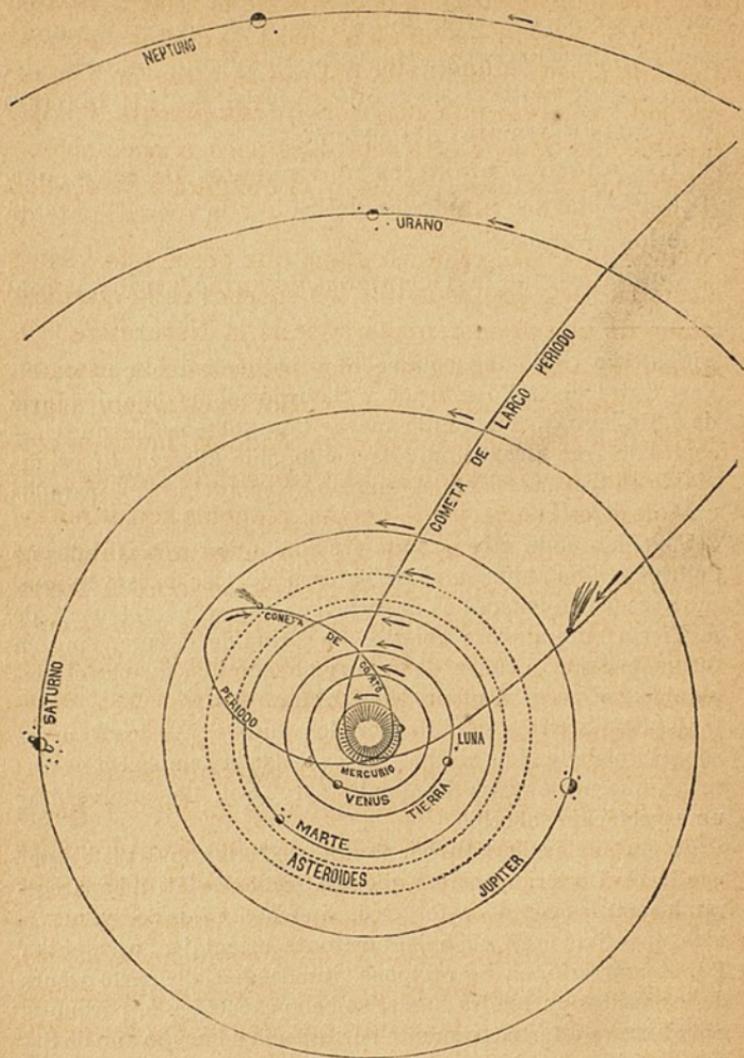
---

gigantesco como una bola sobre el borde de una mesa de billar. Entre el anillo interior y Saturno media una distancia de 9.314 leguas. Este anillo maravilloso, observado con telescopios de gran alcance, no es sencillo, sino *triple*; esto es, dividido en tres partes en el sentido de su anchura, separados unos de otros.

Todo el mundo sabe que un círculo ó una rueda mirados no de frente, sino oblicuamente, parecen óvalos; pues esto mismo sucede con los anillos de Saturno: nunca los vemos desde la Tierra enteramente abiertos en forma de círculo, sino en forma de óvalo, á causa de lo muy oblicuo que avanza el planeta con respecto al plano de su órbita.

El planeta arroja sombra sobre los anillos, y éstos á su vez sobre el planeta. Los anillos, vistos desde el hemisferio de Saturno que mira su faz iluminada por el Sol, deben presentar un espectáculo soberbio.

En el ecuador de Saturno, el anillo exterior no és visible por ocultarlo el interior; pero á unos 45 grados de latitud aparecerán los anillos como vastos arcos ó semicírculos de luz móviles, que dividen el cielo del horizonte oriental al occidental. Por el contrario, en las regiones situadas hácia la parte oscura de los anillos no tendrá lugar ese bello espectáculo, porque el Sol alumbra alternativamente por espacio de medio año de Saturno, ó 15 años de los nuestros, el lado setentrional de los anillos, y luégo el meridional; de suerte que tienen un día de 15 años y una noche de igual duracion.

Fig. 6.<sup>a</sup> — Nuestro sistema planetario.

teria, y que el peso de los cuerpos, es decir, la fuerza con que se dirigen hácia el centro de la Tierra es tanto mayor, cuanto mayor es la masa de dichos cuerpos. Cae un objeto cualquiera porque le atrae la Tierra; arrojada á lo alto una piedra con toda nuestra fuerza, la atraccion de la Tierra retardará poco á poco su ascension, la detendrá, por fin, y la obligará á descender al suelo.

No es la Tierra el único globo que posee esta virtud atractiva: esta propiedad de los cuerpos es la manifestacion de una fuerza misteriosa de la Naturaleza. Se atraen los astros entre sí como se atraen los átomos; mas como en nuestro sistema el Sol es el mayor, claro es que los domina á todos atrayéndolos hácia sí con invencible fuerza, como lo ha demostrado Newton.

Mas si la Tierra y los demás planetas son atraídos constantemente por el Sol, ¿ cómo no se precipitan sobre el astro de fuego, como la piedra cae sobre la Tierra que la atrae? ¿ Cómo giran en sus órbitas y no se confunden todos, abrasándose en la ardiente atmósfera solar? Así sucedería, en efecto, si no hubiese una causa que lo impidiera.

Hagamos un experimento para convencernos.

Atemos una piedra al extremo de un hilo, y hagámosla girar rápidamente como una honda. La piedra describirá un círculo cuyo centro es nuestra mano, que sujeta el otro extremo de la cuerda. Al dar vueltas la piedra, sentimos que tira del hilo como haciendo esfuerzos por romperlo ó escaparse, esfuerzos que aumentan á medida que la hacemos circular más velozmente. Si el hilo se rompe ó le soltamos de pronto, la piedra se escapa con velocidad á gran distancia, marchando

oblicuamente en la direccion del punto del círculo donde se rompió la cuerda.

Todo objeto que circula en el mismo sentido tiende á huir del centro en torno del cual se agita, y á este esfuerzo se llama *fuerza centrífuga*. La Tierra se mueve alrededor del Sol como la piedra alrededor de la mano, y pugna constantemente, en virtud de la fuerza centrífuga, para huir de aquel astro que la aprisiona; mas ¿por qué no lo consigue? ¿Por qué no se escapa la piedra miéntras tenemos la cuerda en la mano? Porque la fuerza de nuestra mano lo impide, del mismo modo que la atraccion del Sol impide que la Tierra huya impulsada por la fuerza centrífuga.

Hay que entenderlo bien. Si hubiera atraccion solamente, contra el Sol se precipitaría la Tierra; mas si la fuerza centrífuga imperase, la Tierra huiría del Sol á través de los cielos.

Estas dos fuerzas, por decirlo así, se combaten; la centrífuga se opone á que la Tierra se aproxime al Sol: la atraccion le impide alejarse del centro que la alumbraba y vivifica. Lanzada la Tierra en la inmensidad y sometida á la poderosa accion de estas dos fuerzas, emprende su camino oblicuamente, y se ve obligada á circular en el espacio, pero sin acercarse y sin alejarse del Sol; y como la ley es general, lo mismo precisamente acontece con los demás planetas.

Por la misma causa los satélites se mueven en torno de los planetas.

La Luna verifica así sus revoluciones periódicas: por la fuerza centrífuga huiría de nosotros perdiéndose en el cielo; pero la Tierra la atrae, la retiene y la conserva en su órbita.

Todos los planetas, pues, lo mismo los más voluminosos que los más pequeños, circulan en torno del Sol en períodos de tiempo más ó menos largos, segun las distancias que los separan de este astro. Los más próximos describen órbitas más pequeñas; los más lejanos órbitas inmensas. Los primeros, que tienen ménos camino que andar y que obedecen á una fuerza más enérgica, se mueven rápidamente; y los segundos, que verifican sus revoluciones á distancias considerables, marchan con más lentitud.

Sometidos á las leyes de la gravitacion universal, prosiguen su marcha eternamente en los cielos, en los espacios vacíos, sin desviarse jamás, sin perderse, como por senda trazada de antemano; el sistema solar entero, como un solo astro, gira tambien, se mueve en los abismos de la eternidad ordenada y uniformemente de Occidente á Oriente, subordinado á la poderosa influencia de la atraccion del Sol, de este astro prodigioso que extiende la vida en torno suyo ejerciendo un poder absoluto y permanente en beneficio de los mundos y de los séres.

Los planetas no se distinguen casi á la simple vista de las estrellas, pues á semejanza de éstas, aparecen como puntos brillantes en la oscura profundidad del cielo. Y sin embargo, entre aquéllos y éstas median diferencias esenciales: las mismas que existen, ni más ni ménos, entre la Tierra y el Sol. Las estrellas se presentan siempre en un mismo lugar del cielo, en una posicion invariable con respecto á nosotros, miéntras que los planetas, á causa de su movimiento propio, mudan de sitio constantemente.

Hoy vemos uno cerca de una estrella conocida, y al-

gunos días despues en otra region distinta, por cuya razon han recibido desde antiguo el nombre de *planetas*, voz griega que significa *astros errantes*.

Con la observacion está de acuerdo la realidad, pues cuando se observan estos astros con telescopios no se descubre en ellos un punto luminoso únicamente, sino un disco considerable tan grande como el de la Luna llena observada á la simple vista. Las estrellas, por el contrario, aparecen en el campo de los más poderosos anteojos como pequeños puntos radiantes, tanto por su constitucion física especial, pues son soles como el nuestro, cuanto por lo distantes que están de la Tierra.

La luz que emiten los planetas parece que parte de un punto pequeñísimo; mas observado este punto con un antejo, le vemos considerablemente aumentado, y entónces toda la luz que recoge el instrumento nos la presenta diluida sobre una superficie más grande, y por lo tanto ménos intensa.

Esto mismo sucede con nuestro satélite la Luna.

La superficie de este astro, que á la simple vista es deslumbradora, examinada con un telescopio se parece á una campiña alumbrada por el Sol. El mismo aspecto ofrecería la Tierra vista desde la Luna: á mayor distancia, desde un planeta cercano, desde Vénus por ejemplo, se distinguiría como una hermosísima estrella de resplandor tranquilo un poco verdoso, flotando en el espacio; y más léjos aún, desde Neptuno, límite hasta hoy de nuestro sistema planetario, ya no sería perceptible nuestro Globo.

La Tierra, pues, es un astro del cielo, un planeta, y no de los más importantes de nuestro sistema solar.

Este Globo que á nosotros nos parece tan inmenso

porque, míseros pigmeos, comparamos nuestra pequeñez con su volúmen; este cuerpo celeste que los antiguos consideraban clavado en los cielos de cristal, de que nos hablan Job y el sistema de Tolomeo; este hermoso Globo, superior á todo, rey de la Creacion, centro del mundo, morada elegida por Dios, segun la filosofía cristiana, para encerrar en ella el misterio de la redencion; este cuerpo colosal que parece formado para que la Naturaleza sea su humilde tributaria, y que ha sido el teatro de luchas sangrientas sostenidas por cien religiones que se dicen reveladas, y que mutuamente se contradicen; esta Tierra tan hermosa, tan llena de encantos y de armonía, está hoy demostrado, merced á medidas exactísimas, á observaciones concluyentes y á experimentos y cálculos matemáticos infalibles, que es un globo pequeño é insignificante, no el centro del Universo, sino el tercer planeta en el órden de distancia al Sol; que es uno de los más pequeños, hasta tal punto que para formar un globo igual al del planeta Júpiter sería necesario reunir 1.400 globos del mismo tamaño que el de la Tierra, así como para formar otro cuerpo tan grande como el Sol se necesitarían, como ya hemos dicho en el capítulo I, 1.400.000 globos terrestres.

Gira sobre su eje en veinticuatro horas de Occidente á Oriente, produciendo en nuestros sentidos la ilusion que padecemos, á causa de este movimiento de rotacion, de que toda la esfera celeste circula en torno nuestro en sentido contrario, esto es, de Oriente á Occidente, en aquel espacio de tiempo. Se sabe tambien que está dotada de un segundo movimiento, que es el de traslacion, en virtud del cual circula alrededor del Sol en un año, ó sean 365 días, con una velocidad de

26.808 leguas por día, sin que nosotros, adheridos como pólipos á su superficie, podamos apreciar en lo más mínimo este rápido é incesante movimiento. En esta marcha eterna, la atmósfera que nos rodea sigue siempre en la misma direccion los movimientos de la Tierra (1).

---

(1) El aire, ó la envolvente atmosférica que se encuentra esparcida alrededor del Globo y le circunda por todas partes, es una combinacion de ciertos gases en los cuales las plantas, los animales y el género humano encuentran la primera condicion de su existencia. Es además el agente de la combustion, de la trasmision del sonido, de la luz y de otros muchos fenómenos que se verifican en sus agitadas regiones.

Los antiguos creían que el aire era uno de los *cuatro elementos* (agua, tierra, aire y fuego); pero como la química moderna ha descubierto que es *elemento ó cuerpo simple* todo aquel que no es susceptible de descomponerse por los medios analíticos de que hoy dispone la ciencia, resulta que la creencia de los antiguos era errónea, por cuanto la atmósfera se halla compuesta de una mezcla de *oxígeno y nitrógeno*, conteniendo de 100 partes en volumen, 21 de oxígeno y 79 de nitrógeno; de *ácido carbónico* en pequeña cantidad, en 1.000 volúmenes de aire, 4 de ácido carbónico; de vapor de agua en proporciones variables segun las estaciones y las localidades, y en partículas imperceptibles de sustancias animales y vegetales.

La altura de esta envolvente aérea aún no se sabe con certeza. Képler fué el primero que intentó medir ópticamente la altura de la atmósfera estudiando la duracion de los crepúsculos; y los físicos modernos, que adoptando este método la han medido, creen que se puede calcular su elevacion en 60 kilómetros, ó poço más ó ménos, en 1/100 del radio de la Tierra. Mas allá de este límite debe haber un aire sumamente enrarecido ó muy ténué, y á una altura más considerable no debe existir otra cosa que el vacío, mansion suprema de los astros.

Muchos filósofos de la antigüedad, y Epicuro especialmente,

· Cuando caminamos en ferro-carril, cuando surcamos en un buque las aguas del Océano, ó suspendidos en la barquilla de un frágil globo aerostático cruzamos la atmósfera como las aves, no tenemos idea alguna de la

admitían como un hecho la materialidad del aire; pero la mayor parte, siguiendo la autoridad de Aristóteles, la negaban en absoluto. Hoy, merced á las determinaciones físicas y mecánicas que se han hecho, se puede calcular el peso total de la atmósfera en 5.000 billones de kilogramos, y segun Dumas puede representarse esta masa enorme de gases por 581.000 cubos de cobre de 1.000 metros de lado cada uno. Bajo este Océano gaseoso nos movemos sobre la Tierra, y como la presión atmosférica es de 1 kilogramo y 33 gramos por centímetro cuadrado, y la superficie del cuerpo de un hombre de estatura regular es de 15.000 centímetros cuadrados, ó metro y medio cuadrado, resulta que cada cual soporta sobre sus hombros el peso colosal de 15.500 kilogramos. Si esta enorme presión no nos aplasta, es porque la experimentamos en todas direcciones y su acción se neutraliza. El peso del aire atmosférico, á pesar de ser tan considerable, es, no obstante, la millonésima parte del peso de la Tierra; pues ésta, á causa de su inmenso volumen de 1.083.000 millones de kilómetros cúbicos, y de su densidad  $5 \frac{1}{2}$  veces mayor que la del agua destilada á la temperatura de 4° sobre cero, pesa 5 cuatrillones, 875.000 trillones de kilogramos.

En la atmósfera las sustancias se trasforman, se condensan y se precipitan en virtud de leyes inviolables; en todas partes conserva la misma esencial composición química, ora se la analice en el valle, ora en la cima de la montaña; es la causa generadora de toda actividad y de todo desarrollo; la base fundamental de nuestra existencia, y la sustancia creadora, en fin, que nos proporciona por medio de la respiración las tres cuartas partes de nuestro alimento, y por su acción constante hace que nuestra sangre renueve sin cesar sus propiedades vitales.

velocidad que nos arrastra, sino, al contrario, nos sentimos en completo reposo, aunque nos impulse una fuerza extraordinaria.

Lo mismo sucede con la Tierra.

Como el tren, como la nave, como el globo aerostático, nos conduce á todos, pobres viajeros de un día, con celeridad vivísima por los espacios celestes, sin tregua, sin descanso, en su infinita carrera.

El tren expreso más veloz, que impulsado por el vapor recorre á lo sumo 25 leguas por hora, es, sin embargo, 1.100 veces más lento que la Tierra marchando; y la rapidez de una bala de cañon, que recorre 400 metros por segundo á su salida de la pieza, es 73 veces más lenta que la vertiginosa con que nuestro Globo circula alrededor del Sol, impulsado por la poderosa ley de la gravitacion universal, arrastrando tras de sí por los espacios, en este movimiento de traslacion, á su satélite la Luna, la cual es 49 veces menor que la Tierra.

Pensar que sobre esta inmensa bola caminamos con tan impetuoso movimiento, circulando y rodando eternamente por el espacio, ¿no es verdaderamente maravilloso?... ¡Qué diferencia entre estos movimientos y las distancias que separan á los astros en el cielo, y los límites estrechos y mezquinos que ántes suponía la ignorancia! ¡Cómo se engrandece el pensamiento ante la inmensidad! ¡Y cómo reaparece la pequeñez de la Tierra con sus quiméricas grandezas, y se anula la miserable ambicion del hombre!

Tales son los movimientos de nuestro decantado Globo, de este pequeño astro tan codiciado por la ambicion de los monarcas y de los conquistadores, el cual,

desde los planetas exteriores Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, se ignora su existencia por completo. ¿Qué será desde las estrellas llamadas fijas? ¡Y á este átomo planetario, á este punto perdido en la inmensidad, se ha querido limitar en otros tiempos la obra gigantesca de la Naturaleza !...

Lo primero que llama la atencion al estudiar los planetas es la gran analogía que existe entre ellos, y muy especialmente entre los que componen el primer grupo.

Aunque difieren en sus volúmenes respectivos, son cuerpos vastísimos formados de materiales macizos, pesados y oscuros como la Tierra; cuerpos donde el telescopio descubre mares y continentes, montañas, colinas y valles extensos. Brillan por la luz que reciben del Sol; giran sobre sus ejes y alrededor de este lumínar, como la Tierra; tienen días y noches de la misma duracion casi que los nuestros, climas y estaciones, y se hallan rodeados sobre todo de agitadísimas atmósferas, destinadas sin duda, como la nuestra, á sostener la vida de infinidad de seres en esos mundos análogos al que habitamos.

Y en efecto: hijos del Sol, emanados de su ardiente atmósfera, los planetas no son extraños entre sí; las mismas fuerzas, las mismas leyes los rigen. Se han formado lentamente en virtud de idénticos procedimientos de evolucion, y con arreglo á sus distancias al Sol, á sus volúmenes, á sus masas y á sus movimientos respectivos; y sus elementos constitutivos, tierras, aguas, gases atmosféricos y demás, son análogos á los terrestres, ó sólo difieren en las proporciones; y esto que la ciencia enseña y que estaba presentido desde antiguo, pone fuera de toda duda que los planetas son mundos

reales como el nuestro, con sus montañas y con sus mares, con sus llanuras y continentes, habitados, segun

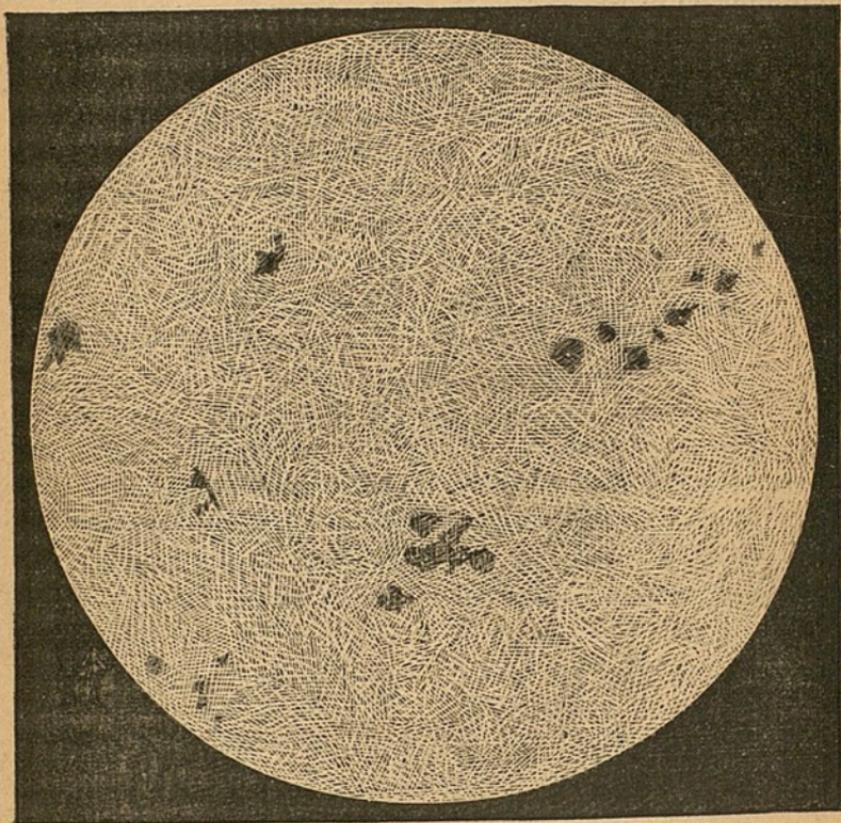


Fig. 7.<sup>a</sup> — El Sol y sus manchas.

todas las probabilidades, por seres racionales é inteligentes.

Teniendo en cuenta las medidas que se han hecho

de todos los planetas de nuestro sistema, y tomando el tamaño de la Tierra por unidad para conocer el de los



Fig. 8<sup>a</sup> — Magnitudes de los planetas comparadas con la del Sol.

demás planetas, resulta que teniendo la Tierra 3.000 leguas de diámetro y 10.000 de circunferencia, el volumen de Mercurio es diez y ocho veces inferior al de

la Tierra, el de Vénus casi idéntico al de nuestro Globo, y el de Marte seis veces y media más pequeño. El volúmen de los planetas mayores varía por completo. El de Júpiter es 1.400 veces más voluminoso que el de la Tierra, el de Saturno 864, el de Urano 75 y el de Neptuno 85 veces mayor.

A pesar de las dimensiones de estos astros, la inmensa importancia del Sol no tiene rival en nuestro sistema.

Esta lumbrera gigantesca excede ella sola en tamaño 700 veces á todos los planetas y satélites reunidos, segun puede apreciarse mejor esta diferencia en las figuras 7.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup>, que representan las magnitudes comparadas del Sol con la de los planetas.

Ahora bien; la inmensa órbita de Neptuno, cuyo diámetro tiene 2.220.000.000 de leguas de longitud, no cierra los dominios ni marca las fronteras de nuestro sistema solar.

## ELEMENTOS DE NUESTRO SISTEMA PLANETARIO

|                            | Tamaños comparados con el de la Tierra | Distancias al Sol      | Duración de sus revoluciones         | Duración de sus rotaciones                  | Número de satélites   |
|----------------------------|----------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Sol.</b> . . . . .      | 1.400.000                              | »                      | »                                    | 25 días y $\frac{1}{4}$ .                   | »                     |
| Planetas Interiores        | { Mercurio. . . . .                    | 15.000.000             | 88 días. . . . .                     | 24 horas y 5 minutos. . . . .               | »                     |
|                            | { Vénus. . . . .                       | 26.000.000             | 7 meses y $\frac{1}{2}$ .            | 23 horas, 21 minutos y 24 segundos. . . . . | »                     |
| <b>La Tierra.</b> . . . .  | »                                      | 37.000.000             | 365 días y $\frac{1}{2}$ .           | 24 horas. . . . .                           | 1                     |
| Marte. . . . .             | 6 $\frac{1}{2}$ veces menor. . . . .   | 56.000.000             | 1 año y 322 días. . . . .            | 24 horas y 39 minutos. . . . .              | 2                     |
| <i>Asteróides.</i> . . . . | Muy pequeños.                          | Entre 80 y 100.000.000 | Entre 3 y 6 años.                    | »                                           | »                     |
| Júpiter. . . . .           | 1.400 veces mayor. . . . .             | 192.000.000            | 11 años, 10 meses y 17 días. . . . . | 10 horas. . . . .                           | 4                     |
| Planetas exteriores        | Saturno. . . . .                       | 355.000.000            | 29 años y 167 días. . . . .          | 10 horas y 14 minutos. . . . .              | 8 y un anillo triple. |
|                            | Urano. . . . .                         | 733.000.000            | 84 años. . . . .                     | Desconocida. . . . .                        | 4                     |
|                            | Neptuno. . . . .                       | 1.110.000.000          | 165 años. . . . .                    | Idem. . . . .                               | 1                     |

La poderosa energía de la atracción del Sol se extiende mucho más allá de la órbita de Neptuno, y por esta razón es probable que uno ó varios planetas circulen alrededor del Sol en el inmenso abismo que separa á Neptuno de las estrellas; pero si la existencia de estos cuerpos no se halla todavía demostrada por la ciencia, hay otros astros que prueban que la fuerza atractiva y magnética del Sol traspasa miles de millares de leguas el espacio ultra-neptuniano (1).

(1) Nuestro sistema solar se encuentra por lo tanto aislado en el espacio, como un pequeño archipiélago perdido en el Océano infinito.

Lo mismo sucede con los demás sistemas estelares: entre unos y otros median tambien distancias semejantes ó mayores á las que hemos indicado, abismos insondables ante los cuales « el espíritu se confunde y la imaginacion se espanta ».

La distancia que separa al Sol de Neptuno, á pesar de ser treinta veces la distancia de la Tierra á aquel luminar, nada significa: aún podríamos recorrer los cielos con el pensamiento, no treinta veces, sino mil, diez mil, cien mil veces el abismo que separa á Neptuno del Sol en todos sentidos alrededor nuestro sin hallar una sola estrella: la más próxima está más léjos todavía. Esta estrella es la *Alfa* de la constelacion del Centauro. Para llegar á ella, segun las investigaciones más exactas y recientes, hay que recorrer una extension 177.815 veces más grande que la que nos separa del Sol, una distancia 177.815 veces 37.000.0000 de leguas.

Estas medidas monstruosas apenas se comprenden, y no obstante, se refieren á la estrella más cercana.

La que le sigue en el orden de distancia es la 61 de la constelacion del Cisne, que está tres veces más léjos, á 592.715 veces la distancia de la Tierra al Sol; las demás se encuentran situadas en regiones más apartadas y remotas.

Es muy difícil formar una idea exacta de estas distancias; mas, ¿ cómo hallaríamos un medio tangible para comprender-

Nos referimos á los cometas, á esos cuerpos extraños y misteriosos que de vez en cuando aparecen en el cielo, llenando de terror á los pueblos con sus largas y pomposas colas.

Estos viajeros celestes, estos nómadas del espacio, son los fenómenos más raros del mundo cósmico.

Unos cuantos, de cortas dimensiones é importancia, pertenecen á nuestro sistema planetario, y describen

---

las? Ya dijimos en el capítulo I que una bala de cañon, que recorre 400 metros por segundo al salir de la pieza, tardaría en llegar al Sol doce años. Pues para llegar á la estrella *Alfa* del Centauro emplearía nada ménos que 2 millones de años.

Este ejemplo da á conocer algo el espantoso valor de la cifra numérica que representa aquella distancia; pero no se comprende bien todavía: son números excesivamente grandes, que superan á todos los que estamos acostumbrados á emplear. ¿De qué otro medio nos valdríamos? Acudamos á la luz, á este veloz mensajero, que recorre 77.000 leguas por segundo. En 8 minutos y 13 segundos llega la luz desde el Sol á nosotros; en 40 minutos vuela desde Júpiter, y en 4 horas si parte desde Neptuno. En vista de esto, ¿cuánto invertiría desde la estrella *Alfa* del Centauro? Tres años y ocho meses. ¡Tres años y ocho meses de camino con una velocidad constante de 77.000 leguas por segundo! Y se trata, no lo olvidemos, de la estrella más inmediata á la Tierra. Entre las que se encuentran en este caso hay otra, la más hermosa del cielo, que dista de nosotros 896.804 veces más que el Sol, tardando su brillante luz en atravesar el espacio que de ella nos separa 22 años. Esta estrella es Sirio.

La Naturaleza es tan grande en sus obras, que no se reduce á esto cuanto pudiéramos decir sobre este asunto tan importante.

La estrella polar, que con cariñosa mirada y constante solicitud guía los pasos del hombre sobre la Tierra, es también

periódicamente sus órbitas más ó ménos considerables, alrededor del Sol; y otros, imponentes y magníficos,

una de las más cercanas al Globo terrestre. Su luz tarda en llegar aquí más que la de Sirio. El rayo que nos envía esta noche, el 30 de Julio de 1882, partió de dicha estrella en 1832, mu-

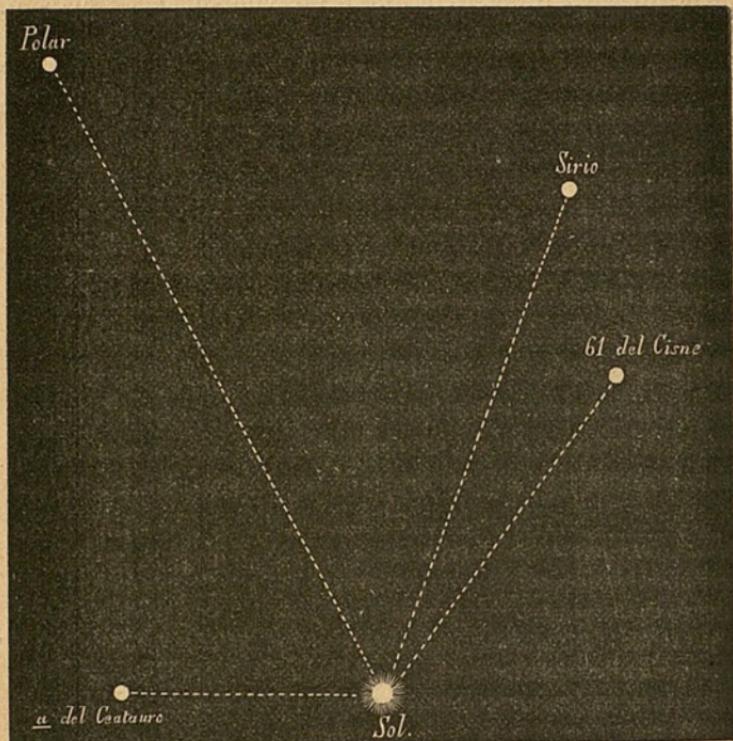


Fig. 9.<sup>a</sup> — Las estrellas más próximas á nuestro Sol.

cho ántes quizá de que nacieran algunos de nuestros lectores; y si se apagase en el momento en que trazamos estas líneas,

vienen de las profundidades del espacio, atraviesan en todas direcciones nuestro sistema, flanquean las cercanías del astro central con una velocidad extraordinaria, salen luego por la parte opuesta con una rapidez que se va moderando gradualmente, menguando entonces sus magnitudes y su brillo; y tanto se apartan de nosotros, tan lejos se van, que no vuelven en millares de años, ó no vuelven nunca, continuando su viaje en el Universo quizá de sol en sol, de sistema en sistema planetario, como creía Laplace.

Todo es maravilloso y excepcional en estos astros vagabundos, en estas creaciones sin centros fijos.

Tan pronto ostentan llenas de luz sus hermosas colas, que suelen tener millones de leguas de extension, como las presentan pálidas, opacas y de dimensiones reducidas; otros aparecen sin señal alguna de esos soberbios apéndices; muchos se exhiben en forma de aba-

---

seguiría alumbrando, sin embargo, y no se notaría su falta desde la Tierra hasta el año de 1932.

Estrellas hay tan distantes que aún su luz necesita ciento, doscientos años para llegar á nuestro planeta; y tan remotas, tan sepultadas están otras en la extension sin límites de los cielos, como las que apiñadas brillan en la Vía-láctea, que sus rayos luminosos deben emplear mil, dos mil, diez mil años, y aún más, en herir nuestra retina. ¿Pero qué tiene esto de extraño, cuando existen nebulosas ó grupos de estrellas á distancias tan espantosas que en recorrerlas ha debido invertir la luz millones de años? ¿Qué debemos pensar, en vista de esto, de la extension de los cielos? ¿Qué variedad tan infinita en el Universo, y cuán admirables son sus fenómenos! Cuando pensamos en el Universo infinito, en los millones de billones de soles y de planetas que lo pueblan, ¿cómo nuestra imaginacion se exalta, cómo se engrandece nuestra inteligencia!

nico; y todos, en fin, unos más y otros ménos, afectan figuras caprichosas á lo sumo, pero de tal magnificencia, que ofrecen á la contemplacion humana el espectáculo más curioso é interesante de los cielos.

Dignos de admiracion son los cometas bajo cualquier punto de vista que se los juzgue; pero, ¿qué son estos astros? ¿Cuál es su destino en la mecánica celeste? ¿Qué analogía, qué semejanza tienen con los planetas? Ninguna absolutamente. Mientras que los planetas son globos sólidos, densos, opacos y pesados, los cometas son cuerpos vaporosos, ligeros, luminosos y transparentes, formados de gases más ténues que el aire que respiramos; son aglomeraciones de materias cósmicas, inmensas nubes diáfanas, constituidas generalmente de vapores de carbono — elemento indispensable á la vida — que flotan en los cielos sometidas á la influencia de la atraccion universal, á la manera que flotan las nubes en las altas regiones de nuestra atmósfera.

SATÉLITES DE LOS PLANETAS

| Planetas que tienen satélites | Núm. de satélites | Sus nombres         | Distancias en leguas que los separan de sus respectivos planetas | Astrónomos que los han descubierto | Día, mes, año y lugar del descubrimiento       |
|-------------------------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|
| La Tierra . . .               | 1                 | La Luna . . .       | 96.000                                                           | »                                  | »                                              |
| Marte . . . . .               | 1                 | Fobos . . . . .     | 1.512                                                            | Assph Hall . . . . .               | 17 de Agosto de 1877, en Washington.           |
| Júpiter . . . . .             | 2                 | Deimos . . . . .    | 5.029                                                            | Idem . . . . .                     | 11 de id. id., en id.                          |
|                               | 1                 | Io . . . . .        | 107.500                                                          | Galileo . . . . .                  | 7 de Enero de 1610, en Pádua.                  |
|                               | 2                 | Europa . . . . .    | 170.500                                                          | Idem . . . . .                     | Id. de id. id., en id.                         |
|                               | 3                 | Ganimedes . . . . . | 270.000                                                          | Idem . . . . .                     | Id. de id. id., en id.                         |
|                               | 4                 | Callisto . . . . .  | 478.500                                                          | Idem . . . . .                     | 13 de Enero de 1610, en id.                    |
| Saturno . . . . .             | 1                 | Mimas . . . . .     | 51.750                                                           | Guillermo Herschel . . . . .       | 17 de Setiembre de 1789, en Slough.            |
|                               | 2                 | Encélado . . . . .  | 66.400                                                           | Idem . . . . .                     | 28 de Agosto de 1789, en id.                   |
|                               | 3                 | Tétis . . . . .     | 82.200                                                           | Domingo Cassini . . . . .          | 28 de Marzo de 1789, en París.                 |
|                               | 4                 | Dione . . . . .     | 105.300                                                          | Idem . . . . .                     | Id. de id. id., en id.                         |
|                               | 5                 | Rhea . . . . .      | 147.100                                                          | Idem . . . . .                     | 23 de Dic. de 1672, en París.                  |
|                               | 6                 | Titan . . . . .     | 341.000                                                          | Huygens . . . . .                  | 25 de Marzo de 1655.                           |
|                               | 7                 | Hyperion . . . . .  | 412.000                                                          | Bond . . . . .                     | 16 de Setiembre de 1848, en Cambridge (E. U.). |
| Urano . . . . .               | 8                 | Jafet . . . . .     | 991.000                                                          | Domingo Cassini . . . . .          | 16 de Octubre de 1671, en París.               |
|                               | 1                 | Ariel . . . . .     | 49.000                                                           | Lassell . . . . .                  | 24 de id. de 1851, en Starfield.               |
|                               | 2                 | Umbriel . . . . .   | 69.000                                                           | Idem . . . . .                     | Id. de id. id., en id.                         |
|                               | 3                 | Titania . . . . .   | 112.500                                                          | Guillermo Herschel . . . . .       | 11 de Enero de 1787, en Slough.                |
|                               | 4                 | Oberon . . . . .    | 150.000                                                          | Idem . . . . .                     | Id. de id. id., en id.                         |
| Neptuno . . . . .             | 1                 | »                   | 100.000                                                          | Lassell . . . . .                  | 10 de Octubre de 1846, en Starfield.           |

El problema que presentan los cometas á la ciencia, es de una utilidad notoria. Mensajeros de las profundidades de lo infinito, envueltos en el torbellino de nuestro sistema por la atraccion solar, acaso tengan la mision estos gigantescos depósitos de carbono de difundir la vida por los otros mundos; y, ¡quién sabe si estos astros de tan misterioso destino encierran el secreto cosmogónico de la luz zodiacal, de las estrellas fugaces, de los bólidos, y por lo tanto de los aerolitos, de estas piedras meteóricas, que, al caer sobre la Tierra de las regiones siderales, nos traen las sustancias químicas de los cuerpos celestes!...

---

## III

Conocimiento de los antiguos sobre el planeta Vénus. — Su volúmen, su distancia al Sol, sus movimientos y sus fases. — Sus climas y estaciones y demás fenómenos que ofrece este planeta. — Su analogía con nuestro Globo. — La Tierra vista desde Vénus.

Todos los astros que constituyen nuestro sistema solar se distinguen por alguna peculiaridad, y son notables bajo muchos conceptos; pero el más célebre en los fastos de la Astronomía es el planeta Vénus, la dulce estrella del pastor, el astro cantado por todos los poetas, y consagrado por la mitología antigua á la encantadora diosa de la hermosura y del amor.

Hermano gemelo de la Tierra, dotado de las mismas dimensiones, casi del mismo peso, de la misma duracion del día y de la noche, del mismo aire respirable y de todos los elementos astronómicos y físicos que constituyen la vida sobre nuestro Globo, justo es que nos detengamos ya en esa tierra vecina, en esa morada esplendente, toda vez que nos sirve de base fundamental para hacer el estudio astronómico que tenemos hoy la satisfaccion de ofrecer al público.

Vénus es el astro más brillante de nuestro cielo estrellado, y ha sido el primer planeta que han sabido distinguir los pueblos antiguos entre todos los cuerpos celestes.

Objeto de adoracion y culto, se le erigieron altares como al Sol y á la Luna en los primeros albores de la civilizacion, y ha sido designado con diferentes nombres, alusivos todos á su brillantez y á su belleza. Los indios le dieron el nombre de *Sukra*, la brillante; los árabes *Zohra*, esplendor del firmamento; y es el único astro de quien hace mencion la Biblia en el libro de Isafas, cap. XIV, vers. 12.

Hesiodo habla tambien de la brillantez de Vénus, y el divino Homero, en el libro XXII de la *Ilíada*, hace de este planeta los mayores elogios, y dice que es el más hermoso de todos los astros.

Si hubiéramos de dar crédito á la tradicion, sería necesario admitir un fenómeno extraordinario ocurrido en Vénus en los tiempos antiguos.

San Agustin, en su *Ciudad de Dios*, lib. XXI, capítulo VIII, refiriéndose á Varron, dice que Cástor el Rodio dejó escrita la descripcion de un prodigio admirable operado en Vénus, en virtud del cual este planeta había cambiado de color, de tamaño, de figura y de direccion en su movimiento. Este suceso, que no tiene semejante en la historia de la ciencia, debió ocurrir en tiempo del rey Ogyges, diez y ocho siglos ántes de la Era cristiana; y aunque no tiene razon de ser, especialmente en lo que se refiere al cambio de direccion, fué sostenido por Adrasto, Cyciceno y Dion.

Hevelio ha tratado de explicar la tradicion de estos cambios de Vénus, recurriendo primero al fenómeno

de la refraccion atmosférica, y despues á un cambio verificado en la atmósfera de aquel planeta ; pero sus esfuerzos para dar una explicacion plausible á la tradicion han sido inútiles, pues la refraccion atmosférica ó el cambio de la atmósfera de Vénus podrían acreditar, á lo sumo, la variacion del color del astro, pero nunca el cambio de forma ni el de direccion en su carrera.

Fréret, en vista de esto, niega el hecho citado por San Agustin, y afirmado por Cástor el Rodio, y dice que puede explicarse aquel acontecimiento admitiendo que un cometa se presentó por la tarde en el ocaso, algunos días despues que Vénus había desaparecido entre los rayos del Sol, al cual se le confundió con el mismo planeta Vénus, atribuyendo á éste los aspectos más ó ménos caprichosos del cometa.

Vénus se distingue en el cielo como una estrella de las más brillantes, ora por la tarde al Occidente despues de puesto el Sol, ora por la mañana al Oriente, embelleciendo el alba con sus vivos reflejos, semejante á un sol en miniatura.

Por esta razon creyeron los antiguos que eran dos estrellas distintas, y llamaron *Lucifer*, porta-luz, á la que veían en los albores de la aurora, y *Vesper*, estrella de la tarde, á la que divisaban despues de puesto el Sol. Esta creencia subsistió mucho tiempo, hasta que una larga série de observaciones comprobó que las estrellas matutina y vespertina no eran sino un solo astro con apariciones sucesivas. Pitágoras parece que fué el primero que cinco siglos ántes de la Era cristiana reconoció este hecho importante, aunque Favorinus atribuye este descubrimiento á Parménides, que vivió siglo y medio despues.

La luz que nos envía Vénus sólo es 1.000 veces más débil que la de la Luna llena, y en ocasiones no sólo proyecta sombra, sino que permite ver á este planeta de día claro á la simple vista. Este fenómeno, que se repite con corta diferencia cada ocho años, ha sido observado en varias épocas, y recientemente en 1857, en 1868 y en la primavera de 1876. ¡Qué fuerza luminosa tan potente la del Sol, cuando un simple reflejo de sus rayos es suficiente para producir estos juegos admirables de luz!

Vénus, como hemos dicho, gira alrededor del Sol á la distancia de 26.000.000 de leguas en una órbita, casi circular interior á la de la Tierra, de 168.000.000 de leguas de extension, la cual recorre en 224 días—siete meses y medio—caminando con una velocidad de 750.000 leguas diarias, ó sean casi 9 leguas por segundo.

El movimiento de rotacion de Vénus sobre su eje es muy apreciable desde la Tierra, á causa de la claridad del planeta y de las manchas irregulares que ofrece su superficie. En 1666 Cassini fijó la rotacion de Vénus en  $23^{\text{h}} 15'$ ; Bianchini, en 1726, en  $23^{\text{h}} 22'$ ; Schroeter, á fines del siglo pasado, en  $23^{\text{h}} 21'$ ; pero una observacion más minuciosa y atenta del planeta, hecha en 1841 por el P. Vico, permitió á este hábil astrónomo determinar definitivamente el movimiento de rotacion de ese mundo en  $23^{\text{h}} 21' 24''$  (23 horas, 21 minutos 24 segundos), siendo por consiguiente la duracion del día y de la noche en ese planeta casi la misma que en en nuestro Globo, con la sola diferencia de 35 minutos ménos.

En las regiones ecuatoriales de Vénus, como en las

de la Tierra, los días son iguales á las noches durante todo el año, siendo allí constantemente de  $11^{\text{h}} 40'$ ; pero en todas las demás latitudes esta duracion varía considerablemente, con arreglo á las estaciones, como sucede en nuestro Globo. El Sol, visto desde Vénus, tiene un diámetro un tercio más grande que visto desde la Tierra; y su disco aparente, al cual corresponde su fuerza calorífica y luminosa, es mayor que el de nuestro Sol en la proporcion de 16 á 9.

El volúmen de Vénus, segun las medidas micrométricas hechas en el Observatorio de París y consignadas en el *Annuaire du Bureau des longitudes*, es al de la Tierra como 957 es á 1.000; segun Roberto Main, astrónomo de Greenwich, como 1,070 es á 1.000. Entre los dos planetas no hay más que una pequeña diferencia á favor de la Tierra. El diámetro de Vénus es de 3.000 leguas y su circunferencia de 9.500, miéntras que el diámetro de la Tierra tiene 3.184 leguas y 10.000 de circunferencia. Vénus, pues, es el planeta de nuestro sistema que tiene más semejanza con el nuestro.

El aplanamiento de sus polos es un poco más considerable que el de la Tierra, hallándose en la proporcion de  $\frac{1}{260}$ , segun las medidas hechas por el teniente coronel Tennant en 1874 durante el pasaje de Vénus, con ayuda de un magnífico micrómetro de doble imagen. Este planeta pesa un poco ménos que la Tierra; su densidad es casi igual á la de los materiales constitutivos del Globo terrestre, y la pesantez en su superficie es más débil en aquel astro.

A causa de su movimiento propio vemos pasar á Vénus, como á Mercurio, del uno al otro lado del Sol, como en *a* y *c* (fig. 10), pero separándose mucho más

que Mercurio, por ser su órbita superior á la de éste. Cuando se halla á su mayor distancia de la Tierra, es decir, detras del Sol en el punto *d*, dista de nosotros todo lo ancho de su órbita, más la distancia de su órbita á la de la Tierra, lo que arroja más de 62.000.000 de leguas; y cuando se encuentra á su menor distancia, esto es, entre el Sol y la Tierra, en el punto *b*, no dista de nosotros sino 10.000.000 de leguas.

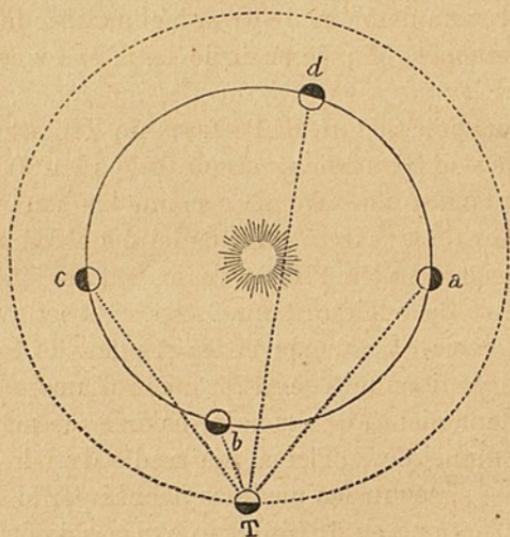


Fig. 10. — Las fases de Vénus, producidas por las diversas posiciones de este planeta en su órbita respecto del Sol y de la Tierra.

En vista de esto, se comprenderá fácilmente que ese astro deberá presentarnos unas veces su hemisferio alumbrado por el Sol y otras su hemisferio oscuro, ó

bien una parte del uno y del otro, y por lo tanto mostrarnos, como Mercurio, fases correspondientes á los ángulos que forma con el Sol y la Tierra. El diámetro de Vénus con estas diferentes posiciones de su órbita varía considerablemente, apareciendo mayor, como es natural, cuando está cerca y menor cuando está léjos.

Estas fases no son perceptibles á la simple vista á causa de la pequeñez á que se halla reducido para nosotros el disco del planeta. Galileo hizo este importante descubrimiento en 1610 con el auxilio de su famoso telescopio, el primero que exploró los espacios siderales.

Al descubrimiento de las fases de Vénus siguió bien pronto el de las montañas de este planeta, muchas de las cuales son tan altas como las terrestres.

Lahire, observando á Vénus de día cerca de su conjuncion inferior en 1700, notó en la parte interior del creciente desigualdades que no podían ser producidas sino por montañas más altas que las de la Luna; y Bianchini descubrió en 1726, hácia el medio del planeta, siete manchas que consideró como otros tantos mares, comunicados entre sí por medio de estrechos. Vió tambien siete ú ocho partes separadas del contorno de estos mares, considerándolos como otros tantos promontorios. Dió nombre á estos mares, estrechos y promontorios, y trazó la geografia de Vénus, como Hevelio había trazado ántes la geografia de la Luna.

Estos fenómenos están hoy plenamente comprobados por muchas y muy exactas observaciones, y así está fuera de toda duda que Vénus tiene montañas, algunas tan altas como las de nuestro Globo.

Los climas de Vénus son más calurosos en su ecua-

dor y más fríos en sus polos; y de la inclinacion de su eje de rotacion, que es de 55 grados (1), resultan sus estaciones como en la Tierra, sin más diferencia que, como su órbita es menor que la nuestra, y el planeta además marcha con más velocidad, su año, ó el tiempo de su revolucion, dura solamente siete meses y medio, en lugar de los doce que forman nuestros años. Las estaciones de Vénus son más intensas y breves que las nuestras: sólo duran cada una 56 días.

Acerca de la extraordinaria inclinacion con que gira el mundo de Vénus sobre su órbita, dice Mr. Babinet lo siguiente:

«Si tomamos la Tierra por término de comparacion, veremos que el Sol llega en verano hasta encontrarse encima de Syena en Egipto, ó de Cuba en América. Pues bien: por lo que respecta á Vénus, la oblicuidad es tal que el Sol en verano alcanza latitudes más elevadas que las de Bélgica y aún que las de Holanda: 55 grados; resultando de esto que los dos polos, expuestos alternativamente á un Sol casi vertical y que no se pone (sucediendo esto en ménos de cuatro meses de diferen-

---

(1) Esta inclinacion del eje de rotacion de Vénus, es dos veces mayor que la nuestra. Para formarnos una idea exacta de esta inclinacion, tomemos un globo terrestre é inclinémolo de la misma manera, y así nos daremos cuenta de los climas y de las estaciones de aquel planeta vecino. En este caso se verá fácilmente que la zona tórrida se extiende hasta la zona glacial, y que, recíprocamente, la zona placial se extiende hasta la zona tórrida, de tal suerte que no da lugar para la zona templada. En Vénus, pues, no hay ningun clima templado: no hay más que latitudes tropicales y árticas, las cuales pasan sin transicion de los ardores del estío á los helados fríos del invierno.

cia, pues el año de este planeta no llega á ocho meses), no pueden dejar que se acumulen las nieves y los hielos. Las nieves se derriten allí súbitamente, y la primavera pasa como un sueño. No hay zonas templadas: la zona tórrida y la zona glacial, invadiéndose mutuamente, reinan alternando en las regiones que componen las dos zonas templadas en nuestro planeta. De aquí provienen las agitaciones atmosféricas constantemente sostenidas, y que, por lo demás, están conformes con lo que la observacion nos enseña acerca de la difícil visibilidad de los continentes de Vénus á través del velo de su atmósfera, atormentada sin cesar por las tan rápidas variaciones de la altura del Sol, y por los transportes de aire y de humedad, debidos á la influencia del excesivo ardor de los rayos de este astro.»

Bernardin de Saint-Pierre, enlazando estéticamente la poesía con la ciencia, hace una brillante descripción de Vénus en sus *Armonías de la Naturaleza*, representando á este planeta como una bella tierra tropical semejante á la Isla de Francia, que de una manera tan encantadora é inspirada supo describir en su famosa obra *Pablo y Virginia*.

Las observaciones telescópicas y los estudios espectrales que continuamente se hacen en Vénus, acreditan cada vez más la completa analogía de ambos planetas y la identidad de sus destinos en el Cósmos; y bajo este punto de vista, es muy probable que Vénus tenga habitantes organizados convenientemente, con arreglo á las condiciones físicas del planeta.

Admitamos por un momento que tales séres existen y que reflexionan como nosotros, y que, como nosotros, contemplan las maravillas del cielo.

Entre estos astros uno especialmente llamará su atención por sus dimensiones y por su brillo, al cual verán flotar en el espacio como una estrella de las más hermosas y esplendentes: este astro es la Tierra. ¿Estudiarán el aspecto de nuestro Globo? ¿Calcularán su peso y su volúmen? ¿Nos observarán con instrumentos ópticos parecidos á los nuestros? ¿Con qué nombres mitológicos nos designarán?... ¡Quién sabe! Acaso discutirán también acerca de si este planeta es habitable, y forjarán mil hipótesis ingeniosas. Quizá nos consideren más dichosos de lo que somos en realidad, y se formen de esta pobre morada una idea más grande y elevada de la que nosotros tenemos formada de ellos.

Acaso juzguen á nuestro Globo como un espejo del cielo, donde no se padece sed ni hambre; donde el hombre no es enemigo del hombre, ni es necesario á las naciones conservar las leyes y el tan decantado orden social sobre las puntas de las bayonetas; donde no existe el monstruo horrible y sangriento de la guerra, ni la farsa asquerosa de la política, causa constante de perturbacion social y semillero de crímenes; donde no es posible que la humanidad se despedace entre sí por una cuarta de terreno ó por *habilidades* diplomáticas; un Globo, en fin, donde no impera la ignorancia, ni el fanatismo de las religiones, ni la tiranía de los reyes... ¡Ah! Si piensan de este modo, si nos creen tan perfectos moral y socialmente considerados, ¡cuán léjos se hallan de la verdad! ¡Y qué desengaño tan grande sufrirían si nos contemplaran de cerca, y vieran lo pequeños que somos, y en el sucio lodo en que nos revolcamos!...

---

## IV

Importancia de Vénus en la historia de la Astronomía desde el siglo XVII. — La paralaje del Sol. — Las Comisiones científicas que observaron el paso de Vénus en 1874. — Causa y datos históricos de este gran fenómeno. — Su periodicidad. — Cuadro de los pasajes, desde el primero que se observó en 1631, hasta el que se observará el 14 de Junio del año 2984.

Vénus, tan notable por sus raras y especiales particularidades físicas, lo es mucho más por su importancia en la historia de la Astronomía de dos siglos á esta parte.

Así como las observaciones del planeta Marte sirvieron á Képler para formular sus tres famosas leyes del movimiento elíptico de los planetas, del mismo modo la observacion de los pasos de Mercurio ante el disco del Sol sirvió al célebre Halley para comprender toda su trascendencia científica, y predijo á los futuros astrónomos que este fenómeno, convenientemente observado en Vénus, sería muy útil para la ciencia.

La prediccion del gran astrónomo inglés se ha cumplido en nuestros días; pero como la explicacion de ese fenómeno celeste, su importancia científica y la utilidad

práctica que reporta á la ciencia es objeto de nuestro modestísimo trabajo, tenemos que exponer detalladamente todo lo que se refiera á este trascendental asunto, pues los pasos ó tránsitos de Vénus, no sólo permiten determinar la constitucion física de este planeta, sino la paralaje (1) del Sol, y en su virtud la distancia que lo separa de la Tierra, y conocer por consiguiente, con datos seguros, las mútuas distancias de todos los astros de nuestro sistema planetario.

Como su utilidad es tan grande y su verificacion tan tardía, pues apénas tienen lugar dos veces en un siglo, los Gobiernos de Europa y de América contribuyeron en el último pasaje, ocurrido el 8 de Diciembre de 1874, al progreso de la ciencia, enviando al efecto Comisio-

---

(1) El conocimiento exacto de la paralaje de los cuerpos celestes, es uno de los estudios más fundamentales de la Astronomía. En la teoría de este método de observacion fundan la geometría y la trigonometría sus cálculos y las aplicaciones de sus principios para medir distancias inaccesibles. Se da el nombre de *paralaje* á la diferencia de aspecto entre el lugar del cielo en que aparece un astro visto desde la superficie de la Tierra, y el lugar en que se le vería si se le observara desde el centro de la misma.

Para medir la distancia que separa la Tierra del Sol, se sitúan dos observadores en las extremidades de una cuerda del Globo terrestre, y observan los dos puntos en que Vénus, visto desde cada una de estas estaciones, se proyecta al mismo tiempo sobre el disco solar. Esta medida da la amplitud del ángulo formado por las dos líneas que, partiendo de las dos estaciones, van á cruzarse sobre Vénus para caer, en un ángulo opuesto igual al primero, sobre el Sol. La medida de este ángulo, comparada con la distancia que separa los dos observadores terrestres, da la paralaje del Sol, y por ella se obtiene la distancia que nos separa de este astro.

nes científicas á distintos puntos del Globo, en donde fué visible la totalidad del tránsito.

La Asamblea francesa votó la suma de 300.000 francos para los gastos de la expedición; los Estados-Unidos facilitaron 150.000 dollars, y lo mismo hicieron los Gobiernos de Rusia, de Inglaterra, de Alemania, de Italia, de Dinamarca, de Suiza y de las demás naciones, ménos el de España, que nada celoso por la causa del progreso, como todos los que desgraciadamente vienen rigiendo los destinos de esta pobre nación de mucho tiempo á esta parte, no quiso arbitrar recursos para tan laudable empresa, ni enviar á quien nos hubiera podi-

---

Para comprender mejor la teoría de la paralaje, supongamos dos observadores situados en dos puntos distintos, dirigiendo sus miradas á una elevada torre que se destaque léjos sobre el horizonte. Cada observador la verá en un sitio diferente, y esta diferencia será tanto mayor cuanto más considerable sea la distancia que los separe. Ahora bien: refiriendo la posición de la torre á la que tenga una casa que aislada, se distinga bien sobre el terreno, verá la torre un observador á izquierda y otro á la derecha de esta casa. La diferencia entre las dos direcciones observadas será la paralaje de la torre; y conociendo de antemano la longitud de la base de operación ó el intervalo entre los dos puntos de observación, será fácil determinar la distancia que separa á la torre de los observadores. Este método es el mismo que se emplea para medir las distancias celestes, bien se trate de la Luna, del Sol ó de los planetas y nadie podrá negar ni poner en duda la exactitud de los principios en que se funda sin dar una idea triste y mezquina de su cultura. «La noción de lo infinito, dice M. Laugel, no ha podido cambiar nunca; pero el mundo parece en realidad más grande al hombre, desde que ha calculado mejor sus dimensiones, y ha penetrado más profundamente en los espacios celestes que le rodean.»

do representar dignamente en esa ocasion tan oportuna para el progreso de la ciencia, poniéndonos una vez más en ridículo ante el mundo civilizado, que contempla atónito nuestra indiferencia y nuestra apatía en todo cuanto se refiere al movimiento científico moderno. ¡Triste condicion la de nuestra patria, alejada siempre de la verdadera senda del progreso, y atenta sólo á sus interminables y torpes luchas políticas, que aquí todo lo absorben y esterilizan, agotando los elementos de vida de esta pobre nacion!

La Academia de Ciencias de París nombró una Comision presidida por Mr. Dumas, el eminente químico.

Gracias al importante crédito votado por la Asamblea Nacional, esta Comision pudo mandar construir instrumentos de gran valor y precision, y enviar con instrucciones muy detalladas y con extensos programas á Mr. Bouquet de la Grye, á la isla Campbell; al capitán Mouchez, hoy director del Observatorio de París, á la isla de San Pablo; á Mr. Andre, á Noumea; al teniente de navío, Mr. Fleuriáis, á Pekin; á Mr. Heraud, á Conchinchina; y á Mr. Janssen, el célebre espectroscopista, al Japon. Este último, acompañado de los señores Tisserand, Picard y Delacroix, pudo aplicar su gran método para observar el fenómeno en dos estaciones distintas: en Kobé y en Nagasaki.

Al mismo tiempo que los astrónomos franceses observaban el paso de Vénus en siete estaciones diferentes, Inglaterra enviaba con el mismo objeto veinte observadores á la India, al Egipto, á Persia, á China, al Japon, al Cabo de Buena-Esperanza, á Java y á las Islas Sandwich. Los americanos estaban diseminados en Siberia, en China, en el Japon, en Nueva Zelanda, en

las Islas Chatam, en Kerguelen y en Tasmania. Italia y Holanda enviaron sus observadores á varias estaciones, estableciéndose los italianos en Bengala. Alemania estaba representada en Persia, en Egipto, en China, en Nueva Zelanda, y en las Islas Auckland, Kerguelen y Mauricio. Rusia tenía estacionados sus astrónomos á lo largo de su inmenso territorio, y tambien en Siberia y en el Estrecho de Behering. Así, en aquel memorable día la Tierra estaba ocupada, en todo el hemisferio alumbrado por el Sol, por una falange numerosa de observadores que espian el pasaje del disco negro de Vénus sobre el refulgente disco del luminar del día. Una sola expedicion se hizo por cuenta particular: lord Lindsay, ilustre astrónomo y opulento capitalista, tuvo esta honra, estableciéndose con vários astrónomos en la isla Mauricio.

Numerosas é importantes observaciones se hicieron por estos ilustres astrónomos, y segun el *Boletin de la Sociedad Astronómica de Lóndres*, se obtuvieron en veinticuatro estaciones 3.440 pruebas fotográficas de los distintos aspectos que ofreció el fenómeno, siguiendo en muchas de ellas el método de Janssen. En una comunicacion dirigida por Mr. Dumas al ministro de Instruccion pública, decía que las expediciones francesas tuvieron suerte, toda vez que las observaciones efectuadas con anteojos de más fuerza que los usados por otras Comisiones las hicieron más dignas de confianza, habiendo obtenido 1.000 pruebas fotográficas por lo ménos en condiciones excelentes de precision y claridad.

Trascendentales son por su utilidad estos acontecimientos científicos; pero, bajo el punto de vista pura-

mente astronómico, el objeto principal que se proponen los astrónomos es determinar con exactitud, como hemos manifestado, la verdadera distancia de la Tierra al Sol, distancia que en el último pasaje de Vénus, acaecido el 8 de Diciembre de 1874, se dedujo de la paralaje  $8'',8$  (8 segundos y 8 décimos de segundo de grado), que da los 37.000.000 de leguas en que se evalúa generalmente.

Expliquemos la causa y tracemos la historia de este gran fenómeno.

Vénus, en virtud de su movimiento de traslación, se interpone cada 584 días entre la Tierra y el Sol; pero si la gran elipse que describe alrededor de este astro estuviese en el mismo plano de la eclíptica ú órbita de la Tierra, los pasos de Vénus serían más frecuentes y se verificarían cada vez que Vénus pasase entre la Tierra y el Sol, es decir, cada 584 días; pero estando el plano de la órbita de Vénus inclinado sobre la eclíptica  $3^{\circ} 23' 30''$ , resulta que estos pasos no pueden verificarse por caer Vénus en estas ocasiones fuera del Sol; de manera que no se proyecta sobre su brillante disco y permanece invisible para nosotros por ofuscarlo la luz del astro central.

Para que Vénus pase precisamente por delante del Sol y le veamos, es necesario que se coloque en una misma línea recta entre aquel astro y la Tierra, como sucede con los eclipses del Sol y de la Luna. En este caso, Vénus y nuestro planeta describen arcos casi paralelos con velocidades muy semejantes, y entónces se proyecta Vénus sobre el disco solar como una mancha perfectamente redonda que lo atraviesa de una parte á otra en la dirección de Este á Oeste. Si Vénus atravie-

sa el cuerpo del Sol por el centro, la duracion del tránsito es de ocho horas ménos seis ú ocho minutos; mas si la proyeccion sobre el disco del Sol no fuese por una línea central, sino por otra línea más ó ménos apartada de los puntos centrales, durará el pasaje ménos tiempo.

El mayor ó menor espacio entre las diversas cuerdas, la longitud de éstas y la duracion de tiempo en describirlas el planeta, dependen esencialmente de la diferencia de posicion de los dos astros con respecto á los diferentes espectadores colocados en diversos lugares, es decir, de las diferencias de las paralajes. En vista de esto, y teniendo en cuenta la gran proximidad de Vénus, que en estas ocasiones se halla dos veces y media más cerca de nosotros que el Sol, se comprenderá fácilmente que es un medio poderoso el que ofrece la Naturaleza con los tránsitos de Vénus, y el más exacto para apreciar la paralaje del Sol.

Para obtener este resultado hay que determinar con toda precision la anchura comprendida entre las hue llas aparentes extremas del centro de Vénus, atravesando el disco solar, desde su entrada por un lado hasta su salida por el otro. Así, toda la atencion de los astrónomos se reduce en esas ocasiones á fijar con todo el cuidado y con toda la exactitud posible, cada uno en su estacion respectiva, por qué parte del disco solar entra el planeta y por dónde sale, y el segmento que del mismo disco corta el planeta.

Uno de los medios más preciosos para conseguir esto cuando se poseen buenos micrómetros, esto es, buenos instrumentos para tomar las medidas con exactitud, es notar el tiempo que dura todo el paso del planeta; pues conociendo con precision por las tablas el

movimiento angular relativo de Vénus y su huella aparente sobre el disco del Sol, siendo casi una línea recta, los tiempos observados darán una medida de las longitudes de los círculos de los segmentos descritos; y siendo también conocido el diámetro del Sol, se puede averiguar por medio de una sencilla fórmula la anchura de la zona que se desea conocer.

Para obtener estos tiempos con toda la corrección debida, cada observador determina los instantes de la entrada y de la salida del planeta en el disco solar. Para esto fijan:

1.º El instante ó la primera impresión visible ó cortadura sobre el borde del disco, en el mismo momento en que se verifica el primer contacto exterior de los dos astros.

2.º El instante en el cual el planeta se halla en inmersión completa, y la cortadura del disco en el primer contacto interior.

El término medio de los contactos interior y exterior le darán la entrada y la salida del centro del planeta.

Las modificaciones introducidas en este procedimiento en virtud del movimiento de la Tierra sobre su eje, y la variedad de las posiciones geográficas de los observadores, son semejantes en principio á las que entran en el cálculo de un eclipse solar, ó en la ocultación de una estrella por la Luna; pero se requiere más exactitud y delicadeza en los cálculos cuando se trata del paso de Vénus que en otro fenómeno celeste, ya por su interés trascendental, ya por lo raro de su repetición, y ya también por ser uno de los fenómenos que se ofrece en una escala muy pequeña.

Por lo demás, no nos detendremos sobre este punto, cuya explicacion nos reservamos para más adelante; sólo hemos pretendido dar un ejemplo de la manera cómo los fenómenos y pequeños elementos astronómicos se acrecientan en sus efectos; y por su medida sobre una escala mucho más considerable, ó por la sustitucion de la medida del tiempo á la del espacio, se determinan con un grado de precision conveniente, aprovechándose de una ocasion favorable, y combinando hábilmente todas las circunstancias más á propósito.

Mercurio, por hallarse comprendido, respecto al Sol, dentro de la órbita de la Tierra, presenta tambien igual fenómeno, si bien es ménos apreciable que el de Vénus, el cual se verifica, cuando tiene lugar, hácia los meses de Mayo y Noviembre, toda vez que la línea de los nodos de este planeta se dirige desde el grado 46 de longitud al grado 226, del mismo modo que los pasos de Vénus ocurren siempre en Diciembre y en Junio, porque en estos meses es cuando el Sol adquiere en la eclíptica la longitud de 255 grados, y la de 75 en donde se hallan los nodos de la órbita de Vénus.

La Luna, en sus eclipses, nos ofrece una cosa parecida; pero tanto ésta por su proximidad á nosotros, como Mercurio por su distancia y pequeñez, no nos suministran un resultado tan satisfactorio como los pasos de Vénus. Por desgracia, éstos no se verifican sino mediante un largo período de tiempo. Despues de ocurrir uno, pasan 8 años hasta el siguiente; luégo hasta el otro, 122; despues 8, luégo 105; despues 8; luégo 122; despues 8, y así sucesivamente.

Las fechas de los pasajes que se han observado

desde 1631 hasta el que se verificará en el año 2984, son los siguientes:

| AÑOS | DÍAS                      | DURACION   |    |
|------|---------------------------|------------|----|
|      |                           | h.         | m. |
| 1631 | 6 de Diciembre . . . . .  | 3.         | 10 |
| 1639 | 4 — . . . . .             | 6.         | 34 |
| 1761 | 5 de Junio. . . . .       | 6.         | 16 |
| 1769 | 3 — . . . . .             | 4.         | 0  |
| 1874 | 8 de Diciembre . . . . .  | 4.         | 11 |
| 1882 | 6 — . . . . .             | 5.         | 57 |
| 2004 | 7 de Junio. . . . .       | 5.         | 30 |
| 2012 | 5 — . . . . .             | 6.         | 42 |
| 2117 | 10 de Diciembre . . . . . | 4.         | 46 |
| 2125 | 8 — . . . . .             | 5.         | 30 |
| 2247 | 11 de Junio. . . . .      | 5.         | 37 |
| 2255 | 8 — . . . . .             | 7.         | 12 |
| 2360 | 12 de Diciembre . . . . . | 5.         | 25 |
| 2368 | 10 — . . . . .            | 4.         | 59 |
| 2490 | 12 de Junio. . . . .      | 2.         | 4  |
| 2498 | 9 — . . . . .             | 7.         | 33 |
| 2603 | 15 de Diciembre . . . . . | 5.         | 53 |
| 2611 | 13 — . . . . .            | 4.         | 30 |
| 2733 | 15 de Junio. . . . .      | Breve.     |    |
| 2741 | 12 — . . . . .            | 7.         | 46 |
| 2846 | 16 de Diciembre . . . . . | 6.         | 14 |
| 2854 | 14 — . . . . .            | 3.         | 48 |
| 2976 | 17 de Junio. . . . .      | Brevísima. |    |
| 2984 | 14 — . . . . .            | 7.         | 52 |

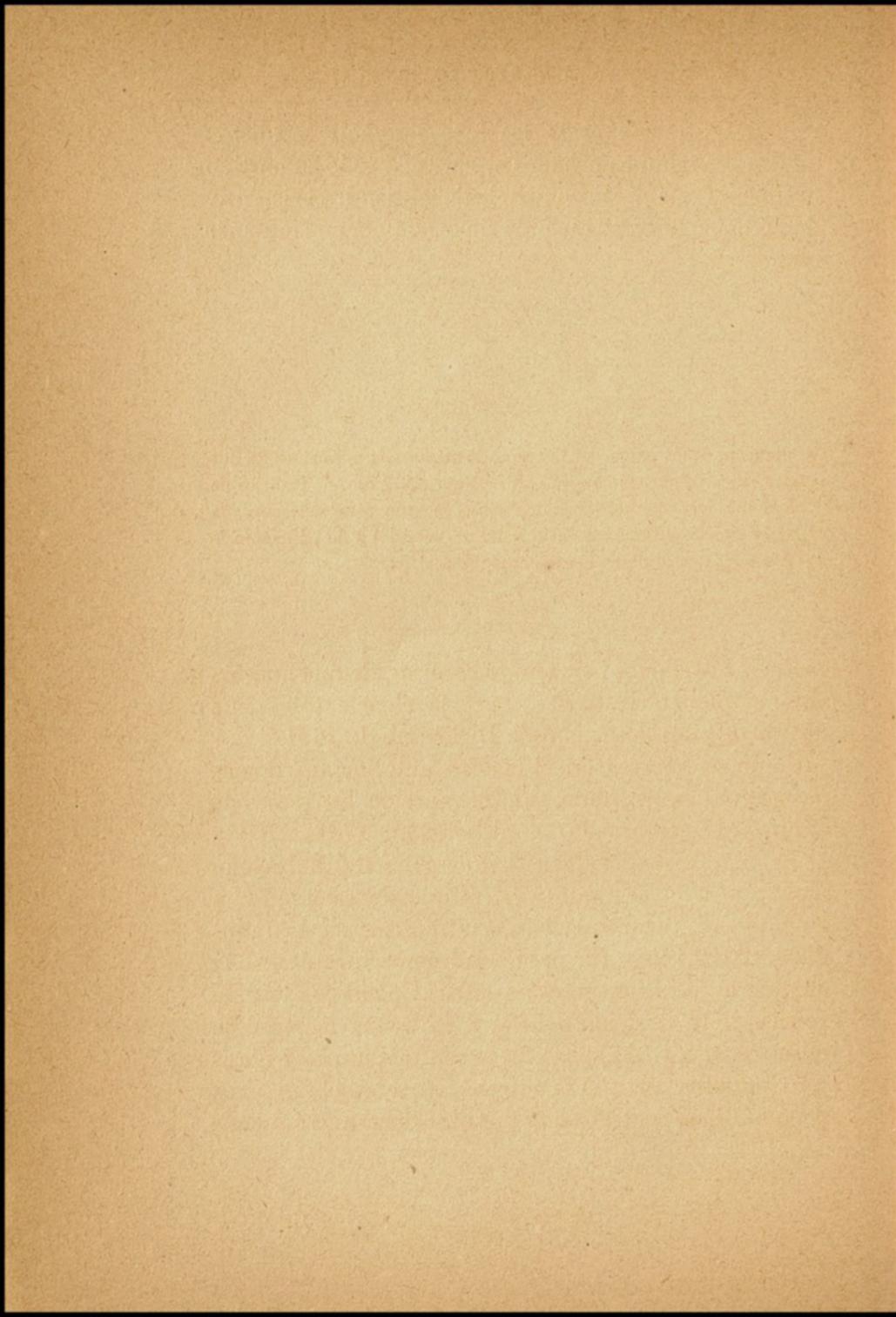
Estos son los pasajes que se han observado desde la invencion de los anteojos, y los que se observarán hasta dentro de once siglos.

La vista del astrónomo, que alcanza millones de leguas más que la vista vulgar, tiene mucho de supe-

---

rior, de extraordinario; lee en el porvenir lo mismo que en los tiempos pasados, y sacando todo el partido posible de este precioso privilegio, extiende el rico producto de sus investigaciones hasta la generacion más remota.

---



## V

La duracion de los pasos de Vénus no siempre es la misma. — La utilidad de este fenómeno ha sido prevista por el cálculo. — Trabajos de las Comisiones que observaron el paso de 1769 para determinar la paralaje solar.—Duracion del tránsito de Vénus el 6 de Diciembre de 1882 y los puntos de la Tierra en que será visible.

Estos fenómenos han tenido lugar desde que nuestro sistema planetario existe, pero la ciencia sólo tiene noticia de ellos desde el 6 de Diciembre de 1631.

Como se expresa en el cuadro anterior, los demás pasajes observados han sido siempre en los meses de Junio y Diciembre de los años 1639, 1761, 1769 y 1874. El tránsito del año actual ocurrirá el 6 de Diciembre, y será el segundo y el último de este siglo; y andando el tiempo se verificarán otros en los años 2004, 2012, etc. El pasaje próximo durará  $5^h 57'$ , aunque la duracion en estos casos depende de la diferencia de la posicion del Sol y de Vénus respecto de nosotros; y así, si el paso fuese central duraría 7 horas y 54 minutos, pero si la proyeccion sobre el Sol no es por una línea central, sino por otra línea más ó menos

distante de los diámetros, durará el fenómeno menos tiempo.

El paso de Vénus de 1639 fué el primero que se observó por la ciencia, aunque sin resultado alguno.

Képler, este hombre inmortal á quien la Naturaleza parece haberle revelado todos sus secretos, con aquella rara intuición que tanto le distinguía, fué el primero, segun consta en el *Tratado de Astronomía* de Lalande, t. II, pág. 449, que en 1627, despues de haber publicado sus famosas *Tablas Rudolfinas*, se atrevió á predecir las épocas en que Vénus y Mercurio debían pasar delante del Sol.

En un trabajo curioso que publicó en Leipzig en 1629, anunció á los astrónomos un paso de Mercurio para 1631, y dos de Vénus, uno para 1631 y el otro para 1761. El paso de Mercurio lo observó el gran astrónomo el 15 de Noviembre de 1631, ocho días antes de su muerte; pero el paso de Vénus, fijado para el mismo año, por no haberlo calculado con exactitud no pudo ser observado, ni por Gassendi, ni por otros astrónomos, toda vez que comenzó el fenómeno despues de puesto el Sol en Europa, y terminó ántes de su orto al día siguiente.

Képler no anunció el paso de Vénus delante del Sol el 4 de Diciembre de 1639, y sin embargo este paso fué observado en Inglaterra por Horrockes y Crabtree, habiendo calculado este último las efemérides de Vénus con las Tablas de Lansberge. Estas Tablas, aunque erróneas, indicaban el paso de 1639, lo que no se hacía en las *Tablas Rudolfinas* de Képler, ni en el aviso publicado por éste en Leipzig.

Hasta esta época, considerados estos tránsitos como

conjunciones ordinarias, habían sido acechados por mera curiosidad, y sólo se servían de ellos los astrónomos para determinar la posición de los nodos de dos planetas inferiores.

Halley, el gran amigo y colaborador de Newton, fué el primero que comprendió toda su importancia científica.

Habiendo observado en 1677, á la edad de 22 años, un paso de Mercurio ante el Sol, llamó vivamente su atención la manera clara y limpia con que se destacaba la mancha negra y redonda de Mercurio sobre el radioso disco, y comprendió al momento que fenómenos de tal índole y precisión debían ofrecer un medio excelente para rectificar la distancia de la Tierra al Sol, y la de éste á los demás planetas. Considerando más útiles los pasos de Vénus, por la proximidad de este planeta á nosotros en tales ocasiones, recomendó eficazmente á los futuros astrónomos el pasaje de 1761 en dos célebres *Memorias* que publicó. « ¡Que el cielo, decía en una, favorezca sus observaciones con el mejor tiempo posible! Y cuando hayan logrado el fin apetecido y determinado con mejor exactitud nuestra distancia al Sol, que no se olviden que fué un inglés el primero á quien se le ocurrió esa feliz idea (1). »

Este descubrimiento de Halley, que tan alto coloca

---

(1) La primera de estas *Memorias* sobre los pasos de Vénus, la insertó en 1691 en las *Transacciones filosóficas*. En esta Memoria fijó la época de diez y siete pasos de Vénus, de los cuales once solamente se han verificado, é indicó en ella que si el intervalo de tiempo entre los dos contactos interiores de Vénus y del Sol podría obtenerse en ménos de un segundo en

su génio investigador, es de admirar en una época en que la Astronomía de precision aún no se había fundado, pues hasta medio siglo más tarde no empezó Jacobo Bradley sus famosos experimentos en el Observatorio de Greenwich, que dieron por resultado el descubrimiento de la aberracion de la luz y el de la nutacion del eje de la Tierra.

Los Gobiernos de las grandes potencias y las corporaciones científicas no desatendieron la recomendacion del ilustre astrónomo inglés, y se prepararon para observar el paso de Vénus de 1769.

Animados de los mejores deseos en beneficio de la ciencia astronómica, formaron el mayor empeño en disponer que algunas Comisiones científicas se trasladasen á los puntos del Globo más separados entre sí, á fin de obtener mejor el valor exacto de la paralaje. Las observaciones de 1761 fueron poco satisfactorias ó casi inútiles; no así las practicadas en 1769, que permitieron ya estimar la paralaje solar en 6'',8, que consta en todos los tratados de Astronomía vulgarizados.

La Sociedad Real de Lóndres envió observadores á

---

dos puntos elegidos convenientemente, se deduciría la paralaje del Sol en ménos de  $\frac{1}{500}$ , es decir, en ménos de 0'',02.

Desenvolvió esta nueva idea en la segunda Memoria que publicó en 1716, y estableció el mismo los puntos del Globo más convenientes adonde deberían ir los astrónomos en 1761 á observar el tránsito de Vénus. En la eleccion de estos lugares se equivocó Halley, como lo ha demostrado el astrónomo francés M. Trebuchet; pero estas circunstancias no rebajan en nada el mérito trascendental del método ideado por el gran astrónomo inglés, que tantos beneficios ha reportado á la Astronomía.

la Bahía de Hudson y á la isla de Taiti, en el Grande Océano Equinoccial; el sábio é infortunado Chappe de Auteroche, fué á la California; el P. Hell, á la isla Wardhus, en la extremidad setentrional de la Laponia; Planmann se estableció en Cajanebourg, en la Finlandia, y otros astrónomos lo observaron en América, en Kola y en el norte de Rusia.

Este tránsito, visto desde el centro de la Tierra, debía durar  $5^{\text{h}} 41' 56''$  entre los dos contactos interiores, es decir, entre el momento en que el globo de Vénus estuviese dentro del Sol, y el primer instante en que el planeta empezara á salir del limbo solar por la parte opuesta, de cuyo raro y singular fenómeno nos ocuparemos extensamente, por ser el más importante que ofrecen los pasos de Vénus, y el que hasta ahora presenta mayores dificultades á los astrónomos para explicar la verdadera causa que lo produce.

Ahora bien: calculadas las fases del pasaje de 1769 y el tiempo trascurrido entre los dos contactos indicados, suponiendo la paralaje  $8'', 5$ , se hallaría que en Wardhus el pasaje de Vénus duraría  $10' 52''$  más que observado desde el centro de la Tierra, mientras que en la isla de Taiti duraría  $11' 43''$  ménos. De aquí resulta que si se hubiera observado en Taiti una duracion de tiempo más pequeña de  $22' 35''$  que la observada en Wardhus, la paralaje del Sol sería, en efecto, de  $8'', 5$ .

Hell, en Wardhus, dió en realidad al tránsito una duracion de  $5^{\text{h}} 53' 14''$  y el capitán Cook, Green y Solander asignaron al fenómeno desde Taiti  $5^{\text{h}} 30' 4''$  que viene á ser  $23' 10''$  ménos que la observada en Wardhus. Esta cifra difiere en  $35''$  de los cálculos hechos sobre este punto; pero sobre una diferencia total

de 23' 10'', no resulta más que la de  $\frac{1}{30}$ . Comparadas, pues, estas observaciones con otras hechas en varios lugares, teniendo en cuenta la localidad geográfica de las estaciones, la rotación de la Tierra sobre su eje, y practicadas otras correcciones, se vió que la paralaje del Sol era de 8'', 6.

Sin embargo, merced á las observaciones hechas posteriormente sobre los movimientos de la Tierra, de Vénus y de Marte, se reconoció la necesidad de aumentar en un trigésimo la paralaje del Sol obtenida en 1769, y adoptada hasta diez y ocho años hace, en razon de los cálculos de Mr. Encke.

Estas observaciones de Mr. Leverrier han sido corroboradas con las experiencias directas sobre la velocidad de la luz hecha por Mr. Cornu y Leon Foucault, y por el estudio de las oposiciones del planeta Marte llevada á cabo en 1862 por Stone y Winnecke, y principalmente en 1877 por Gill y Green, que han dado por resultado asignar á la paralaje solar una cifra un poco superior á 8'', 6. Ante estos resultados, y en vista de la opinion de Mr. Powalky, que hizo un detenido exámen de todas las observaciones, cálculos y medidas practicadas desde 1639 para que sirviera de base á los observadores que estudiaron el paso de Vénus en 1874, se dedujo que el valor exacto de la paralaje solar debía oscilar entre 8'', 8, y 8'', 9, lo cual fué corroborado en 1874, estando conformes todas las expediciones astronómicas en valuar la paralaje en 8'', 8, cuya determinacion fija la distancia de la Tierra al Sol en poco más de 37.000.000 de leguas (1).

(1) En 1864, Mr. Powalky, astrónomo alemán, adoptando

Para la comprobacion de los cálculos, observaciones y fenómenos que hemos indicado, se emplearon varios

el método de Encke, tuvo la idea de determinar la paralaje solar por medio de las observaciones hechas en 1769; pero se propuso no utilizar más que las observaciones relativas á los contactos reales verificadas en los lugares del Globo cuyas longitudes le merecían entero crédito.

El trabajo de este distinguido astrónomo, traducido al francés por Mr. Radan, vió la luz en las *Additions à la Connaissance des Temps* en 1867, de donde tomamos los datos necesarios para la redaccion de esta nota.

En él hace Mr. Powalky una profunda crítica de cuarenta y cuatro observaciones hechas en diez y nueve estaciones, cuyas longitudes verdaderas cree conocer perfectamente. En virtud de sus investigaciones no acepta como exactas más que veintisiete observaciones para determinar la paralaje solar, concediendo á las restantes una exactitud relativa.

Las otras observaciones las ha eliminado porque no le han inspirado gran confianza, pues cree que el Sol estaba demasiado bajo para que el contacto pudiera haber sido apreciado con suficiente exactitud. De todos modos, es verdaderamente extraño que para fundar sus cálculos haya rechazado las observaciones de Winthrop, hechas en Cambridge (Massachusetts), las practicadas por Owen Biddle y Bailey en Jawes, por Williams en Newbury, por West en Providencia y por Stirling en Baskeridge, todo porque las observaciones de estos notables astrónomos no están conformes con las de Shippen, hechas en Filadelfia, que son las únicas que considera exactas.

Para Mr. Powalky todos los astrónomos citados deben haber notado demasiado tarde el instante del contacto, relativamente á la aparicion del filete luminoso. Por esta razon, Mr. Powalky tan sólo ha hecho uso para establecer la paralaje del Sol de las observaciones llevadas á cabo en las trece estaciones siguientes: Greenwich, Wardhus, Fuerte del Príncipe de Gales, Filadelfia, Santo Domingo, Martinica, San José (California), Taiti, Pekin, Batavia, Orenbourg, Gurief y Manila.

métodos, siendo uno de ellos la aplicación de la fotografía para fijar á cada instante el aspecto del Sol y las

La longitud de Filadelfia ha sido facilitada á Mr. Powalky por el célebre profesor Bache, y las longitudes de otras seis de esas estaciones han sido tomadas del *Connaissance des Temps*, hallándose en este caso las de Wardhus, el Cabo Francés, el Fuerte de Francia (Martinica), Batavia, Orenbourg y Manila.

La longitud de San José es la misma que publicó Lalande en 1772 en su célebre *Memoria* sobre los pasos de Vénus. En cuanto á las longitudes del Fuerte del Príncipe de Gales, de Pekin y del Cabo de Vénus, en Taiti, Mr. Powalky las ha calculado él mismo haciendo uso de los eclipses de las estrellas por la Luna, observados en esos puntos, empleando para ello las tablas lunares de Hansen. La longitud del Fuerte del Príncipe de Gales, hallada por Mr. Powalky, difiere en 18<sup>s</sup>,6 de la que sirvió á Encke para hacer sus cálculos.

Ahora bien: estas longitudes ¿son tan exactas como supone el sábio astrónomo alemán? En esto estriba la cuestion. En cuanto á las observaciones hechas en las trece estaciones indicadas, que son las únicas que le han servido de base, no podemos ménos de extrañar el empleo que ha hecho de nueve contactos exteriores, cuatro á la entrada y cinco á la salida, de los cuales ha deducido  $\frac{1}{3}$  de sus ecuaciones de condicion. Por lo demás, si la intencion de Mr. Powalky no hubiera sido, al hacer uso de estas observaciones, hallar un valor fijo para la paralaje solar que estuviera de acuerdo con el obtenido por otros métodos por Leverrier, Struve, Winnecke y Hansen, acaso le hubieran servido de mucho las observaciones que ha eliminado.

De sentir es que Mr. Powalky no haya empleado el trabajo hecho por Encke con las longitudes corregidas, con lo cual hubiera podido confrontar uno y otro resultado. Sensible es tambien que haya dejado de hacer uso de ciertas observaciones sin otro motivo que el no creerlas dignas de crédito, y sobre todo que haya considerado algunos contactos aparentes como contactos reales, lo cual está muy léjos de ser verdad.

circunstancias del fenómeno durante la conjuncion de Vénus, que duró 4<sup>h</sup> 9'. El tránsito del año actual tendrá lugar por la tarde, y será visible en España y en la mayor parte de Europa, en toda el África, en casi toda la América del Norte y en toda la del Sur, en parte de la Australia, en todo el Océano Atlántico, en gran parte del Pacífico del Norte, y en todo el del Sur y tierras an-

---

La resolucion de sus cálculos le ha dado para valor definitivo de la paralaje solar 8'',8, con un error probable de 0'',21.

Mr. Stone ha publicado en 1868 un extenso estudio en el periódico *Monthly Notices* sobre la paralaje solar, deducida de las observaciones de 1769. El resultado de este notable trabajo se halla conforme con el de Powalky; pero el astrónomo inglés admite unos y otros contactos, introduciendo en las ecuaciones de condicion una constante determinada por la diferencia entre los mismos. Esta constante ha sido impugnada por Mr. Faye, el cual ha hecho notar que, segun los observadores, la clase de antejo, el estado atmosférico, la altura del Sol, etc., varian considerablemente la diferencia entre el instante de los contactos reales y aparentes.

Mr. Stone en dicho trabajo considera como aparentes contactos que Mr. Powalky ha considerado como reales. ¿Cuál de estos astrónomos tiene razon? La incertidumbre que reina sobre el instante preciso en que se verifican los contactos, impide á los astrónomos fijar un criterio razonable y exacto sobre este controvertido asunto para determinar el verdadero valor de la paralaje; y aunque los resultados en 1874 han sido más lisongeros que los de 1769, todavía la ciencia matemática no ha podido resolver tan importante problema. ¿Se conseguirá este triunfo en 1882? Es probable, toda vez que los astrónomos contemporáneos están dispuestos á hacer los mayores sacrificios para dar toda la precision posible á estos conocimientos, que constituyen una verdadera gloria del espíritu humano, y que le hacen comprender toda la grandeza del Universo.

tárticas, como puede verse en la figura 11, en donde estan señalados los puntos del Globo en donde será visible el tránsito: durará 5<sup>h</sup> 57'.

Estos momentos se refieren únicamente á los dos puntos de la Tierra que tengan el Sol en el zenit en el instante del suceso, bien á la entrada ó á la salida de Vénus. En otros lugares de la Tierra varían las horas, en adelante ó retraso, respecto de la hora dada para el centro, siendo las observaciones más convenientes mientras mayores sean las diferencias.

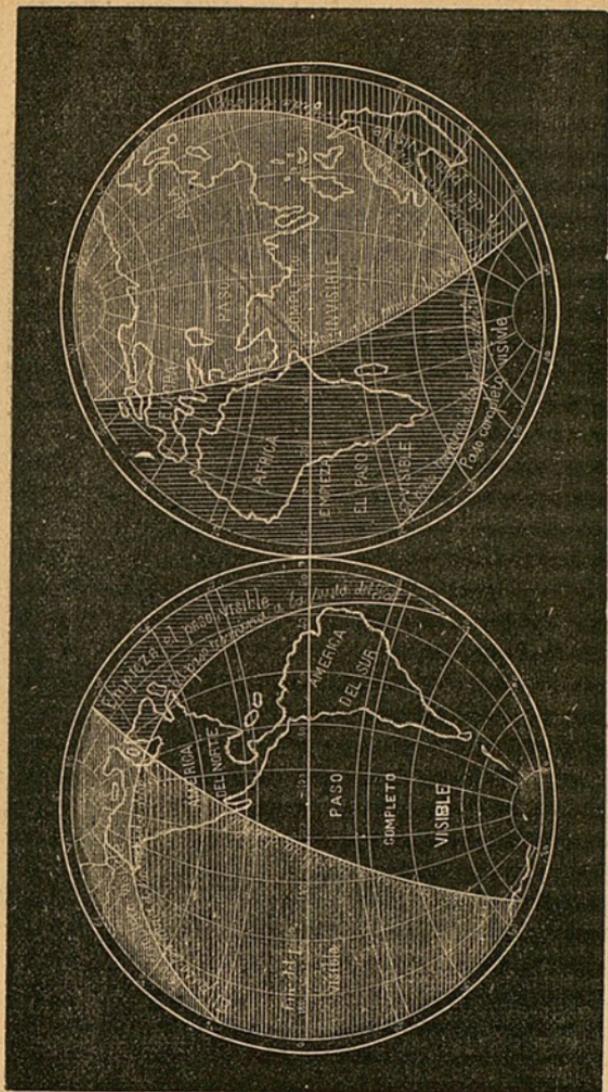


Fig. 11. — Carta del próximo paso de Vénus, y lugares de la Tierra en donde será visible el fenómeno.

En la figura 12 se marca la cuerda que describirá Vénus sobre el disco solar en el pasaje de este año, tal como se vería desde el centro de la Tierra; en un lugar

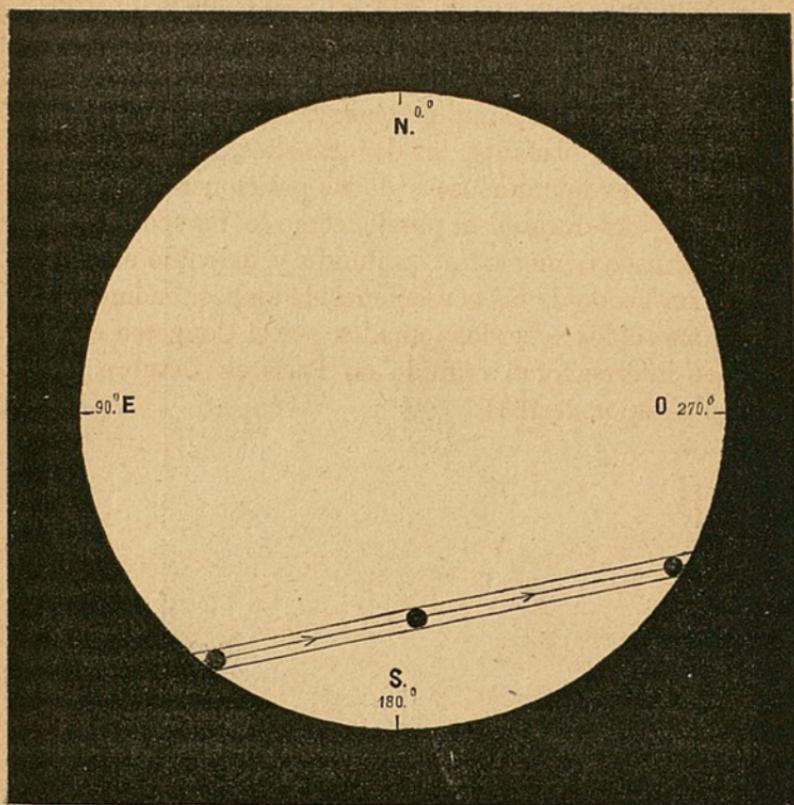
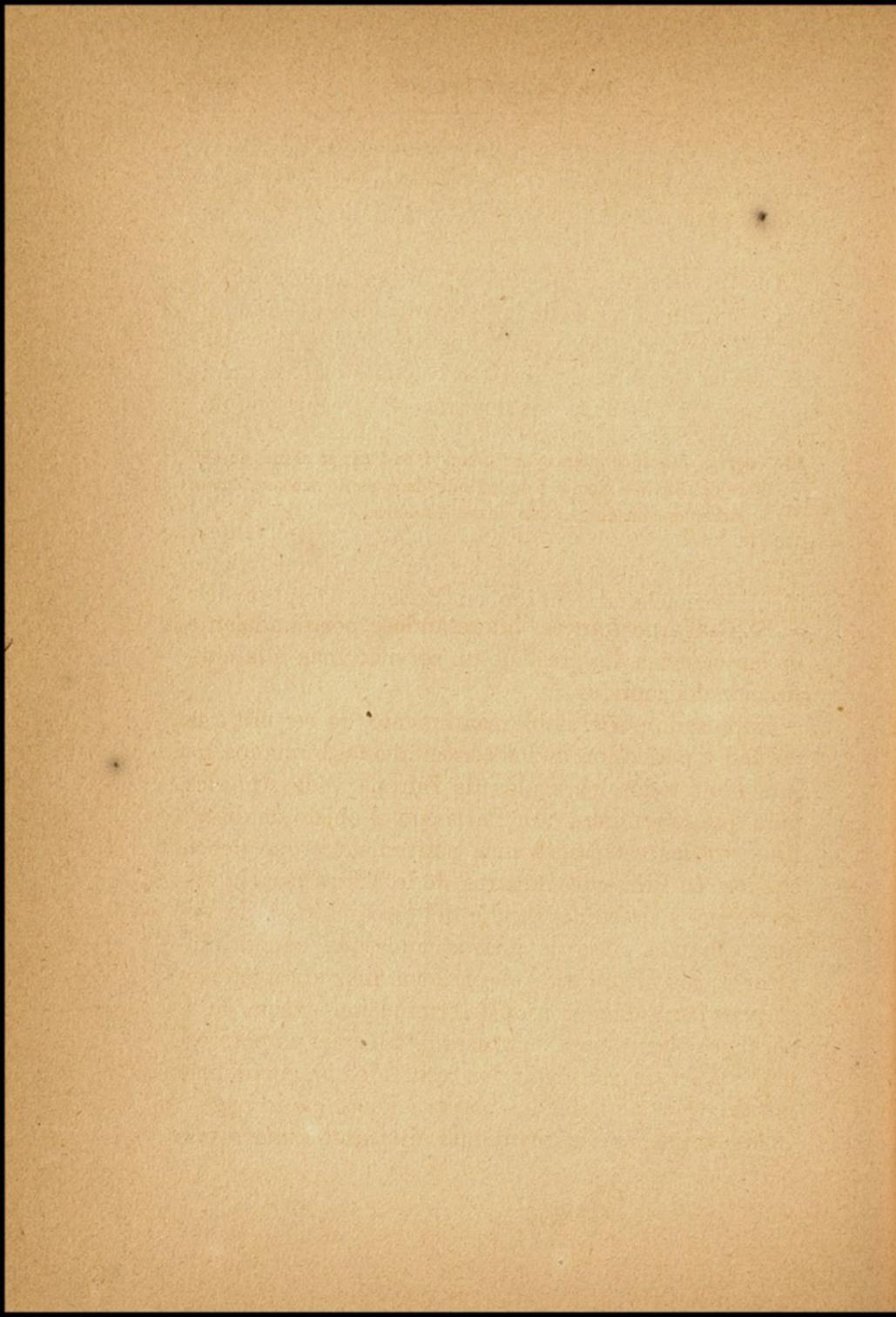


Fig. 12. — El tránsito de Vénus por delante del Sol el 6 de Diciembre de 1882, visto desde el centro de la Tierra.

cualquiera de la superficie terrestre esta cuerda se des-

plaza ligeramente. El Sol está representado en vision directa, siendo el punto  $0^{\circ}$  el vértice boreal, y la direccion del movimiento de Vénus está indicado por las flechas.

Aunque este pasaje no será tan útil como el de 1874 bajo el punto de vista de la determinacion de la paralaje por los contactos, y serán ménos considerables las diferencias de un punto de observacion á otro, podrán igualarse no obstante, los dos tránsitos, recurriendo á las medidas micrométricas de las posiciones de Vénus sobre el Sol durante el pasaje, como lo ha aconsejado Mr. Puiseux, merced al profundo y detenido estudio que ha hecho de las condiciones de ambos fenómenos, y á los sábios acuerdos tomados por el Congreso científico internacional reunido en París en Octubre del año anterior de 1881.



## VI

El Congreso científico internacional reunido en París en el mes de Octubre de 1881. — Nombres de los individuos que lo han constituido. — Acuerdos tomados por esta ilustre Asamblea.

El Gobierno francés, interesándose por el adelanto de las ciencias, ha prestado un servicio más á la civilizacion del mundo.

Impulsado por el noble sentimiento de ser útil á la unidad y perfeccion de los conocimientos humanos, ha invitado á todos los sábios de Europa y de América para que se reunieran en París con el objeto de discutir sobre las estaciones más convenientes que deben elegirse en diferentes lugares de la Tierra para la observacion y detenido estudio del próximo paso de Vénus, sobre la clase de instrumentos que han de emplearse, los métodos de observacion más apropiados y eficaces para obtener una determinacion exacta de la paralaje solar, y para organizarlo todo bajo un plan comun, á fin de conseguir los resultados prácticos más satisfactorios de todas las observaciones que se hagan.

A este generoso llamamiento, que tanto amor revela

por el esplendor de la ciencia, han correspondido los demás Gobiernos de Europa enviando á París á sus hombres más ilustres, y España ha estado dignamente representada en ese Congreso científico internacional por los Sres. D. Cecilio Pujazon y D. Tomás Azcárate.

Este Congreso se reunió en París el día 5 de Octubre del año anterior en el ministerio de Instrucción pública, abriendo la sesión el ministro del ramo, monsieur Ferry.

Como cumplía á su deber pronunció un discurso brillantísimo, lleno de erudición y ciencia, en el cual expuso el objeto que se había propuesto el Gobierno francés al convocar esta reunión, y manifestó las ventajas que proporcionaría á la ciencia la unión de todos los países bajo un plan convenido de antemano por los astrónomos allí congregados; y ofreció que por parte del Gobierno, de la Academia de Ciencias y del Observatorio se pondrían á disposición del Congreso los instrumentos necesarios, los aparatos construidos para la producción de pasos artificiales, y los que sirven para estudiar las fotografías hechas por los astrónomos franceses del paso de Vénus de 1874, y todos los documentos relativos á las observaciones astronómicas, espectroscópicas y físicas hechas entónces, con el objeto de que nada faltase para ilustrar las distintas y complejas cuestiones que habían de debatirse.

Terminado el discurso, se procedió á la votación para nombrar los individuos que habían de constituir la Mesa, siendo elegidos: presidente honorario, Mr. Ferry; presidente efectivo, Mr. Dumas, el eminente químico, secretario perpétuo de la Academia de Ciencias; vicepresidentes, á los Sres. Fœrster, director del Observa-

torio de Berlin, y Weis director del de Viena; y secretarios á los Sres. Tisserand, secretario de la Comision francesa, y Hirsch, director del Observatorio de Neuchatel.

Los representantes de las naciones que han asistido al Congreso internacional son los siguientes:

- |                                      |   |                                                                                               |
|--------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alemania. . . . .                    | { | Foerster, director del Observatorio de Berlin.                                                |
| Austria. . . . .                     | { | Weis, director del Observatorio de Viena.                                                     |
| Brasil. . . . .                      | { | Liais, director del Observatorio de Rio-Janeiro.                                              |
| Chile . . . . .                      | { | Moesta, antiguo director del Observatorio de Santiago.                                        |
| Dinamarca. . . . .                   | { | Pechüle, astrónomo del Observatorio de Copenhague.                                            |
| España. . . . .                      | { | Pujazon, director del Instituto y Observatorio de San Fernando.                               |
|                                      |   | Azcárate, profesor de Matemáticas de la seccion de Estudios Superiores de dicho Observatorio. |
| Francia. . . . .                     | { | Dumas, secretario perpétuo de la Academia de Ciencias.                                        |
|                                      |   | Dumont, director de la Enseñanza superior.                                                    |
|                                      |   | Mouchez, director del Observatorio de París.                                                  |
|                                      |   | Abbadie, miembro del Instituto.                                                               |
|                                      |   | Tisserand, idem.                                                                              |
|                                      |   | Wolf, astrónomo del Observatorio de París.                                                    |
|                                      |   | Fleuriais, capitan de fragata.                                                                |
|                                      |   | Bouquet de la Grye, ingeniero hidrógrafo.                                                     |
|                                      |   | París, Vice-almirante.                                                                        |
|                                      |   | Perrotin, director del Observatorio de Niza.                                                  |
| Puiseux, de la Academia de Ciencias. |   |                                                                                               |

|                             |   |                                                                                                  |
|-----------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inglaterra . . . .          | { | Stone, director del Observatorio de Oxford.                                                      |
| Italia . . . . .            | { | Govi, comisario de la Exposicion de electricidad.                                                |
| Países-Bajos . .            | { | Oudemanns, profesor de Astronomía.<br>Van Sande Backhuysen, director del Observatorio de Leiden. |
| Portugal . . . .            | { | Viegas, director del Observatorio magnético de Coimbra.                                          |
| República Argentina . . . . | { | Mansilla, representante de la República en el Congreso eléctrico.                                |
| Suiza . . . . .             | { | Hirsch, director del Observatorio de Neuchatel.                                                  |

Convocada como ha sido esta Asamblea cuando la mayoría de los países que van á tomar parte en la observacion tenían ya estudiado lo que cada uno se proponía hacer, y construidos ó en vías de construccion los aparatos é instrumentos que han de emplear por la liberalidad de sus Gobiernos respectivos, claro es que todos los acuerdos tomados parten de un estado de cosas ya existente, los cuales tal vez hubieran variado algo en algunos puntos esenciales si el Congreso se hubiera reunido un año ántes. A pesar de esto se ha llegado á un comun acuerdo sobre puntos de trascendental interés, especialmente en lo relativo á las observaciones y á los métodos que se han de emplear.

El primero de los acuerdos adoptados consiste en reconocer que las decisiones del Congreso no pueden tener carácter obligatorio, y que sólo expresan recomendaciones á las diferentes Comisiones sobre los instrumentos y métodos que han de emplearse, á fin de llegar, en cuanto sea posible, á la uniformidad de las

observaciones, y lo mismo debe entenderse sobre los deseos que expresa relativamente á una organizacion comun para obtener resultados útiles.

Sobre las estaciones, que estaban ya convenientemente elegidas en su mayor parte, no ha habido que introducir modificacion de importancia. No contando con los Observatorios fijos situados en las regiones en que será visible el paso en buenas condiciones para la determinacion de la paralaje, las estaciones elegidas por los diversos países son muy importantes, y de ellas nos ocupamos detalladamente en el capítulo VIII.

Con respecto á las estaciones que se han de situar en una misma region, se ha convenido que estén, no obstante, separadas unas de otras en obsequio al mejor éxito de los trabajos.

Y acerca de los instrumentos, y especialmente de las observaciones que se han de hacer para fijar los momentos de los contactos del disco del Sol con el de Vénus, se han adoptado grandes precauciones en esta ocasion, dictándose al efecto acertadísimas instrucciones (que consignamos en el capítulo XI) para que los astrónomos conozcan convenientemente dicho fenómeno, y puedan determinar si es esencialmente accidental, producido por ciertos defectos del anteojo, ó si depende, por el contrario, de causas fisiológicas, eliminando de esta suerte toda causa de error.

Dos resoluciones se han adoptado en lo que se refiere á las observaciones micrométricas y heliométricas; á saber:

1.<sup>a</sup> Con respecto á las medidas micrométricas, es de desear, en primer lugar, que se empleen aparatos de doble imagen adaptados ya al objetivo, ya al ocular,

y tales que puedan eliminarse de esta clase de observaciones los errores que producen las diferencias del diámetro solar en los diversos anteojos, y según las circunstancias particulares de las observaciones.

2.<sup>a</sup> La observación del fenómeno con micrómetros filares ó retículos micrométricos, ó con instrumentos provistos de círculos graduados, debe quedar reservada á las estaciones en que esté suficientemente asegurada la estabilidad ó la regularidad del movimiento del anteojo.

El método fotográfico ha sido excluido del plan general de observaciones, aunque reconociendo la conveniencia de emplearlo en algunas estaciones elegidas á propósito.

El Congreso ha nombrado una Comisión para que redacte y publique, á la mayor brevedad posible, un *Resúmen* de los detalles más instructivos acerca de los contactos observados en los pasos de 1761, 1769 y 1874, agregando al mismo los datos que se crean más importantes de las medidas micrométricas ejecutadas en 1874, cuyo *Resúmen*, cuando vea la luz, se remitirá á todos los individuos de las Comisiones que han de estudiar el próximo paso de Vénus.

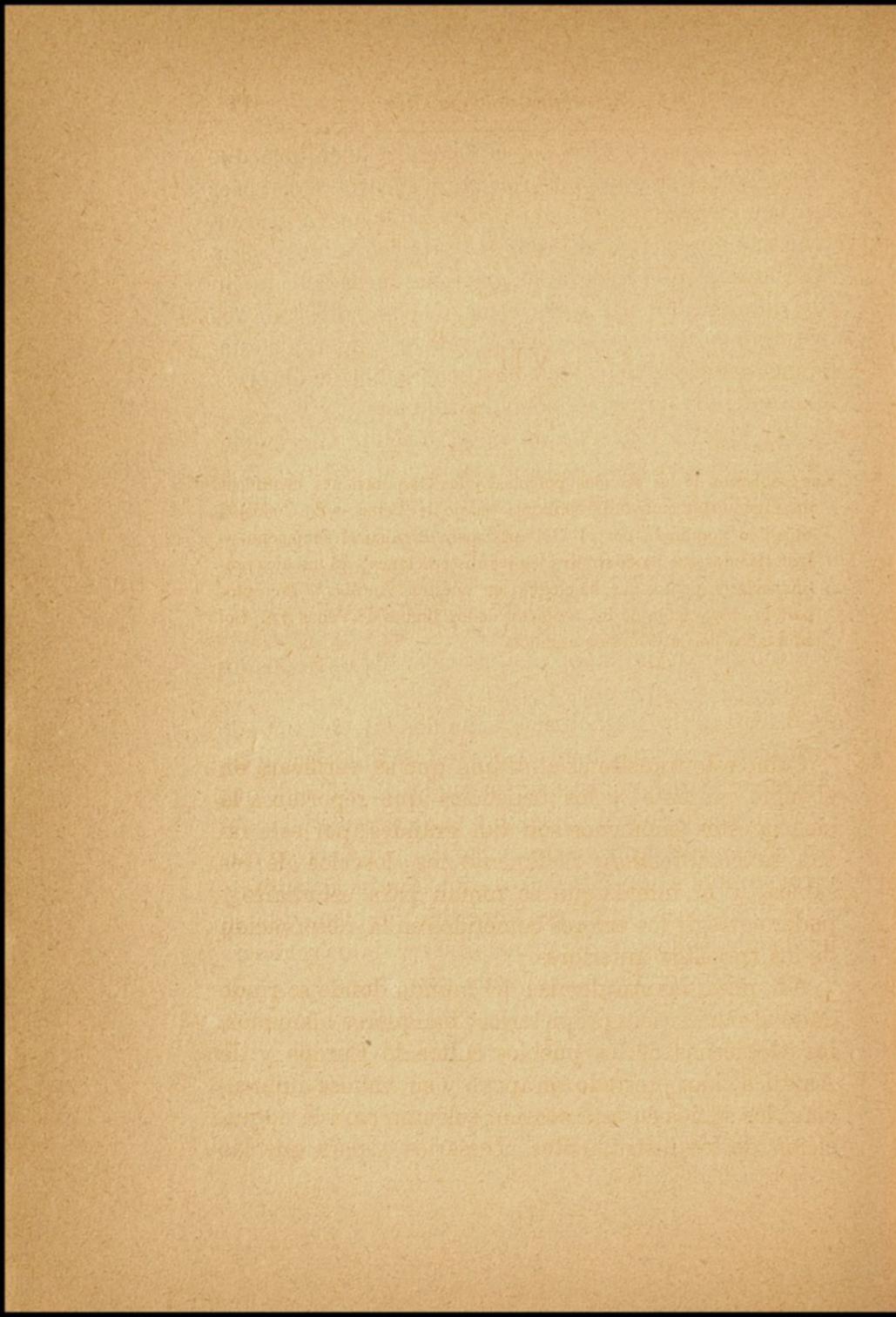
También se ha organizado un corto número de estaciones, convenientemente situadas, en que puedan observarse los contactos externos por procedimientos espectroscópicos comparables entre sí; y como, según informes fidedignos, algunos espectroscopistas italianos están dispuestos á tomar parte en esta clase de observaciones, la Presidencia ha sido invitada á dirigir una petición al Gobierno italiano para asegurar la concurrencia de esos insignes astrónomos á la obra comun.

Como ya se preveía por el Congreso científico que los heliómetros que se usaron por los astrónomos rusos en las observaciones del paso de 1874 no se usarían por sus poseedores en 1882, se propuso también á la Presidencia que hiciera las gestiones necesarias á fin de que puedan utilizarse estos instrumentos por los astrónomos de otros países, y el mayor número de estaciones estén provistas de todos los medios de observación que hoy posee la ciencia astronómica.

Por último, y despues de haber discutido muy detenidamente este asunto, se propuso y aceptó que, despues de la vuelta de las Comisiones que han de estudiar el paso de Vénus, se reuna otra vez el Congreso para discutir la manera de utilizar en la forma más conveniente las observaciones que se hagan, y ver en particular si convendría formar una oficina internacional, por un tiempo limitado, que se encargue de todos los trabajos de reduccion.

Estos son los principales acuerdos que ha tomado este Congreso, que hará época en la historia de la Astronomía contemporánea, los cuales es probable que den un resultado brillantísimo y verdaderamente práctico á las observaciones que se lleven á cabo, y que arrojen mucha luz sobre la cuestion que se debate, resolviendo acaso el tan controvertido problema de la unidad de las longitudes planetarias, y el que se refiere á la constitucion física de Vénus.

---



## VII

Los Gobiernos de las grandes potencias y las Corporaciones científicas del mundo con motivo del próximo pasaje de Vénus.—La Comisión española nombrada por el Gobierno para estudiar el fenómeno.—Instrumentos que ha de emplear en las observaciones, sus trabajos preliminares y puntos que ha elegido en nuestras Antillas.—Preceptos para la observación de los contactos de los limbos de Vénus y el Sol adoptados por la Comisión española.

Como este tránsito es el último que se verificará en el siglo presente, y los beneficios que reportan á la ciencia estos fenómenos son tan grandes, por esta razón se comprenderá fácilmente los desvelos de los sábios, y el interés que se toman para estudiarlo y poder corregir los errores cometidos en la observación de los tránsitos anteriores.

Así, pues, las Academias del mundo donde se rinde culto al saber, ricos propietarios, banqueros afamados, los Gobiernos de los pueblos cultos de Europa y de América, han prestado su apoyo y su valiosa influencia á los sábios en esta ocasión solemne para la adquisición de los instrumentos necesarios, y para que las

Comisiones nombradas al efecto se trasladen á los puntos de la Tierra designados por el Congreso científico internacional; todos los que aman el progreso, todos los que trabajan por la civilizaci6n de los pueblos, han rivalizado en celo é interés en beneficio de la más hermosa y magnífica de las ciencias experimentales.

España toma parte también en esta empresa internacional, y contribuirá con su modesto óbolo al estudio de uno de los fenómenos más interesantes de la Naturaleza; pues deseoso D. Cecilio Pujazon, director del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando (Cádiz), de contribuir en la medida de sus fuerzas á que nuestra patria no apareciese en esta ocasi6n indiferente al progreso de la ciencia y aislada del concierto científico del mundo, y teniendo en cuenta que nuestras Antillas están convenientemente situadas para la observaci6n de dos de las fases del paso, propuso al señor ministro de Marina el establecimiento de dos estaciones de observaci6n, la una en la Isla de Cuba, y la otra en la de Puerto-Rico; propuesta que ha sido aprobada y dadas las órdenes oportunas para que se lleve á efecto el plan trazado por el Sr. Pujazon, facilitando el Gobierno los recursos más indispensables para la organizaci6n de las estaciones. La estaci6n de la Isla de Cuba piensa establecerla el Sr. Pujazon en la regi6n SE. de esta Isla, probablemente en Manzanillo ó en Santa Cruz; la de Puerto-Rico la establecerá en un punto muy próximo á la capital, ó tal vez en otro lugar de la costa Sur, segun las noticias que comuniquen al Sr. Pujazon respecto á las condiciones meteorológicas que hayan tenido en el ańo anterior y en el actual varios puntos de esta Isla.

A estos puntos irán dos Comisiones constituidas exclusivamente por marinos españoles, los únicos en España que han de observar con carácter oficial el paso de Vénus, y los únicos tambien que se interesan entre nosotros por el adelanto y perfeccion de la Astronomía.

Como este asunto tanto interesa á nuestra patria, y está llamado quizá á darnos alguna significacion científica en el extranjero, conviene que nos ocupemos, aunque someramente, en virtud de los datos que han tenido la amabilidad de facilitarnos en el ministerio de Marina, del personal que ha de ir á nuestras Antillas y de los instrumentos que han de usar en esta ocasion.

En la propuesta que el Sr. Pujazon ha dirigido al señor ministro de Marina, despues de exponer una série de consideraciones sobre la forma en que se han de hacer las observaciones, y de ocuparse de los aparatos é instrumentos que son necesarios en estos casos, hace presente que muchos de éstos existen en el Observatorio de San Fernando y en la Comision hidrográfica establecida en el vapor *Piles*, y que solamente hay necesidad de adquirir tres anteojos, dos de seis pulgadas inglesas de abertura libre, montados ecuatorialmente con movimiento de relojería, y otro de cuatro pulgadas de abertura libre, montado tambien ecuatorialmente pero sin movimiento de relojería; para cuyos gastos, además de las cantidades que se tienen consignadas en el presupuesto ordinario del Observatorio, necesita 10.000 pesetas como extraordinario para estas compras, y otras 10.000 para los gastos de embalajes, instalacion en los puntos en que se observe el fenómeno, conduccion de ida y vuelta del material, y para atender á cualquier gasto imprevisto.

Los anteojos indicados los ha mandado construir el Sr. Pujazon á principio de este año de 1882, á fin de que estén hechos con la anticipacion debida para que se familiaricen con su uso los astrónomos que tengan que utilizarlos en el momento crítico de la observacion, y no vaya á perderse ésta por una vacilacion ó por una duda cualquiera.

Estos anteojos están ya terminados: uno ha sido construido por el acreditado fabricante T. Cooke, de York, y el otro por el no ménos celebrado óptico Mr. Grubb, de Dublin, que ha construido recientemente el famoso antejo ecuatorial de Viena, cuyo objetivo tiene 27 pulgadas inglesas (1).

El Sr. Pujazon ha solicitado además una autorizacion para tomar del vapor *Piles* cuando sea necesario

---

(1) Las 20.000 pesetas consignadas por el Gobierno para la adquisicion de los instrumentos, gastos de embalaje, conduccion de los mismos, etc., hasta la fecha en que trazamos estas líneas, se han distribuido en la forma siguiente:

En el antejo ecuatorial de 6 pulgadas, de Grubb, 7.500 pesetas; en el de 4 pulgadas, 1.750; en el péndulo de experiencias, 400; no tenemos noticias de lo que han costado los anemómetros, y algunos oculares y vidrios oscuros.

De las 10.000 pesetas destinadas para instalaciones, van gastadas 2.500 en cuatro cabañas para que sirvan de resguardo á los instrumentos, y 250 pesetas en diversos utensilios para el servicio de estos.

Segun tenemos entendido, la *Compañía Trasatlántica*, deseosa de facilitar dentro de su esfera de accion todas las atenciones debidas á la Comision española, ha dado las órdenes oportunas á los capitanes de los vapores que han de conducir á nuestros compatriotas á las Antillas, para que traten con el mayor cuidado los instrumentos y demás aparatos, designan-

los instrumentos que hagan falta, y ha pedido tambien que se nombren tres oficiales que á sus órdenes vayan á la expedicion, debiendo ser la salida para nuestras Antillas lo más tarde el 10 de Setiembre de este año, y que prevenga, en fin, el señor ministro de Marina al comandante del Apostadero de la Habana que auxilie á la Comision con el personal y efectos que sean necesarios.

El número de individuos que formarán esta Comision, de la que es jefe el Sr. Pujazon, será el estrictamente indispensable para organizar las dos estaciones.

En la Isla de Cuba observarán el paso de Vénus el Sr. Pujazon y el teniente de navío D. Francisco Vazquez, profesor de la seccion de cronómetros é instrumentos de la Marina en el Observatorio de San Fernando. Y en Puerto-Rico los tenientes de navío don Tomás Azcárate y Menendez, profesor del curso de ampliacion de Marina de dicho Observatorio, y D. José de Ibarra; pero á estas Comisiones se agregarán en Puerto-Rico y en Cuba algunos oficiales de la Armada para auxiliarlas en los diversos trabajos que han de llevar á cabo.

Cada una de estas estaciones estará provista de los instrumentos siguientes:

---

do al efecto en los buques sitio especial para los más delicados, y ha llevado su galantería hasta el extremo de rebajar á la mitad el precio de los fletes.

## ESTACION DE PUERTO-RICO

Un anteojo ecuatorial con objetivo de 6 pulgadas inglesas de abertura libre, con movimiento de relojería, ocular solar diagonal, micrómetro, etc., construido por Cooke.

Otro anteojo ecuatorial de 4 pulgadas inglesas de abertura libre, construido por Secretan.

Un anteojo de Fronghton con objetivo de 3  $\frac{1}{2}$  pulgadas inglesas, montaje ecuatorial, construido por Cooke, y ocular solar diagonal.

Un instrumento de pasos de Repsold para la determinacion del tiempo y de la latitud.

Un péndulo sidéreo.

Cuatro cronómetros.

Un cronógrafo construido por Hipp.

Una mesa telegráfica para fijar la longitud de los puntos de estacion con referencia á un meridiano bien determinado.

Un sextante de Fronghton, con pié y horizonte.

Un teodolito de Brunner para alguna pequeña triangulacion que sea necesario hacer.

Un barómetro.

Un psicrómetro, y

Un anemómetro, sistema Robinson.

## ESTACION DE LA ISLA DE CUBA

Un anteojo ecuatorial con objetivo de 6 pulgadas inglesas de abertura libre, con movimiento de relojería,

ocular solar diagonal, micrómetro, etc., construido por Grubb.

Otro con objetivo de 4 pulgadas inglesas, con movimiento de relojería, ocular diagonal, etc., del mismo autor.

Un anteojo de Fronghton de 3  $\frac{1}{2}$  pulgadas inglesas, montaje ecuatorial, construido por Cooke, con ocular solar diagonal.

Un instrumento de azimut y altura dispuesto para usarlo tambien como anteojo de pasos, construido por Brunner.

Un péndulo sidéreo eléctrico, de Hipp.

Cuatro cronómetros.

Un cronógrafo, de Hipp.

Una mesa telegráfica para determinar longitudes.

Un sextante, de Fronghton.

Un nivel, de Ertel.

Un barómetro.

Un psicrómetro, y

Un anemómetro, sistema Robinson.

Además lleva el Sr. Pujazon un instrumento magnético universal, sistema Lamont, construido por Edelman, de Munich, y un péndulo de experiencias.

Uno de los oficiales auxiliares se hará cargo en cada estacion del tercer anteojo; y tanto para que estos auxiliares tengan alguna idea de la velocidad con que ocurren los fenómenos del paso, cuanto para no perderla los que la tienen y son prácticos y hábiles en el manejo de los instrumentos, como lo es el Sr. Pujazon, lleva cada Comision un pequeño aparato de pasos artificiales.

El objeto principal de nuestros ilustrados compatriotas es la observacion del paso de Vénus, siendo las fases á que principalmente dedicarán su atencion los contactos internos con arreglo á los preceptos que ha adoptado, y que insertamos íntegros á continuacion; pero además, por lo que respecta al tránsito de Vénus, harán la medicion de distancias pequeñas de Vénus al limbo del Sol á la entrada y salida, así como del diámetro de ese planeta y diferencias de ascension recta entre Vénus y el Sol durante el pasaje.

Está provista cada estacion de tres anteojos, por si ocurre alguna avería á uno de ellos, y porque es conveniente sobre todo que las observaciones se hagan con anteojos de diversas aberturas á fin de comprobar las distintas teorías que se han ideado para explicar los fenómenos de los contactos, en muchas de las cuales entra como factor importante la abertura del anteojo; y como con toda seguridad se harán en los Estados-Unidos y en otros países muchas observaciones con anteojos de pequeña abertura, el Sr. Pujazon, con el buen sentido práctico que tanto le distingue, ha querido tambien utilizar este medio de investigacion en beneficio de la ciencia que tanto ama y por la que hace tantos sacrificios.

La prevision del Sr. Pujazon es digna de los mayores elogios.

Por si el paso de Vénus, por circunstancias atmosféricas especiales, no pudiera observarse, se propone llevar, á parte de los instrumentos citados, los magnéticos que se habían preparado para la Comision hidrográfica de las Antillas, á fin de hacer en la Isla de Cuba y en la de Puerto-Rico las observaciones

necesarias para poder trazar cartas de los elementos magnéticos de ambas islas, y áun hacer algunas determinaciones fundamentales de posiciones geográficas.

El plan trazado por el Sr. Pujazon para hacer las observaciones de los contactos en las Antillas, y los preceptos á que han de sujetarse en todos sus trabajos los astrónomos de la Comision española, tienen por base las instrucciones adoptadas por el Congreso internacional de París, algo modificadas por la Comision inglesa, y que el Sr. Pujazon las ha aceptado por ser los instrumentos principales que ha de emplear semejantes á los que ha de usar la mayoría de los astrónomos ingleses.

Estas instrucciones tienen por objeto destruir, por todos los medios con que hoy cuenta la ciencia astronómica, los obstáculos que se oponen á la comprension del fenómeno de los contactos de los limbos de Vénus y el Sol, y facilitar la solucion de este problema. Tanto por la importancia que tienen, cuanto por referirse á los astrónomos de nuestra patria, vamos á reproducirlas, aprovechando la ocasion de tener en nuestro poder una copia de esas instrucciones, que ha tenido la bondad de enviarnos el Sr. Pujazon.

«Nuestro principal objeto, dicen dichas instrucciones, es obtener la mejor determinacion posible de los momentos de los contactos, y especialmente de los internos, y á ello se subordina todo el plan de observaciones.

»Para que pueda formarse una idea de las cualidades de los anteojos que se emplean, se hará constar en el cuaderno de observaciones:

»1.º La forma que toma la imágen de una estrella

brillante al estar el anteojo bien enfocado y al correr el ocular hacia uno y otro lado del foco.

»2.º La potencia del anteojo para separar estrellas dobles.

»3.º Si el anteojo permite ver distintamente las granulaciones solares en tiempo claro, y cuál era su grado de visibilidad durante el paso de Vénus.

»Para las observaciones de contactos se emplearán los prismas reflectores para disminuir el calor y consiguiente peligro para los ojos del observador, con ocular negativo de amplificación inmediatamente superior á 150 diámetros, y colocando entre el ocular y el ojo cuñas dobles de cristal formadas por una de color tinte neutro y otra incolora. Si la definición no fuese buena se usará un ocular de amplificación inferior, pero no menor de 120.

»Para el arreglo de la iluminación del campo se correrá la cuña de un lado, hasta aquel punto (supuesto el Sol sin nubes que lo cubran) en que se vea el limbo del Sol con la mayor cantidad de luz posible, pero sin incomodidad; y del otro hasta aquel en que, con la menor cantidad de luz, se vea distinto y claro; y se colocará la cuña, para la observación de contactos, en la posición intermedia.

» Como las expresiones «contacto», contacto aparente, contacto actual, contacto real y contacto verdadero, sin explicación de la clase de fenómeno á que se refieren, puede ocasionar errores de interpretación, no se emplearán solas.

»Las horas de todo fenómeno *distinto* que se *anote* se registrarán en los cronógrafos, y también directamente por medio de los cronómetros colocados al lado

de los observadores; y como los fenómenos vistos en los pasos anteriores han presentado para la mayoría de los observadores un carácter complejo, se atenderá para su clasificación á las reglas siguientes:

» Momentos que corresponden á los contactos internos.

» *a) A la entrada.* — El momento en que se ve por última vez una discontinuidad bien evidente y persistente en la iluminación del limbo aparente del Sol, en las proximidades del punto de contacto.

» *b) A la salida.* — El momento de la primera aparición de una discontinuidad bien marcada y persistente en la iluminación del limbo aparente del Sol, en las proximidades del punto de contacto.

« Para interpretar debidamente la expresión discontinuidad bien evidente ó marcada, y persistente, deben tenerse en cuenta los preceptos que siguen.

» *c)* Si los *limbos* de los dos astros llegan al contacto geométrico sin que se desformen sus contornos y sin que se ennegrezca el hilo luminoso que va quedando entre ellos, debe anotarse el instante en que sucede como momento del contacto.

» *d)* Pero si se produce una gota negra, ligamento ó sombra bien definida, y tan oscura como el mismo cuerpo del planeta, se anotarán como horas de los contactos el momento de la ruptura definitiva del ligamento, á la entrada, y el de su primera aparición á la salida.

» Entre ambos casos extremos pueden ocurrir ciertas apariencias intermedias que deberán interpretarse de la manera siguiente:

» *e)* Si permaneciendo sin deformación los limbos

se ennegrece el filete luminoso sin que la sombra llegue nunca á ser tan oscura como el cuerpo del planeta, el observador deberá anotar el momento del contacto geométrico, y además el de la aparición ó desaparición de la sombra.

»f) Si la sombra que se interpone es desde el principio, ó llega á hacerse tan oscura como el cuerpo del planeta, el instante definido anteriormente es aquel en que cesa ó se establece esta igualdad.

»Al aproximarse el contacto, el observador debe fijar su atención en las partes del limbo del Sol inmediatas al punto de contacto; y la discontinuidad en la iluminación del limbo del Sol en las proximidades del punto de contacto se reconocerá por el contraste entre la iluminación en el *mismo* punto de contacto y hacia *cada lado* de él.

»g) Por último, deberá anotarse si se producen franjas ó cualquier fenómeno luminoso bien distinto, fijando los momentos de su aparición ó desaparición.

»En general, es de desear que se anoten los momentos en que el observador vea producirse cualquier fenómeno *bien distinto* hacia las inmediaciones de los contactos; pero tampoco conviene multiplicar sin *necesidad* anotaciones que no se refieran á fenómenos tan perfectamente definidos, que sea fácil describirlos separándolos de los demás fenómenos observados.

»Es necesario también no confundir los fenómenos producidos por la ondulación atmosférica, y por la aureola ó penumbra que puede rodear á *todo* el cuerpo de Vénus, con los relativos al ligamento ó contacto.

»El observador debe indicar clara y distintamente los momentos que, en su opinión, corresponden más próxi-

mamente á los contactos tales como se han definido; pero en el caso que tenga dudas sobre el segundo de tiempo que deba anotar, á causa de que la disminucion ó el aumento de la iluminacion del disco solar en las proximidades del punto de contacto, ó los cambios en el ligamento, gota negra ó sombra sean graduales, deberá indicar dos tiempos límites, manifestando claramente que le ha sido imposible definir cuál de los dos momentos que indica es el más cercano al del contacto; y tales observaciones, si los límites entre los que están comprendidas son de un corto número de segundos, se contarán entre las más satisfactorias que pueden hacerse. El observador no debe descorazonarse por no poder dar más que el segundo más próximo posible, dadas las condiciones del fenómeno. La variacion de la separacion angular entre los limbos de Vénus y el Sol, es solamente de *un décimo de segundo de arco en dos segundos de tiempo*, y es muy difícil apreciar sobre el Sol aquella cantidad.

»En todo caso, el observador deberá añadir á sus notas un dibujo ó croquis hecho inmediatamente despues de cada observacion completa de un contacto, para aclarar la significacion que da á su descripcion del fenómeno.

»h) Si los limbos de Vénus en el contacto interno caen por dentro del disco solar, el observador deberá anotar, tan exactamente como le sea posible, el momento que parecerían coincidir los limbos del Sol y Vénus idealmente prolongados. Esta observacion, aunque grosera, debe hacerse como comprobacion de la fase principal anotada.

»i) Aunque la observacion de los contactos exter-

nos es muy difícil, deberá hacerse, sin embargo, fijando para ello, con los medios apropiados, el punto del disco solar en que debe ocurrir el primero.

»Las anotaciones relativas á las observaciones de contactos se harán en una hoja suelta, en la que se indicará el número y autor del cronómetro que se use, teniéndose especial cuidado en la anotacion del minuto, que deberá siempre rectificarse.

»Las descripciones de los contactos que corresponden á los tiempos anotados, se escribirán de una manera indeleble ántes de comunicarse los observadores entre sí, firmándolas cada uno, y por ningun pretexto se alterará ningun número una vez escrito. Si hay que hacer alguna rectificacion, cualquiera que ésta sea, se pondrá una nota que exprese la alteracion ó correccion que debe hacerse en los números escritos, sin borrar los primitivos ni escribir sobre ellos.

»Despues de terminada la observacion del paso se hará una copia, firmada por el observador, é idéntica á la nota original; ésta se guardará en un sobre cerrado é indicando su contenido.

»La práctica adquirida en la observacion de pasos artificiales tiene sólo por objeto hacerse cargo de la velocidad con que han de ir presentándose los fenómenos de contacto; pero de ninguna manera debe tomarse como guía de la clase de apariencias que van á presentarse en el paso real, pues las condiciones de éste difieren tanto de las en que se realizan las experiencias, que en rigor no existe más que una lejana analogía entre éstas y aquél.»

---

## VIII

Comisiones nombradas por las principales naciones para observar el tránsito de Vénus desde diversos lugares de la Tierra.

Si España, á pesar del atraso en que se encuentra y de la proteccion escasa y pobre que en estos casos dispensan los Gobiernos—cuando la dispensan—hace estos preparativos, juzgen nuestros lectores los que estarán haciendo en los momentos actuales las demás naciones que marchan hoy á la vanguardia del progreso, cuyos Gobiernos han proporcionado cantidades considerables para llevar á cabo con el mejor éxito esta brillante empresa científica.

El Gobierno inglés ha votado la suma de 14.680 libras esterlinas para cubrir todos los gastos de las expediciones que ha organizado (1).

---

(1) Los astrónomos de los distintos países que observaron el paso de Vénus en 1874, tienen la ventaja, sobre los que no pudieron observarlo, de poseer en esta ocasion todo el material de instrumentos necesario adquirido entónces para hacer esta clase delicadísima de observaciones.

Merced á los datos que ha tenido la bondad de facilitarnos el sábio astrónomo inglés Mr. E. J. Stone, di-

En este caso se encuentra Inglaterra: sus astrónomos están provistos de numerosos y de los más perfectos instrumentos que hoy se construyen; pero su amor á la ciencia es extraordinario, y todo gasto y sacrificio les parece poco en beneficio de la Astronomía.

La Comision inglesa para organizar los trabajos de la observacion del paso de Vénus contaba con once anteojos, y queria adquirir cinco más; no tenia necesidad tampoco de cronómetros, de péndulos sidéreos, de sextantes, etc., y sin embargo, ha adquirido nuevos instrumentos de esta clase.

En un folleto publicado por dicha Comision, que se repartió entre los individuos que asistieron al Congreso internacional de París, y del cual nos ha remitido un ejemplar el profesor Stone, se hallan consignadas las siguientes cantidades, en libras esterlinas, para la adquisicion de instrumentos y para atender á los demás gastos de las expediciones.

|                                                                    |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| Instrumentos nuevos. . . . .                                       | 1.800 |
| Cabañas para diez y seis telescopios. . . . .                      | 800   |
| Idem para ocho altazimut. . . . .                                  | 300   |
| Para arreglo de los telescopios. . . . .                           | 600   |
| Conduccion de instrumentos. . . . .                                | 1.000 |
| Pasaje de observadores al Cabo de Buena-Esperanza. . . . .         | 480   |
| A las Bermudas. . . . .                                            | 630   |
| A Nueva Zelanda. . . . .                                           | 500   |
| A Talklaud y Sydney. . . . .                                       | 193   |
| Para gastos imprevistos. . . . .                                   | 1.300 |
| Para ensayos preliminares en el Observatorio de Greenwich. . . . . | 500   |

---

8.103

A esta cantidad hay que agregar la que está designada para los sobresueldos, manutencion de los astrónomos y reduccion de observaciones, que arroja un total de 15.450 libras esterlinas.

rector del Observatorio de Oxford, podemos dar sobre este asunto importatísimos detalles á nuestros lectores.

Los astrónomos ingleses fijarán principalmente su atención en estudiar los contactos de los discos del Sol y de Vénus, y algunas de las medidas de los cuernos de ambos astros; las medidas de las distancias de sus limbos respectivos las harán con micrómetros de doble imágen.

Los telescopios que han de usar son ecuatoriales, de seis pulgadas inglesas de abertura, y se proponen emplear ante todo prismas de reflexion en su primera superficie, con un campo de vision reducido á un grado de claridad moderado, mediante discos graduados de cristal de color neutro. La fuerza óptica del aumento será aproximadamente de 150 veces el objeto que se observe.

Las estaciones que han escogido son á propósito para que contribuyan al mejor éxito de los trabajos que han de realizar esos hábiles astrónomos, y para que proporcionen dos determinaciones independientes de la paralaje solar, comparando respectivamente los contactos acelerados y retardados por la paralaje á la entrada y salida. Por esta razon piensan multiplicar las observaciones tanto cuanto la considerable suma puesta á su disposicion se lo permitan, en lo cual han sido grandemente favorecidos por el hecho de existir en el Cabo de Buena-Esperanza un Observatorio del Almirantazgo, y los importantes de Sydney y Melbourne, en la Australia, no ménos que por la liberalidad general de los establecimientos de las colonias inglesas.

El Gobierno del Canadá, por ejemplo, no sólo ha

facilitado la suma de 1.000 libras esterlinas para satisfacer los gastos necesarios á que asciendan la adquisicion de nuevos instrumentos, sino que ha enviado á Inglaterra un observador para que estudie los planes astronómicos de los ingleses, á fin de hacer tan eficaz como sea posible su inteligente cooperacion.

Las estaciones y el personal designado para hacer las observaciones en cada una de ellas, son las siguientes:

## ENTRADA RETARDADA

|                    |   |                                                        |
|--------------------|---|--------------------------------------------------------|
| Jamaica. . . . .   | { | Mr. Copeland, astrónomo del Observatorio de Dun-Echt.  |
|                    | { | Mr. Mackinlay, capitán de artillería.                  |
| Barbadas . . . . . | { | Mr. Talmage, astrónomo del Observatorio de Leyton.     |
|                    | { | Mr. Thomson, teniente de artillería.                   |
| Bermudas. . . . .  | { | Mr. J. Plummer, astrónomo del Observatorio de Oruvell. |
|                    | { | Mr. Neate, teniente de navío.                          |

Mr. Hall también observará en Jamaica, y probablemente seguirá su noble ejemplo el conde Crawford. Los astrónomos del Canadá colocarán en el campo tres observadores con telescopios de seis pulgadas, no contando otros sábios que tienen á su disposición instrumentos de menor alcance. Los colonos de Natal (Africa) colocarán también á campo raso otro telescopio, y Mr. Meldrum observará el pasaje en la isla Mauricio, en el Mar de las Indias.

ENTRADA ACELERADA

|                                            |   |                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Observatorio del Cabo . . . . .            | { | Mr. Gill, astrónomo real.<br>Mr. Maclear, astrónomo del Observatorio del Cabo.                                            |
| Aberdeen Road. (Colonia del Cabo). . . . . | { | Mr. Finlay, astrónomo del Observatorio del Cabo.<br>Mr. Pett, idem.                                                       |
| Montagu Road . . . . .                     | { | Mr. Burton.<br>Mr. C. M. Stevens.                                                                                         |
| Madagascar. . . . .                        | { | El P. Perry, astrónomo del Observatorio de la C. de J. en el Colegio de Stonyhurst.<br>R. P. Sidgreaves.<br>Mr. Carlisle. |

SALIDA ACELERADA

Los mismos astrónomós que para la entrada retardada.

SALIDA RETARDADA

|                                    |   |                                                                                         |
|------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Nueva-Zelanda. . . . .             | { | Mr. Tupman, teniente coronel de artillería de Marina.<br>Mr. Coke, teniente de navío.   |
| Brisbane . . . . .                 | { | Mr. Morris, capitan de ingenieros.<br>Mr. Darwin, teniente de ingenieros.<br>Mr. Peake. |
| Observatorio de Melbourne. . . . . | { | Mr. Ellery, con toda la dotacion del Observatorio.                                      |
| Observatorio de Sydney . . . . .   | { | Mr. Russell, con toda la dotacion del Observatorio.                                     |

El capitan Wharton, de la marina inglesa, tiene á bordo del buque *Sylvia* dos telescopios; y si el cielo

está despejado el día de la observacion, estudiará las dos fases principales del fenómeno en alguna estacion próxima á la extremidad austral del continente americano. Mr. Stone nos dice que espera que algunos colonos de la Australia hagan un considerable número de observaciones de los contactos, contribuyendo de este modo al mejor éxito de la empresa comun.

La organizacion dada tambien por su parte á estos preparativos por los astrónomos franceses, y aprobada por la Comision académica del paso de Vénus, son muy importantes, segun nos escribe, con fecha 11 de Julio de este año, el Contra-Almirante de la Marina francesa y Director del Observatorio de París, Mr. Mouchez.

Francia ha nombrado ocho Comisiones, y para satisfacer los gastos que ocasionen, la cantidad votada por la Asamblea Nacional se eleva ya á 485.000 francos. Los lugares elegidos para la instalacion de las Comisiones y el personal que ha de constituir las, son los siguientes:

|                                  |                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Martinica . . . .                | { Mr. Tisserand, jefe, astrónomo del Observatorio de París y miembro del Instituto.<br>Mr. Bigourdan, astrónomo del Observatorio de París.<br>Mr. Puiseux, astrónomo auxiliar de idem. |
| Santo Domingo<br>(Haiti) . . . . | { Mr. Abbadie, jefe, miembro del Instituto.<br>Mr. Chapuis, teniente de navío.<br>Mr. Callandreau, astrónomo adjunto del Observatorio de París.                                        |
| Méjico. . . . .                  | { Mr. Bouquet de la Grye, jefe, ingeniero hidrógrafo.<br>Mr. Arago, teniente de navío.<br>Mr. Heraud, ingeniero hidrógrafo.                                                            |

|                                  |   |                                                        |
|----------------------------------|---|--------------------------------------------------------|
| San Agustín<br>(Florida) . . .   | } | Coronel Perrier, jefe, miembro del Instituto.          |
|                                  |   | Comandante Bassot.                                     |
|                                  |   | Capitan Defforges.                                     |
| Río Negro (Patagonia) . . . .    | } | Mr. Perrotin, jefe, director del Observatorio de Niza. |
|                                  |   | Mr. Tessier, teniente de navío.                        |
|                                  |   | Mr. Delacroix, idem.                                   |
|                                  |   | Mr. Guéndire, agregado al Observatorio de París.       |
| Chubut (Patagonia) . . . . .     | } | Mr. Hatt, jefe, ingeniero hidrógrafo.                  |
|                                  |   | Mr. Leyque, teniente de navío.                         |
|                                  |   | Mr. Mion, ingeniero hidrógrafo.                        |
| Santa Cruz (Patagonia) . . . . . | } | Mr. Fleuriais, jefe, capitan de fragata.               |
|                                  |   | Mr. de Saint-Julien, teniente de navío.                |
|                                  |   | Mr. Le Pord, idem.                                     |
| Santiago de Chile . . . . .      | } | Mr. Bernardières, jefe, teniente de navío.             |
|                                  |   | Mr. Bernaud, idem.                                     |
|                                  |   | Mr. Favereau, alferéz de navío.                        |

Una novena Comision, bajo la direccion de Mr. Martial, capitan de fragata, y de Mr. Courcelle-Seneuil, teniente de navío, se ha organizado mucho tiempo ántes que las anteriores para observar tambien el paso de Vénus en la isla del Cabo de Hornos, la cual permanecerá un año en este punto para el estudio internacional de la física del Globo alrededor del polo.

Esta Comision, que costará ella sola 800.000 francos, está compuesta de oficiales de marina en número de diez, y ha partido para su destino el día 3 de Julio de este año á bordo de la corbeta *La Romanche*. Los sábios que la componen se proponen determinar la configuracion geográfica del Cabo de Hornos, conocer con exae-

titud el punto del cielo de donde surgen las estrellas fugaces en el hemisferio austral, y resolver otros asuntos relacionados con la cometografía. La ciencia zoológica está representada también en esta estación científica por Blanchard, la botánica por Duchartre, la geología por Daubrée y Olvizeaux, y la meteorología por Angot, nombres todos ventajosamente conocidos en los círculos científicos de Europa.

A las ocho Comisiones anteriores están agregados cuatro oficiales de marina, y un médico de la misma formarán igualmente parte de cada una.

Todas las Comisiones francesas estarán provistas, según nos dice el sabio Abbadie, de un anteojo ecuatorial de 8 pulgadas con movimiento de relojería, de micrómetros, prismas de Arago, de lunetas meridianas, de teodolitos y de instrumentos para estudiar la física del Globo, el magnetismo y los fenómenos meteorológicos. Además tendrán un péndulo para estudiar la fuerza de la pesantez los jefes de estación Sres. Bouquet de la Grye, Abbadie y Hatt: seis estaciones dispondrán de fotoheliógrafos para obtener del paso de Vénus pruebas fotográficas; y los Sres. Perrotin y Tisserand tendrán un heliómetro cada uno de cuatro pulgadas para medir las distancias de Vénus al centro del disco del Sol.

También Mr. Abbadie, Fleuriais, Tisserand y Bernardières harán observaciones magnéticas, y este último se propone medir la diferencia de longitud entre Santiago de Chile y un lugar de la República Argentina. Cada jefe de estación cobrará del Gobierno francés 30.000 francos para sus gastos de viaje, menos Mr. Abbadie, que sólo percibirá del Instituto de Francia 6.000

francos con dicho objeto, y para la adquisicion de algunos instrumentos.

Alemania tambien tiene una participacion brillante en esta empresa internacional.

Cuando en el mes de Abril de este año concebimos la idea de publicar este libro, en virtud de los numerosos é importantes datos que teníamos en nuestro poder, escribimos al Dr. Færster, director del Observatorio de Berlin y vice-presidente primero que fué de la Conferencia científico internacional de París, pidiéndole ciertos detalles sobre los acuerdos tomados por esta docta Asamblea, principalmente en las sesiones celebradas en los días 8, 10 y 11 del mes de Octubre de 1881, en las cuales se determinó la manera de hacer las observaciones de los contactos, á lo que tuvo la amabilidad de contestarnos en seguida dándonos sobre ese punto científico, base de los estudios próximos del paso de Vénus, noticias y explicaciones á cual más interesantes.

Deseosos de darle á nuestro libro todo el interés posible, y habiendo leído en la prensa científica extranjera y en el *Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft* la organizacion definitiva que habían dado los astrónomos alemanes á sus trabajos para hacer las observaciones del tránsito de Vénus, en cuyo asunto tanta gloria corresponde al profesor Bruns, director del Observatorio de Leipzig, le escribimos tambien á este señor; y no sólo nos ha contestado ámplia y de una manera satisfactoria, sino que ha tenido la bondad de enviarnos espontáneamente una magnífica carta geográfica en la cual están trazadas las líneas que pueden guiar á los astrónomos para la eleccion de los puntos en que

ha de ser visible el tránsito de Vénus, y que sentimos vivamente no poderla reproducir en este libro por lo tarde que hemos recibido tan interesante trabajo.

En virtud de los datos que nos han remitido esos ilustres astrónomos, que tanta fama tienen en los centros científicos de Europa, el Gobierno de Alemania, despues de haber tomado en consideracion los acertados informes de la Comision científica alemana para la observacion del paso de Vénus, compuesta de su digno presidente el profesor Auwers, astrónomo de la Academia Real de Berlin, y de los sábios directores de los principales Observatorios de Alemania, señores Bruns, Færster, Rümker, Schoufeld, Seeliger, Seidel, Vogel y Winnecke, ha facilitado la suma de 195.000 marcos para atender á los gastos de las cuatro expediciones que han organizado los astrónomos alemanes.

Esta cantidad, poco considerable en concepto del Dr. Bruns, ha sido sin embargo estimada suficiente por el Gobierno aleman, porque la mayor parte de los instrumentos que han de usar los astrónomos en esta ocasion pertenecen á los Institutos, á las Corporaciones científicas y á varios particulares, que no han tenido inconveniente en prestarlos guiados sólo por su patriotismo y por su ardiente amor á la Astronomía.

Los nombres de las estaciones y el personal que ha de formar las cuatro Comisiones alemanas, son los siguientes:

- |                                                          |   |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hartfort ( <i>Estados-Unidos</i> ) . . . . .             | } | <p>Dr. Müller, primer astrónomo del Observatorio de Postdam.</p> <p>Dr. Deichmüller, segundo astrónomo del Observatorio de Bonn.</p> <p>Mr. Bauschinger, ayudante científico (de la Universidad de Munich).</p> <p>Mr. Dolter, de Diedenhafen, mecánico.</p> |
| Aiken ( <i>Estados-Unidos</i> ) . . . . .                | } | <p>Dr. Franz, primer astrónomo del Observatorio de Königsberg.</p> <p>Dr. Kobold, segundo astrónomo del Observatorio de O'Gyalla.</p> <p>Mr. Marouse, ayudante científico (de la Universidad de Berlin).</p> <p>Mr. Carl, de Wursburgo, mecánico.</p>        |
| Bahía - Blanca ( <i>Republica Argentina</i> ) . . . . .  | } | <p>Dr. Hartvig, primer astrónomo del Observatorio de Strasburgo.</p> <p>Dr. Peter, segundo astrónomo del Observatorio de Leipzig.</p> <p>Mr. Wislicennus, ayudante científico (de la Universidad de Strasburgo).</p> <p>Mr. Mayer, de Munich, mecánico.</p>  |
| Punta Arenas ( <i>Estrecho de Magallanes</i> ) . . . . . | } | <p>Dr. Kúnstner, primer astrónomo del Observatorio de Berlin.</p> <p>Dr. Kempf, segundo astrónomo del Observatorio de Potsdam.</p> <p>Mr. Steinmann, ayudante científico (de la Universidad de Strasburgo).</p> <p>Mr. Schwab, de Marburgo, mecánico.</p>    |

Las Comisiones que han de observar el tránsito de Vénus en Bahía-Blanca y en Punta Arenas, estarán bajo la inteligente direccion del profesor Auwers, de Berlin, que observará personalmente el fenómeno en Punta Arenas: es el verdadero instigador de esta empresa en su patria. A la expedicion cuarta está agregado el distinguido naturalista Mr. Steinmann, el

cual hará investigaciones geológicas durante el tiempo que permanezca la Comision en Punta Arenas.

Estas estaciones se hallarán provistas de un heliómetro cada una, de varios refractores de 6 piés de distancia focal para la observacion de los contactos, de varios instrumentos y aparatos para la determinacion del tiempo y de las posiciones geográficas de los lugares donde se han de hacer las observaciones, de instrumentos meteorológicos, y de todos los útiles necesarios para montar un pequeño taller mecánico.

Los astrónomos alemanes tienen predileccion por las medidas micrométricas de las distancias de Vénus al centro del disco solar, que las obtendrán por el empleo del heliómetro (1), cuyo instrumento es el más complicado y el más delicado de todos los instrumentos que usan los astrónomos, pues es el que exige más experiencia y circunspeccion, y solo da buenos resultados en manos de observadores extraordinariamente hábiles.

El método fotográfico no se empleará por los astrónomos alemanes en ninguna de sus estaciones.

Además de estas cuatro expediciones, la Comision alemana establecida en la isla de Georgia para estudiar los fenómenos magnéticos y meteorológicos alrededor del polo estará tambien provista de un heliómetro y de un buen antejo para contribuir al mejor éxito de las observaciones internacionales del paso de Vénus.

---

(1) El heliómetro es un antejo cuyo objetivo está cortado en dos mitades, una de las cuales se mueve en virtud de una fuerza micrométrica: este aparato fué inventado por el célebre físico Fraunhofer.

El jefe de esta estacion es el Dr. Schröder, astrónomo del Observatorio de Hamburgo.

De Dinamarca no podemos dar noticias tan satisfactorias como de las otras naciones: no enviará más que una expedicion al mar de las Antillas.

Esta expedicion, bajo las órdenes del Sr. Pechüle, astrónomo del Observatorio de Copenhague, la constituirán dos ó tres auxiliares y el teniente de navío Mr. Hovgaard, hermano del que acompañó á los mares del Norte á Nordenskiöld, ántes de descubrir este ilustre marino en las regiones heladas del polo Norte el paso del Nordeste, problema planteado por la ciencia hace tres siglos y resuelto por Nordenskiöld en 1879.

La Comision partirá para su destino á fines de Setiembre próximo á bordo de la fragata de guerra *Sjælland*, que le prestará su concurso. Se instalará en un sitio conveniente de las islas de Dinamarca, en Santa Cruz ó en Santo Tomás. La cantidad votada por las Cámaras dinamarquesas es de 6.000 coronas, ó sean 8.500 francos. El material necesario para tiendas de campaña y otros útiles y objetos indispensables en estos casos, serán facilitados por el Gobierno.

Los instrumentos principales consisten en un anteojo de 4 pulgadas de abertura, y otro de 6 pulgadas con montura ecuatorial, que ha tenido á bien prestarle á la Comision el Observatorio de Pulkowa.

El objeto principal que se propone el Sr. Pechüle es la observacion de los contactos, y hacer medidas micrométricas-filares de las distancias de Vénus al centro del disco solar.

Mr. Hovgaard está bien preparado para este género delicadísimo de observaciones por el Sr. Pechüle; y

con respecto á este hábil observador, tiene muchos méritos contraidos en su larga vida científica para que nos congratulemos del buen éxito que han de tener sus observaciones.

En 1874, cuando el otro paso de Vénus, estando empleado en el Observatorio de Hamburgo formó parte de una Comision alemana que observó aquel fenómeno celeste en la isla Mauricio, con cuyo motivo probó el Sr. Pechüle su inteligencia y sus conocimientos prácticos en la Astronomía matemática. Observó los contactos con un antejo de 6 pulgadas, midió las distancias de los centros con un heliómetro, instrumento que maneja hábilmente y al que es muy apasionado, é hizo otras importantes observaciones que merecieron los mayores elogios de la prensa de su país.

Hace pocos meses que ha publicado un interesante trabajo, del que nos ha remitido un ejemplar, el cual, por su indisputable mérito, corrobora el brillante concepto que nos merecía ya el Sr. Pechüle.

Es un resumen de un estudio extenso y profundo, exclusivamente matemático, que ha dado á luz en las *Astronomische Nachrichten* de Kiel, en el cual se ocupa de las medidas micrométricas que se han de hacer durante el paso de Vénus, fundándose en las averiguaciones practicadas hace tiempo por Hansen y otros geómetras sobre la mayor ó menor ventaja que han de ofrecer las estaciones relativamente consideradas bajo el punto de vista de las mediciones micrométricas para la determinacion de la paralaje. Pero como se harán en general en cada estacion toda una série de semejantes observaciones, la cuestion siguiente se presenta por sí misma: — ¿Cuál es la mayor ó menor ventaja

que ofrece una combinacion dada de estaciones para determinar la paralaje solar en el conjunto de las medidas hechas en estas estaciones?—Esta es la cuestion y el objeto único del trabajo que con tanta competencia desenvuelve el Sr. Pechüle en la análisis y concienzuda crítica que hace de todos los métodos conocidos hasta hoy para conocer con exactitud el valor de la paralaje del Sol. Sentimos no poder reproducir algunos párrafos de este interesante trabajo del astrónomo dinamarqués, por impedirlo la índole elemental de este libro.

El Gobierno de Dinamarca, atendiendo las indicaciones del Sr. Pechüle y de otros sábios de ese país, ha mandado á Gothaab, en la Groenlandia, una Comision científica para que estudie el magnetismo terrestre en las regiones circumpolares. A pesar de su estado económico actual es un servicio el que ha prestado á los trabajos internacionales que se han organizado con aquel objeto, y por el cual le estarán agradecidos los amantes de la ciencia.

No podemos decir lo mismo del Gobierno de Austria.

Cuando el Gobierno francés, elevado por sus miras y grande por su patriotismo, invitó á todos los sábios del mundo para que se reunieran en París con objeto de constituir el Congreso científico internacional, el Gobierno austriaco pensó entónces enviar una expedicion científica á la América meridional para observar el tránsito de Vénus, y con este motivo dió la representacion de Austria en dicho Congreso al ilustre astrónomo Sr. Weis, director del Observatorio de Viena; pero cuando se trató de la concesion de la suma necesaria para sufragar los gastos de la expedicion, el Go-

bierno se opuso á ello terminantemente, alegando el fútil pretexto de que la situacion financiera del Imperio no permitía hacer semejante sacrificio.

¡Calificar un Gobierno de sacrificio una cantidad cualquiera consagrada al adelanto de la ciencia, como lo podría hacer un particular á quien se le pidiera prestada! ¡No contribuir á las glorias científicas de su patria! ¡Negar su apoyo al progreso moderno por falta de recursos, precisamente en las circunstancias actuales, que, con ocasion de la guerra anglo-egipcia, y preparándose contra la eventualidad de una guerra europea, no ha tenido inconveniente el Gobierno de esa nacion en hacer gastos considerables en aprestos militares, es decir, en allegar elementos destructores, los más opuestos á la civilizacion y al bienestar de los pueblos!

Es más: en vista del sangriento éxito obtenido por los trenes blindados, invencion diabólica empleada por los ingleses en Egipto, que, como el fusil Chassepot y el cañon Krupp, han hecho maravillas de destruccion sembrando la muerte por todas partes, ha decidido al ministro de la Guerra austriaco á crear varios regimientos de ferro-carriles; y para que nadie se escape á la accion del Gobierno en caso de guerra, ha dispuesto de una manera injusta y despótica que todos los empleados civiles de los ferro-carriles estén subordinados á las autoridades militares.

De esta manera se entiende todavía, en la Europa del siglo XIX, que debe sostenerse la tranquilidad, el órden y los derechos internacionales.

¡Cuándo se convencerán los Gobiernos de ciertos países que en fomentar la instruccion, y en prestar to-

do su concurso á las ciencias y á la industria, está la clave de su poder, de su engrandecimiento y de su emancipacion social!

En vista de esta negativa que priva á los astrónomos austriacos de observar en sitios á propósito de la Tierra el tránsito de Vénus, el Sr. Weis, guiado por su amor á la Astronomía, piensa trasladarse á sus expensas á las islas Azores y desde allí hacer sus observaciones, como lo hizo en Jassy en 1874. El Sr. Weis, sin embargo, no sabe si las muchas ocupaciones que sobre él pesan le permitirán cumplir su deseo, en cuyo caso tendrá que contentarse con estudiar desde el Observatorio de Viena aquel fenómeno celeste, que seguramente no ofrecerá las mismas ventajas que observado desde las Azores.

Con respecto á Italia sentimos no poder consignar noticia alguna de interés, porque el Gobierno de esta nacion ilustre, que tan brillantes servicios tiene prestados á la cultura humana, lo ha dispuesto de tal modo que ningun astrónomo italiano tomará parte en la observacion de aquel fenómeno.

En el año pasado, cuando se reunió en París el Congreso internacional, el Gobierno italiano no quiso estar representado en esa gloriosa Asamblea; y sólo á fuerza de instancias y de encarecerle algunos sábios de ese país la conveniencia de nombrar una persona competente con aquel objeto, encargó al profesor Govi, Comisario de la Exposicion de electricidad, que se hallaba entónces en París, que le representara en el Congreso.

El profesor Govi aceptó este honroso cargo; pero como el Gobierno de su país le había manifestado que

por razones financieras no podía arbitrar recursos con destino á la observacion del paso de Vénus, ni enviar por lo tanto Comision alguna para estudiar el fenómeno, el Sr. Govi no pudo en vista de esto tomar parte en las discusiones del Congreso, en las cuales se trató de los puntos de la Tierra más convenientes en que cada nacion debería hacer sus observaciones.

Muchos individuos del Congreso que conocían la competencia y la habilidad de los astrónomos italianos en esta clase de observaciones, y especialmente en el estudio de la química estelar y planetaria, sentían vivamente que Italia no contribuyera á los trabajos internacionales del paso de Vénus; pero cuando en una de las sesiones del Congreso el profesor Govi explicó detalladamente el método espectroscópico adoptado por sus compatriotas para observar en los eclipses los contactos de los limbos del Sol y de la Luna, y el mismo fenómeno en los pasajes de los planetas inferiores Mercurio y Vénus sobre el disco solar, el Congreso demostró su deseo de que Italia enviase una Comision á las órdenes del director del Observatorio del Colegio Romano para observar el pasaje espectroscópicamente.

El Gobierno italiano no tuvo por conveniente diferir á esa justa exigencia, á pesar de estar interesado en este asunto el buen nombre científico de Italia, y sólo se redujo á proponer al Sr. Tacchini que á fin del mes de Julio se agregase á alguna Comision francesa para observar aquel fenómeno astronómico.

El sábio astrónomo romano, no obstante la inconveniencia de esta proposicion hecha á un hombre de los antecedentes y de la fama europea de Tacchini, ha hecho todo lo posible para acceder á la indicacion del

ministro de Instrucción pública, pero no ha tenido tiempo para arreglar los instrumentos y algunos aparatos de los que se sirvió en la India en 1874, y que muy bien hubiera podido utilizar en 1882.

Es verdaderamente sensible que, por falta de celo en el Gobierno de Italia, la Astronomía se vea privada en esta ocasión del valioso concurso de los astrónomos de esa nación, y especialmente de los trabajos de Tacchini, digno sucesor del P. Secchi, y uno de los hombres contemporáneos más distinguidos.

Por lo demás, el pasaje de Vénus de 1882 será estudiado por los astrónomos italianos en algunos Observatorios de su país, y con este motivo el profesor Cacciatore, director del Observatorio de Palermo, ha propuesto á algunos de sus colegas que vayan á Sicilia, en la confianza de que en esa hermosa isla el clima será más favorable que en otros puntos de Italia para la observación del tránsito de Vénus.

El Gobierno italiano, deseando corregir la falta que ha cometido en este asunto, ha prometido á sus astrónomos, según nos dice el Sr. Tacchini en una de sus cartas, nombrar una Comisión á las órdenes de este ilustre espectroscopista, para que se traslade á las Islas Marquesas y observe el eclipse total de Sol que se verificará el 6 de Mayo del año próximo de 1883, destinando para esta empresa la suma que hubiera empleado en el paso de Vénus.

En el mismo caso se encuentran desgraciadamente los astrónomos portugueses, según nos dice el doctor Viegas, director del Observatorio magnético-meteorológico de Coimbra, toda vez que el Gobierno de Portugal, por *circunstancias excepcionales*, ha desistido de

enviar una expedición á Lorenzo Marques, punto que estaba ya designado por el Sr. Viegas desde que asistió como representante de Portugal al Congreso internacional de París.

Los astrónomos portugueses, como los austriacos, se limitarán por lo tanto á hacer sus observaciones desde los Observatorios de Lisboa y de Coimbra, gracias al *interés* que se ha tomado el Gobierno lusitano en este asunto de tanta importancia para la Astronomía.

Los astrónomos suizos, por idénticas razones que los anteriores, tampoco contribuirán á estos trabajos internacionales, viéndose en la necesidad de observar de cualquier modo el fenómeno desde sus respectivos Observatorios.

En este caso, y teniendo en cuenta el Dr. Hirsch, director del Observatorio de Neuchatel, que los contactos á la entrada que han de ser visibles en Europa serán, por lo tanto, observados en Suiza, aunque su importancia para determinar la paralaje no será muy grande, ha solicitado la colaboración de su amigo y compañero el profesor Hilfiker para que calcule de antemano, para los Observatorios de Europa que se hallan en aquel caso, los instantes y los ángulos de posición de estos contactos, á fin de que sirvan de base á los astrónomos para hacer sus observaciones. Estos cálculos habrán visto probablemente la luz á estas horas en las *Astronomische Nachrichten* de Kiel.

Las observaciones que van á hacer los astrónomos holandeses fuera de su patria las ha organizado la fuerza de voluntad del Director del Observatorio de Leiden, el célebre astrónomo Van Sande Backhuysen.

El Gobierno no ha arbitrado recurso alguno con este objeto; pero las observaciones del paso de Vénus se verificarán sin embargo en la isla de Curazao, en el Mar de las Antillas, por uno de los oficiales de la marina holandesa, que ha partido ya del Observatorio de Leiden, el cual estudiará el fenómeno con un excelente antejo provisto de oculares helioscópicos que le ha proporcionado de dicho Observatorio el Sr. Backhuysen.

El Director del Observatorio Real de Bruselas, Mr. Honzeau, que partió para los Estados-Unidos á fin de observar el paso de Vénus, ha llegado ya á San Antonio (Tejas), despues de haber pasado por Washington, donde fué muy bien recibido por las eminencias científicas de aquel país y por todas las autoridades, cuyos auxilios ha impetrado.

A pesar de haber escogido Mr. Honzeau la estacion de San Antonio para observar aquel extraordinario fenómeno, habrá otras dos estaciones en los Estados-Unidos y la cuarta en Chile. Los astrónomos belgas operarán por su parte con el auxilio de sus propios instrumentos.

A las estaciones indicadas hay que agregar los Observatorios de la América del Sur, que se encuentran todos en buenas condiciones para la observacion de determinadas fases del fenómeno.

El emperador del Brasil ha hecho verdaderas maravillas para hacer observar el paso de Vénus. Costea la colocacion de cuatro estaciones dotándolas de los instrumentos necesarios, incluso unos ecuatoriales de seis pulgadas de abertura.

Mr. Cruis, el célebre cometógrafo, ha salido ya para el Estrecho de Magallanes con objeto de observar des-

de este punto el paso de Vénus, y el baron de Jeffé, de la Armada brasileña, para San Thomas. Los otros dos puntos son Pernambuco y el Observatorio imperial de Rio-Janeiro, servidos casi todos por sábios marinos de la escuela de Astronomía.

Mr. Faye, con fecha reciente y á nombre del emperador del Brasil, ha dirigido á la Academia de Ciencias de París una comunicacion pidiendo cuantos datos son necesarios para poder observar, como es debido, tan importante acontecimiento en Montevideo y en el Estrecho de Magallanes.

De Washington no tenemos noticias ni de otros puntos de América, pero todo está ya determinado y dispuestos los astrónomos para observar el fenómeno, no pudiendo decirse lo mismo de Rusia, cuyos hábiles astrónomos no observarán con carácter oficial el paso de Vénus de 1882 por la falta de proteccion del Gobierno moscovita, fuertemente preocupado con la profunda crisis político-social porque atraviesa ese conturbado país de algun tiempo á esta parte.

---

## IX

Los contactos de los discos del Sol y de Vénus. — Apariencias que ofrece este singular fenómeno. — Del conocimiento exacto de la causa que las produce, depende fijar el verdadero valor de la paralaje solar.

De todas las disposiciones acordadas por el Congreso, la más importante es sin duda la que se refiere á los contactos de los discos del Sol y de Vénus.

Este fenómeno ofrece extrañas y singulares apariencias.

«En el punto en que la entrada de Vénus debe verificarse, dice un célebre astrónomo que observó el paso de 1874, se ve al Sol sesgarse ligeramente, después la brecha aumenta, toma la forma de una mancha redonda que avanza sobre el Sol, y al cabo de un tiempo que varía de quince á treinta minutos, ese disco negro, cuyo diámetro es cuarenta veces más pequeño que el del disco solar, se desprende completamente del borde luminoso: éste es el momento del primer *contacto interno*. Algunas horas más tarde, la mancha negra, que ha disminuido lentamente sobre

el radioso disco, se aproxima al borde opuesto: se observa el segundo *contacto interno*; despues, poco á poco, sale como había entrado. El instante en que el planeta toca el borde del Sol, y aquel en que le abandona completamente, no pueden ser notados de una manera precisa; desgraciadamente, los *contactos externos* son aún más inciertos. En efecto: algunos segundos ántes de desprenderse del borde solar la mancha oscura parece alargarse como si estuviera enganchada, retenida al borde: entónces se forma un *ligamento negro*; despues este ligamento se rompe de repente, y un hilo de luz salta entre el disco negro de Vénus y el borde solar. De la misma manera, ántes del contacto interno, una *gota negra* se forma súbitamente entre el borde de Vénus y el del Sol; este punto negro disminuye y desaparece, en fin, cuando los bordes parecen tocarse.»

Este fenómeno, en virtud del cual aparecen unidos en el acto aquellos cuerpos celestes, no obstante estar ambos todavía enteramente separados, ofrece tales dificultades, complica tanto la observacion de los pasos de Vénus para determinar con exactitud todas sus fases, que deja una gran incertidumbre en el ánimo del observador sobre el instante preciso en que este planeta entra en el disco del Sol, y el instante en que sale por la parte opuesta. De aquí nace forzosamente el error en que se ha incurrido de veinte y hasta de treinta segundos, lo cual explica por qué los resultados obtenidos hasta ahora por el cálculo de las observaciones de 1769 y 1874 son tan contradictorios.

Esto influye desventajosamente, no sólo en las observaciones, sino que altera el cálculo é impide conocer

bien el valor exacto de la paralaje; pues toda la dificultad consiste, para fijarla sin ningun error, en la

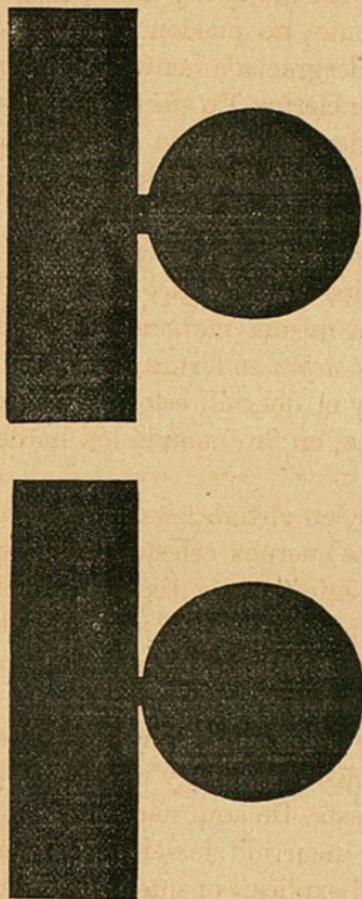


Fig. 14.

Fig. 13.

Aspectos que ofrece la formacion del ligamento negro.

*precision* con que se deben determinar los instantes en que el disco de Vénus es tangente interior ó exteriormente al disco del Sol.

Lexell, el abate Chappe de Auteroche, Solander, Lalande, el P. Hell y otros astrónomos, llegaron por medio de sus cálculos en 1769 á valores que variaban de 8'',9 á 8'',5; y en 1874, merced á la perfeccion de las tablas de los movimientos de los planetas, al conocimiento cada día más cabal de la teoría de la gravitacion, y á los procedimientos rigurosos y delicados de las observaciones, se ha llegado á obtener la cifra de 8'', 8, cuyo dato, sin embargo, no satisface á los astrónomos, y en el paso del próximo mes de Diciembre se proponen hacer todo lo posible para resolver tan intrincado problema.

Este error consiste en las varias causas que concurren á complicar el estudio del fenómeno de los contactos, y en que las observaciones de 1769 y 1874 no se han hecho con el sentido práctico, con las precauciones y conocimientos necesarios que exige tan importante fenómeno; y tanto es así, que hasta en los pasos de Mercurio de 1878 y 1881 (1), así como en el paso de

---

(1) Los pasos de Mercurio tantas veces citados, aunque no revisten la importancia que los de Vénus, prestan no obstante un señalado servicio al progreso de la Astronomía.

Estos pasos se verifican cada trece, siete, diez y tres años, y desde principio de este siglo, incluyendo el tránsito del 7 de Noviembre de 1881, no ha habido más que once, debiendo ocurrir por lo tanto el próximo el 10 de Mayo de 1891. Por circunstancias especiales que sería prolijo enumerar estos pasajes no pueden realizarse más que en los meses de Mayo y Noviembre, y su duracion no siempre es la misma. La longitud, como la inclinacion de las líneas recorridas por Mercurio en cada pasaje, son diferentes: los de Mayo son paralelos entre sí, y los de Noviembre, que siguen otra direccion, son igualmente

Vénus de 1874, se han cometido grandes errores entre los instantes de los contactos anotados por los observa-

paralelos entre sí; pero en ambos casos el planeta atraviesa siempre el disco del Sol de Este á Oeste, es decir, de izquierda á derecha.

Si Mercurio describiera su elipse alrededor del Sol en el mismo plano que la Tierra, pasaría delante del disco solar todos los años, en un espacio de tiempo combinado entre los 88 días de su revolucion y los 365 días de la revolucion de la Tierra, en los puntos llamados sus conjunciones inferiores; pero como el plano en el cual se mueve Mercurio no coincide con el de la órbita terrestre, resulta de aquí que lo más frecuente es que el

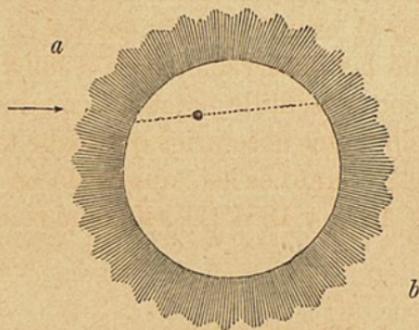


Fig. 15. — Paso de Mercurio por delante del Sol. — La línea de puntos indica el camino que sigue el planeta: la flecha, su dirección.

planeta no pase precisamente por la línea trazada entre el Sol y la Tierra, sino por más arriba *a* (fig. 15), ó más abajo *b*, y que el tránsito no se verifique.

El problema más capital y de más útiles aplicaciones que ofrece el tránsito de Mercurio en estos casos, es el que se refiere á su estado físico, geográfico y meteorológico, pues está probado que existe alrededor de Mercurio, como alrededor

dores más distinguidos y provistos de los mejores instrumentos; errores que pueden depender, como hemos dicho, de diferentes causas, ya del anteojo que se emplee, ya de las condiciones atmosféricas, ya de la habilidad mayor ó menor del observador mismo. Las figuras 16 y 17, copiadas de fotografías directas, representan este singular fenómeno: en el mismo caso se encuentran las figuras 19, 20 y 21.

Para que el estudio de este extraño fenómeno pueda hacerse en las condiciones más favorables, es preciso que los astrónomos empleen un excelente objetivo que corrija el efecto de la absorcion y dispersion atmosférica por medio de un pequeño prisma compensador, como ha propuesto Mr. Airy, y un vidrio modificador más ó ménos oscurecido. Tambien es necesario que las estaciones que se elijan se hallen de manera que el Sol esté bastante elevado sobre el horizonte, con objeto de vencer los obstáculos que se oponen para hallar el coeficiente de la paralaje solar, y que se haga todo lo posible por evitar el efecto que producen las ondulaciones atmosféricas en las visuales que se dirigen á los astros que se observan.

Para que nuestros lectores puedan comprender bien los inconvenientes que se oponen para que los astró-

---

de Vénus y de Marte, una atmósfera considerable en la cual flotan vapores absorbentes.

Este fenómeno, que por sí sólo arroja tanta luz sobre la organizacion de un astro tan difícil de estudiar como Mercurio por su pequeñez y por estar siempre metido en los rayos solares, ha sido corroborado en los últimos pasajes de 1878 y de 1881.

nomos estimen con precision un contacto, ya sea interior ó exterior, vamos á demostrar la influencia que

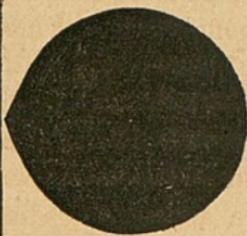
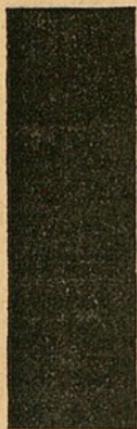


Fig. 17.

Contacto interno á la salida.

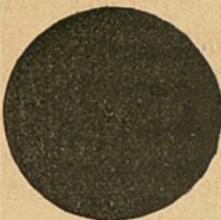


Fig. 16.

Contacto interno á la entrada.

Observados en 1874 por Mr. Hoggan en la isla Rodriguez, con un anteojo de 4 pulgadas de abertura.

ejerce la refraccion atmosférica en este fenómeno valiéndonos de un sencillo ejemplo.

Supongamos á Vénus reducido casi á un punto ma-

temático, y veamos si la presencia de la atmósfera cambia el momento en que un observador ve este punto, moviéndose en el espacio, en contacto con el contorno del Sol. En el instante de un pasaje, Vénus se distingue negativamente sobre el disco del Sol; es decir, que intercepta por su opacidad el rayo solar, que sin este obstáculo llegaría al ojo del observador.

Sea  $a$  un punto del contorno solar, y  $O$  el ojo del observador. Si por su movimiento relativo en el espacio Vénus viene á colocarse en  $V$  sobre el rayo  $a O$ , el punto  $a$  no será perceptible; pero si el observador está rodeado por la atmósfera  $a a'$ , no es ya, como anteriormente, el rayo  $a O$  el que llegará al ojo, sino otro rayo  $a b$ , que, refractado segun la curva  $b O$ , hará percibir el punto  $a$  en  $a'$ , á pesar de la presencia de Vénus sobre el rayo  $a O$ .

Así, sin atmósfera, el punto  $a$  estará oculto por  $V$ , y habrá contacto; con atmósfera el punto  $a$  será visible, y no habrá contacto.

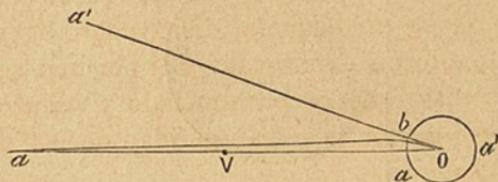


Fig. 18.

La influencia del estado atmosférico en la visibilidad de objetos lejanos que aparecen en contacto, se comprueba diariamente en las observaciones terrestres. Cuando con un anteojo se observan dos objetos distan-

tes más ó ménos entre sí, pero que por la posición del observador aparecen en contacto ó sumamente próximos, si la atmósfera está clara y tranquila los bordes de los objetos aparecen perfectamente definidos y en contacto geométrico ó ligeramente separados, según su posición; pero si la atmósfera está agitada, se ven los objetos mal terminados y pasando á veces de uno á otro lado. Al observar el Sol en las condiciones atmosféricas primeramente indicadas, su limbo ó borde presenta un contorno bien definido, y sus manchas, si las tiene en aquel momento, aparecen perfectamente delineadas; pero cuando la atmósfera está intranquila, los bordes se ven confusos, y vagos é indefinidos los contornos de las manchas. En tal caso, lo que realmente percibe el ojo del observador es una serie de imágenes en rápido movimiento, que le producen en la retina la sensación de una imagen confusamente terminada. Si en este caso Vénus se ve dentro del Sol y su limbo está en contacto geométrico con el de este astro, la percepción del fenómeno para un observador que lo contemple ha de ser la de un pequeño disco negro ligeramente unido al contorno exterior del Sol por una sombra ó ligamento más ó ménos pronunciado y oscuro, según sea mayor ó menor la intranquilidad de las distintas capas atmosféricas.

Por esta razón, en el próximo pasaje de Vénus los astrónomos se proponen averiguar hasta qué punto la presencia de nuestra atmósfera cambia el instante de los contactos, sobre todo cuando para obtener la paralaje solar tienen necesidad de conocer el instante del contacto en cinco segundos de tiempo á lo sumo, ó de otro modo, averiguar si la posición aparente de Vénus

no varía por la refracción atmosférica, y en el sentido de su movimiento, sino en una cantidad igual á  $0''$ , 3.

De los varios métodos que se conocen, dos principalmente son los que se emplean desde el siglo pasado

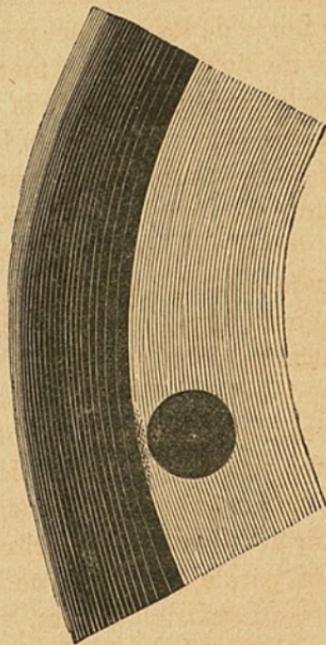


Fig. 19. — Contacto interno á la salida, observado en Kobé, en 1874, por Mr. Delacroix, con un refractor de 6 pulgadas.

para deducir la paralaje solar por la observacion de las horas de *entrada* y *salida* del disco de Vénus en el del Sol, ya sea relativamente á los contactos interiores, ya á los exteriores: el de Halley y el de Delisle.

El primer método consiste en determinar la diferencia de la duración del paso observada en dos estaciones lo más distantes posible, para que esta diferencia resulte bastante considerable y pueda proporcionar los medios necesarios para hallar el valor de la paralaje; y el segundo método se funda sencillamente en la diferencia de las horas de los contactos aparentes reducidos al tiempo medio del primer meridiano, y determinados en dos lugares distintos de la Tierra.

Estos métodos se han empleado en los pasos de Venus de 1769 y 1874; y aunque los resultados, siempre escasos, han sido cada vez más satisfactorios, no han proporcionado todavía el grado de exactitud que la ciencia desea para obtener la paralaje, «cuyo inconveniente resulta, como dice Faye, del mismo método de Halley, cuyo alcance se ha extremado demasiado por los astrónomos, olvidando éstos la diferencia que existe en sus aplicaciones entre una concepción puramente geométrica y la realidad física de los fenómenos naturales. A no haberse cometido este error, se hubiera podido conseguir acaso desde un principio fijar aproximadamente la paralaje solar, y no veríamos á los astrónomos, durante un siglo entero, vacilando sobre este asunto tan interesante, dando á dicha paralaje desde 8'', 5 á 8'', 9, con un error, según ellos, á lo más, de  $\frac{3}{100}$  ó  $\frac{2}{100}$  de segundo.»

Mr. Virlet D'Aoust ha concebido una idea sobre este particular que, si la toman en consideración los astrónomos, podrá quizás ser útil á la ciencia.

Le ha sido sugerida por las observaciones presentadas por Mr. Mouchez á la Academia de Ciencias el 4 de Abril de 1882, á consecuencia de la importante co-

municacion de Puiseux sobre las medidas micrométricas efectuadas en la isla de San Pablo y en Pekin, durante el tránsito de Vénus del 8 de Diciembre de 1874.

« El Almirante Mouchez, dice Mr. Virlet D'Aoust, declara que el método de Halley no es susceptible en la práctica de presentar el grado de precision que fuera de desear si los contactos geométricos del Sol y de Vénus fuesen realmente observables. Los fenómenos luminosos muy variados y complejos que sobrevienen cuando los bordes están muy próximos y que permiten ver la aureola de Vénus con mucha limpieza, dibujada á un semidiámetro de este planeta, fuera del Sol, trasforman los contactos en una série de fases sucesivas que varían á cada instante sin solucion de continuidad el borde del Sol, dejando una gran duda sobre el momento que ha escogido el observador para distinguir los contactos reales.

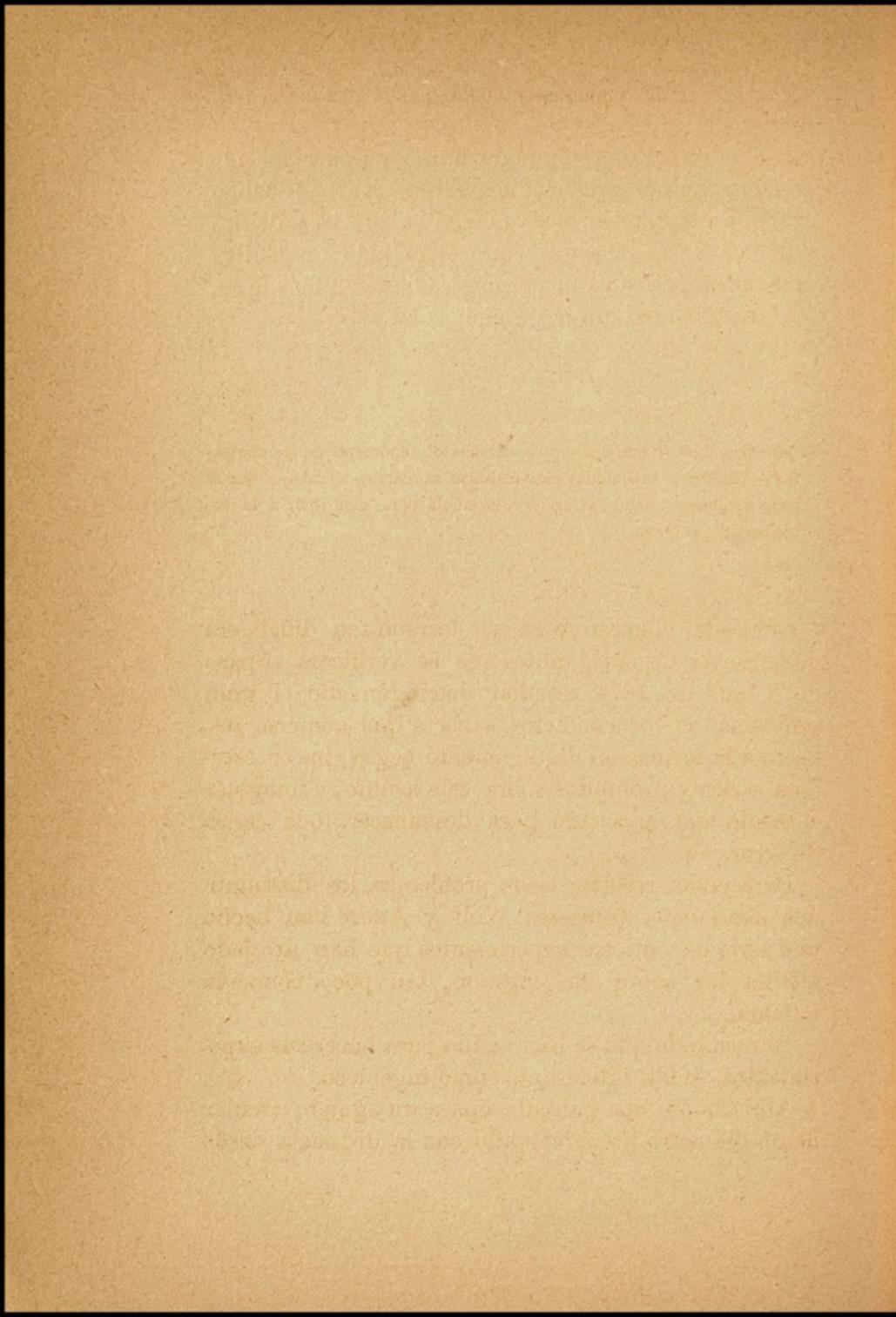
» Reflexionando que la aureola luminosa que ofrece Vénus es debida á la difraccion de los rayos solares, fenómeno que no presenta la Luna por carecer de atmósfera, he pensado que se podría quizás obviar este grave inconveniente cubriendo á Vénus con la ayuda de un disco ó diafragma, animado del mismo movimiento que el planeta, lo que me parece posible toda vez que se le distingue, segun Mr. Mouchez, á un semidiámetro de distancia del Sol. Sería necesario en este caso, toda vez que no se conoce todavía con toda exactitud el diámetro de Vénus, introducir para el primer contacto el borde del disco obturador tangente con Vénus, y volverlo en seguida del lado opuesto para el contacto de salida.»

Los fenómenos luminosos que ofrece el disco de Vé-

---

nus se hallarían de este modo anulados para los observadores, y por este medio podrían éstos probablemente apreciar mejor los momentos precisos de los contactos, y se conseguiría que el método de Halley fuese más práctico y que permitiera fijar con más exactitud que hasta ahora la paralaje solar.

---



## X

Experiencias que se han hecho para conocer el fenómeno de los contactos.—Hipótesis inventadas para explicar su causa.—Trabajos que se propone llevar á cabo la Comision española para contribuir á la solución del problema.

Colocada la cuestion en este terreno tan difícil, era de la mayor urgencia, ántes que se verificara el paso de Vénus de 1874, estudiar detenidamente el gran problema de los contactos, saber á qué atenerse respecto á la formacion del ligamento negro, hacer estudios sérios y profundos sobre este asunto, é imaginar el medio más adecuado para desvanecer toda causa de error.

Para poder resolver estos problemas, los distinguidos astrónomos franceses Wolf y André han hecho una série de curiosos experimentos que han arrojado alguna luz sobre esta cuestion, tan poco conocida todavía.

El medio de que se han valido para hacer sus experimentos, es tan interesante como ingenioso.

Abrieron en una pantalla opaca un agujero circular de un diámetro proporcionado con la distancia desde

la cual se habían de hacer las observaciones, y detrás de esta abertura colocaron un foco de luz vivísima producido por una lámpara de oxi-hidrógeno, que representaba al Sol. Hicieron pasar ante el agujero iluminado un pequeño disco negro que representaba á Vénus montado sobre ruedas, dotado de un movimiento de relojería convenientemente graduado.

Esta máquina de pasos artificiales, que se halla descrita en la *Coleccion de Memorias y documentos sobre el paso de Vénus*, publicada por la Academia de París, y en los *Anales de la Escuela Normal*, fué colocada en la sala de la Biblioteca del Luxemburgo, y los astrónomos á 1.300 metros en el Observatorio. Mr. Wolf observaba los contactos desde el Observatorio en donde estaban dispuestos los anteojos, y los instantes de los contactos eran registrados por un cronógrafo eléctrico, lo mismo que las posiciones del disco móvil que representaba á Vénus.

Sirviéndose de un telescopio de Foucault con espejo plateado de 20 centímetros de abertura, y de un objetivo del mismo autor, de 24 centímetros, el error no se elevó á un décimo de segundo de arco, lo que equivale á uno ó dos segundos de tiempo en la observacion real de un paso de Vénus. En vista de esto, y haciendo uso dichos astrónomos de diferentes objetivos más ó menos diafragmados, creyeron poder deducir de estas primeras experiencias que se podría fijar, de la observacion de los pasos de Mercurio y de Vénus, con una precision casi geométrica el instante del contacto real.

Respecto á la causa del fenómeno, Mr. Wolf atribuye la formacion del ligamento negro, y el hecho de verse ántes que el contacto se verifique, á una aberracion de-

bida al objetivo del telescopio, el cual, en vez de con-

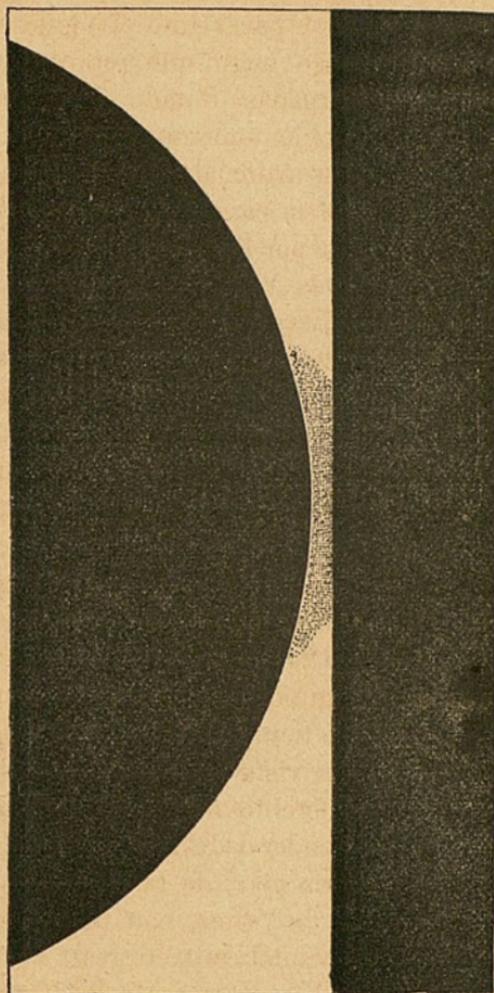


Fig. 20. — Contacto interno á la entrada, observado en Honolulu, en 1874, por el capitán Tupman, con un refractor de 6 pulgadas.

centrar toda la luz que recibe en una imagen geométri-

camente definida, esparce una porcion importante fuera de esta imágen; y como esta dispersion cesa en el momento del contacto geométrico, un resto de sombra parece unir los bordes del Sol y de Vénus. «Esta difusion de la luz fuera de la imágen teórica proviene, dice Mr. Wolf, de que la parte central del objetivo no hace converger los rayos en el mismo lugar que la parte marginal; suprimiendo aquélla, se suprimiría la causa de la difusion; así, la aplicacion de un diafragma proporcionado á un objetivo de Merz reduce la imágen á sus verdaderas condiciones.»

En general, los astrónomos franceses, y el holandés Van Sande Backhuysen, creen que es debido dicho fenómeno á un efecto de difraccion proveniente de los anteojos, apoyándose en los experimentos hechos por Wolf y André; pero contra esta teoría, segun la cual los anteojos de objetivo pequeño deben producir irremisiblemente la gota negra, están los resultados de otras observaciones que hacen ver lo contrario, pues á muchos astrónomos que han hecho uso de anteojos pequeños no se les ha presentado más que el contacto geométrico.

Sin negar que los anteojos entren en parte en la formacion del ligamento negro, creemos que el fenómeno es sumamente complejo y que en él juegan un papel importante la atmósfera, como hemos visto, la difraccion en los anteojos y los defectos en éstos de ambas aberraciones, y muy principalmente el ojo del observador considerado como instrumento óptico. Las experiencias de pasos artificiales, fuerza es decirlo, se hacen en condiciones tan diversas de las verdaderas del fenómeno, que por sí solas no bastan, son insuficientes para

decidir el punto en cuestion. Es muy posible que el paso de Vénus que ha de verificarse en este año proporcione datos satisfactorios para llegar á una teoría razonable que explique la formacion del ligamento negro, pues una parte ha de ser observada en Europa con anteojos de grandes objetivos, y tambien por las Comisiones científicas en varios lugares de la Tierra.

La poca confianza que para la observacion de este fenómeno se tiene en el método fotográfico, que ha sido excluido del plan general de las próximas observaciones del paso por el Congreso internacional de París, consiste principalmente en que entre las fotografias obtenidas por los astrónomos franceses hay varios casos anómalos, cuya explicacion es muy difícil.

En una série de fotografias próximas á uno de los contactos, se presenta la circunstancia de que en tres sucesivas la primera presenta el contacto como ya ocurrido y Vénus bastante dentro del Sol, en la segunda como si no hubiera ocurrido aún, y en la tercera como nuevamente verificado; los intervalos, aunque pequeños, son mucho mayores de lo que era de esperar.

Además de esto, los diámetros de Vénus, en varias fotografias, presentan diferencias muy sensibles, sin que los respectivos del Sol estén alterados en la misma proporcion. Por otra parte, examinadas las fotografias con microscopios de mediana potencia, se presentan irregularidades tales y contornos tan mal definidos, que casi hacen imposibles las mediciones con alguna exactitud.

« En realidad, dice á este propósito el distinguido y hábil astrónomo D. Cecilio Pujazon, no hay un conoci-

miento suficiente todavía de las alteraciones que se producen en la capa sensible fotográfica al estar sometida, y de una manera irregular, al gran calor que sufre al recibir la impresion de la luz solar, y ni tampoco se sabe con certeza la série de alteraciones que en ella se producen por las várias manipulaciones fotográficas. Hoy es muy general la idea de que los procedimientos fotográficos, inmejorables para cierta clase de estudios, no son aplicables, por ahora, á la Astronomía de precision. »

A pesar de esto, la fotografía no se ha desechado por completo.

Los franceses la usarán en dos de sus ocho estaciones, y tambien los americanos. La Comision española no tomará parte en esta clase de trabajos, pues hubiera sido aventurado ocuparse de fotografia astronómica, tanto por el aumento de gasto que este procedimiento hubiera proporcionado (y ya sabemos los pocos recursos con que cuenta la Comision), cuanto por la necesidad de hacer muchos ensayos preliminares, indispensables para obtener algo aceptable.

En las dos estaciones españolas, la principal observacion será la de los contactos internos de entrada y salida, que son los que mejor pueden determinarse, para lo cual adoptarán nuestros compatriotas la simple observacion con oculares polariscópicos. El Sr. Pujazon se propone tambien hacer medidas micrométricas en las cercanías de los contactos y durante una cierta parte del paso, como proponen los astrónomos franceses; pero esto lo hará el Sr. Pujazon si del estudio que verifique ántes sobre la estabilidad de los ecuatoriales y propiedades de los micrómetros resulta que las medi-

ciones de distancias son suficientemente exactas para el objeto á que han de destinarse (1).

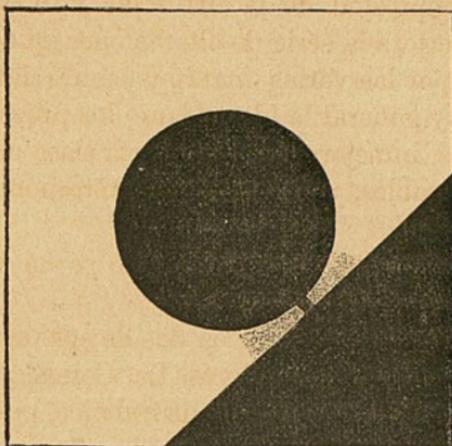


Fig. 21. — Contacto interno á la salida, observado en Suez, en 1874, por Mr. Hunter, con un refractor de 4,6 pulgadas.

Las estaciones elegidas por el Sr. Pujazon son á propósito para hacer la observacion de los contactos; á saber: para la del contacto de entrada, retardado por

(1) Como todo lo que se refiere al P. Secchi es digno de respeto, y sus sábias advertencias merecen la consideracion de los astrónomos contemporáneos, vamos á transcribir textualmente el consejo que da á los observadores, el cual se halla consignado en una de las obras de este hombre eminente, y que desearíamos que lo tomaran en consideracion los astrónomos en el próximo pasaje de Vénus.

Dice así:

« El estudio espectroscópico del Sol nos ha conducido á combinar un nuevo sistema micrométrico para medir la altura de las

la paralaje, y para el de salida, retardado por la misma causa.

El factor de la paralaje para la entrada retardada es en la Isla de Cuba 0,85 á 0,79, y en Puerto-Rico 0,74, y el factor para la salida es 0,82 á 0,88 en Cuba, y 0,92 en Puerto-Rico. La circunstancia más favorable para esta clase de observaciones sería que dicho factor

---

protuberancias solares, aplicacion del método de desplazamiento de las imágenes ideadas por Porro. También ha conducido al descubrimiento notable del *helioscopo-espectroscópico*, combinacion óptica que consiste en disponer un prisma delante del objetivo del anteojó. Este prisma es de flin-glas, de 6 pulgadas de abertura, con un ángulo de 13.º Entónces se ve en el campo del espectroscopio la imagen limpia y precisa del disco solar exactamente como se le observaría con un diafragma oscuro, pero con los colores del espectro. Es un resultado bastante fácil de alcanzar, pero que necesita para obtener un buen éxito un instrumento que reuna todas las condiciones necesarias. El prisma objetivo puede ser reemplazado por un prisma de vision directa situado en el anteojó delante de la hendidura del espectroscopio á una distancia de 20 ó 30 centímetros: este último prisma debe ser de una construccion perfecta. Este helióscopo permite distinguir muy claramente el disco del Sol y su atmósfera. Nos propusimos emplearlo en la ocasion del pasaje de Vénus para el primer contacto externo, porque cuando el planeta cubre la atmósfera, está claro que va pronto á cubrir el borde del Sol. Lo hemos empleado en algunos eclipses de Sol con gran ventaja. Sin embargo, no se ha hecho cuando el paso de Vénus de 1874, y por esta razon (sin ofender á nadie) nos atreveremos á decir que es una desgracia que esta proposicion no haya sido adoptada. Por último, hemos notado también que el diámetro del Sol observado con el espectroscopio no es el mismo que observado con el telescopio ordinario, lo que ha sido confirmado por Tacchini en el paso de Vénus de dicho año.»

fuese 1,0; pero esto sólo sucede en estaciones en que el contacto ocurre en el horizonte, y tanto en éste como en sus inmediaciones las observaciones son muy defectuosas.

Las horas en que ocurrirá la entrada y salida en la Habana, Santiago de Cuba y Puerto Rico, son las siguientes:

|         |                                         | Habana.    | Santiago de Cuba. | Puerto-Rico. |
|---------|-----------------------------------------|------------|-------------------|--------------|
|         |                                         | Mañana.    | Mañana.           | Mañana.      |
| ENTRADA | 1. <sup>er</sup> contacto externo . .   | 8 h. 33 m. | 8 h. 58 m.        | 9 h. 37 m.   |
|         | 1. <sup>er</sup> contacto interno . . . | 8 h. 53 m. | 9 h. 19 m.        | 9 h. 57 m.   |
|         |                                         | Tarde.     | Tarde.            | Tarde.       |
| SALIDA  | 2. <sup>o</sup> contacto interno . . .  | 2 h. 15 m. | 2 h. 41 m.        | 3 h. 20 m.   |
|         | 2. <sup>o</sup> contacto externo . .    | 2 h. 36 m. | 3 h. 02 m.        | 3 h. 41 m.   |

Las estaciones inglesas tambien se encuentran en buenas condiciones para proporcionar dos determinaciones independientes de la paralaje solar, como ya hemos manifestado, mediante comparaciones entre los contactos acelerados y retardados, á causa de la paralaje en el momento de la inmersión y de la emersión.

Se ha tenido en cuenta por los astrónomos ingleses que el error de una observación de contacto valuado por la comparación de la distancia angular de los limbos en que un observador ve un contacto, y la distan-

cia media en que lo ven un número considerable de observadores, es mayor de lo que se había creído en un principio; pero no tanto como han supuesto algunos astrónomos fundándose en las diferencias entre los calificados de contactos, sin tener en cuenta las diferentes clases de éstos, y sobre los cuales los observadores han debido fijar más su atención.

Por esta razón las estaciones inglesas se han elegido para que produzcan los grandes efectos ocasionados en los contactos por el desplazamiento paraláctico, y que son suficientemente numerosos para proporcionar resultados de valor con solo la observación de los contactos; pero no creemos necesario hacer notar cuán dificultoso ha de ser que todas las observaciones de contacto se hagan de tal manera que puedan combinarse últimamente en una discusión general. A pesar de esto, puede asegurarse que las estaciones en que los efectos del desvío paraláctico de los contactos son pequeños producirán resultados los más importantes, no sólo para poder comprobar las otras observaciones, sino también para separar los efectos del semidiámetro de los de la paralaje.

---

## XI

Instrucciones formuladas por el Congreso científico internacional para observar los contactos con el sentido práctico y con las precauciones que requiere tan importante fenómeno celeste.

Para dar unidad á estos trabajos y á los que han organizado las demás naciones, que tantos gastos y sacrificios representan, y á fin de obtener un resultado definitivo acerca de la paralaje solar, y poder aclarar el enigma que encierra el fenómeno de los contactos, el Congreso científico internacional, teniendo en cuenta los errores cometidos en 1769 y en 1874, que constituyen hoy una leccion provechosa para la ciencia, en la célebre sesion que celebró el 12 de Octubre del año anterior dictó las siguientes instrucciones respecto al método que deben adoptar las Comisiones científicas para observar los contactos:

## «ARTÍCULO 1.º

»Es de desear, bajo un punto de vista teórico, que los anteojos que se empleen para las observaciones tengan

la mayor abertura posible. En la práctica, la dificultad de los trasportes por una parte, y por otra la necesidad de observar en las diversas estaciones con instrumentos comparables, limitarán las aberturas á 0, <sup>m</sup>,15 ó 0 <sup>m</sup>,12. En todo caso los objetivos deben ser lo más perfectos que sea posible, y los observadores deberán dar descripciones exactas de las calidades y defectos de su objetivo, en combinación con el ocular que empleen, y para ello determinarán:

»1.º La forma de la imagen de una estrella brillante, tanto en el foco como algo más dentro y algo más fuera del plano focal.

»2.º La potencia de separación del anteoj o para las estrellas.

»Será conveniente que hagan conocer si el anteoj o permite ver las granulaciones solares con una atmósfera favorable, y cuál era el grado de visibilidad de estas granulaciones durante el paso de Vénus.

#### »ARTÍCULO 2.º

»Será conveniente hacer uso bien de un prisma reflector, ó bien de un ocular polariscópico, para disminuir el calor y el consiguiente peligro que pueda ocasionar al ojo del observador.

»En caso de decidirse á emplear un objetivo plateado, procedimiento que ofrece la gran ventaja de eliminar todo el calor oscuro, y de evitar las deformaciones de la imagen originadas por el recalentamiento interior del anteoj o, se absorberá el exceso de luz por medio de una lámina de vidrio de tinta neutra, formada de dos cuñas, la una incolora y la otra de color de igual índice.

## »ARTÍCULO 3.º

»El ocular debe ser positivo, acromático y de una amplificación de 150 veces próximamente. Las observaciones de los contactos deben hacerse en un campo cuya iluminacion sea exactamente la necesaria para que puedan verse claramente separados dos hilos colocados á una distancia de un segundo de arco, proyectados sobre el Sol.

»Deberán emplearse, en cuanto sea posible, los efectos perturbadores de la dispersion atmosférica.

»El enfocado del retículo deberá hacerse anteriormente sobre las estrellas ó sobre un colimador arreglado para éstas. En el caso de hacer observaciones por proyeccion, se emplearán medios análogos.

## »ARTÍCULO 4.º

»Los momentos correspondientes á los contactos internos se definirán de la manera siguiente:

»*A la entrada*: el momento en que se distinga por última vez una discontinuidad bien marcada, y al mismo tiempo persistente en la iluminacion del limbo aparente del Sol, en las inmediaciones del punto de contacto con Vénus.

»*A la salida*: el momento de la primera aparicion de una discontinuidad bien marcada y persistente en la iluminacion del disco aparente del Sol, en las inmediaciones del punto de contacto.

»Si los limbos de ambos astros llegan á contacto geométrico sin deformacion, y sin que se oscurezca el file-

te luminoso interpuesto, el instante definido es precisamente el de dicho contacto.

»Si se produce una gota negra ó ligamento bien definido y tan oscuro como el mismo cuerpo del planeta, los instantes anteriormente indicados son: á la entrada, el de la ruptura definitiva; á la salida, de la primera aparicion del ligamento.

»Entre estos dos casos extremos pueden producirse diversas apariencias, á que corresponden como momentos de los contactos los siguientes:

»Si permaneciendo los limbos sin deformacion se oscurece el filete luminoso sin que la sombra llegue nunca á ser tan oscura como el cuerpo del planeta, el observador deberá anotar el instante del contacto geométrico. Tambien anotará el momento de la aparicion ó desaparicion de la sombra.

»Si la sombra que se interpone es desde el principio, ó llega á ser tan negra como el cuerpo del planeta, el instante anteriormente indicado es aquel en que cesa ó se establece esta igualdad.

»Finalmente, el observador deberá anotar si se producen en el filete luminoso franjas ó cualquier otro fenómeno bien distinto, indicando el momento de su aparicion ó desaparicion.

»En general, es de desear que se anoten los momentos en que se vean producirse cualesquiera fenómenos distintos en las inmediaciones de los contactos. Sin embargo, es un grave mal, contra el que es necesario prevenirse, el multiplicar innecesariamente anotaciones de tiempo en las proximidades de los contactos. Sólo deben mencionarse los tiempos cuando se refieran á fenómenos de un carácter tan diverso que pue-

dan describirse separándolos de los demás fenómenos que se observen en las cercanías de los contactos.

»En todo caso, será muy útil que el observador agregue á sus notas un dibujo, hecho inmediatamente después de cada observación completa de contacto, para aclarar el significado que atribuye á su descripción del fenómeno.

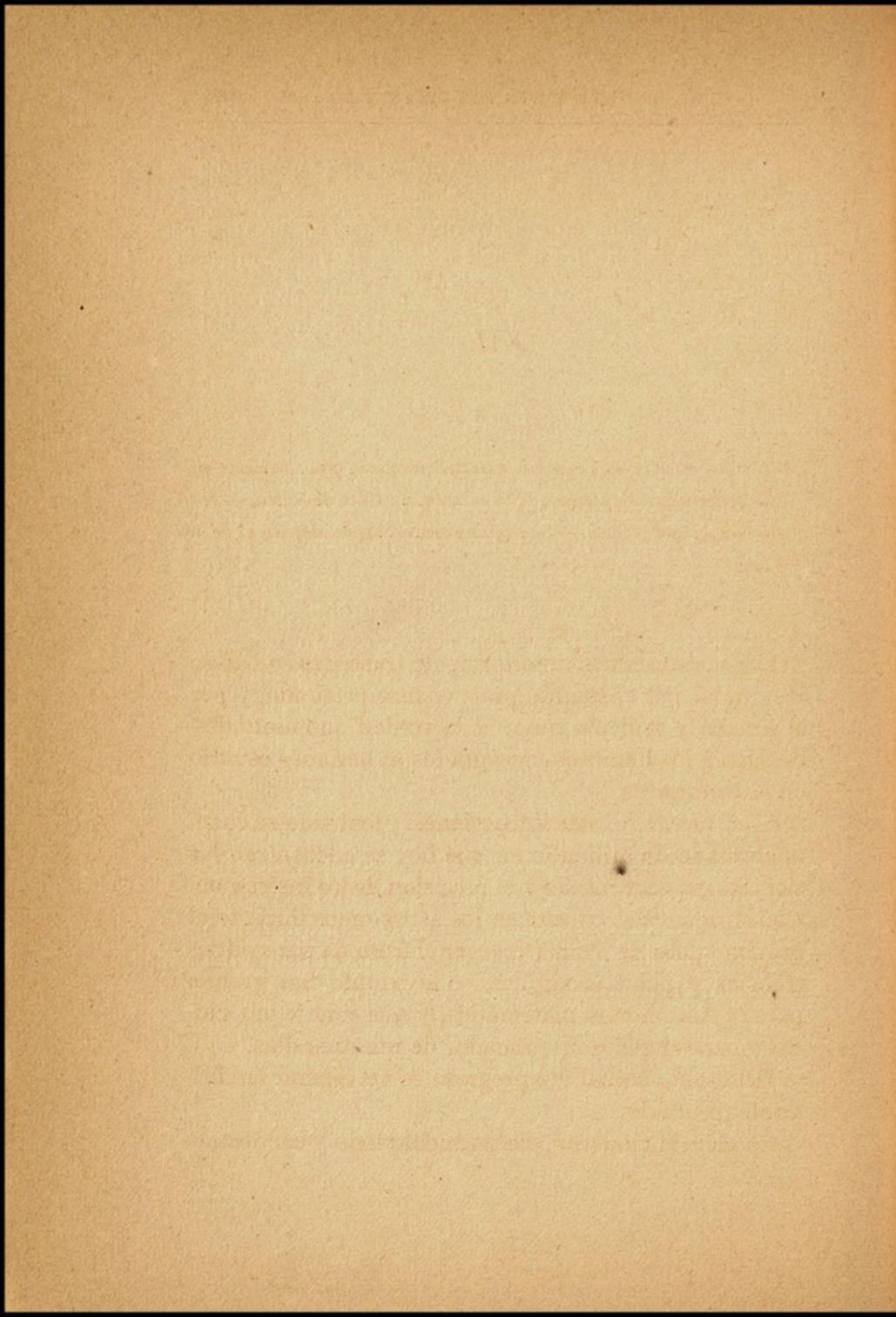
#### »ARTÍCULO 5.º

»Si el limbo de Vénus cae por dentro del disco solar en el contacto interno, tal como se ha explicado en el artículo 4.º, el observador deberá indicar tan exactamente como pueda el momento en que los limbos de Vénus y del Sol parezcan coincidir, prolongándolos mentalmente. Esta observación será un tanto grosera, pero es de desear que se anote para comprobación de la fase principal observada.

#### »ARTÍCULO 6.º

»Por más que los contactos externos estén sujetos á considerable incertidumbre, el Congreso científico internacional recomienda, no obstante, su observación, ya por visión directa, ya empleando el espectroscopio y fijando por los medios más adecuados el punto del disco solar en que debe ocurrir el contacto.»

---



## XII

Los triunfos recientes de la análisis espectral revelarán probablemente en esta ocasion algunos secretos de la constitucion física de Vénus. — Atmósfera de este planeta. — Su régimen meteorológico idéntico al de la Tierra.

Las instrucciones anteriormente trascritas se hallan inspiradas por el sentido práctico más profundo, y por el sincero y ardiente amor á la verdad que tanto distinguen á los hombres consagrados al hermoso estudio de la Naturaleza.

Si en virtud de estas intrucciones, y teniendo en cuenta el estado de brillantez en que hoy se encuentran las ciencias experimentales y la precision de los instrumentos astronómicos, consiguen los astrónomos durante el próximo paso de Vénus recoger el fruto de sus asíduos trabajos y penosas vigiliass, ¡qué triunfo tan grande para la Astronomía matemática, y qué timbre tan glorioso para el génio investigador de nuestros días!

Del estado actual del progreso es de esperar tan brillante resultado.

La ciencia moderna, observándolo todo y sondeando

los abismos de la Naturaleza, busca la unidad en la diversidad de los fenómenos, funda una sobre otra teoría, y estudia bajo todos sus aspectos la estructura general del Universo.

Hasta mediados de este siglo la análisis matemática encerraba el Universo en las tablas de logaritmos, y enseñaba que los cuerpos celestes no eran otra cosa que globos de luz más ó ménos voluminosos, lanzados en el vacío con velocidades diferentes. Hoy, por el contrario, la ciencia astronómica consiste no sólo en el estudio y conocimiento exacto de las magnitudes de los cuerpos celestes, de sus respectivas distancias, de sus diversos movimientos y de sus masas, sino también en el estudio y detenido exámen de la organización del Universo viviente, en los elementos físicos que constituyen la naturaleza de los astros, y en averiguar en la forma y condiciones especiales en que está esparcida la vida en esos mundos lejanos.

Tal es el objeto grandioso de la divina Astronomía, síntesis sublime que lo abraza todo, desde el átomo llamado Tierra hasta las nebulosidades más remotas de los cielos; síntesis que por sí sola suministra más datos y testimonios para probar la habitabilidad de los cuerpos celestes que todas las elucubraciones de los filósofos.

Estos brillantes resultados se han obtenido merced á los importantes descubrimientos hechos de veinte años á esta parte por la análisis espectral.

No le ha bastado al hombre conocer las leyes inmutables que rigen la Naturaleza, sometiendo lo infinito, con la teoría newtoniana, en los reducidos límites de un cálculo; no le ha satisfecho analizar la materia, pesar

los mundos que gravitan en los espacios, medir sus volúmenes y las distancias que los separan de nosotros; estudiar los planetas bajo sus aspectos físico, geográfico y meteorológico; determinar las propiedades dinámicas de la luz y del calor; conocer la configuración y el estado cósmico de las nebulosas perdidas en la inmensidad; fijar la relación que existe entre todas las cosas; averiguar las particularidades físicas que caracterizan á los cometas, á las estrellas fugaces, á los bólidos y á los aerólitos; no le ha bastado, en fin, á su curiosidad anhelante, á su ardiente deseo de hallar la verdad, poseer estos conocimientos gigantescos, triunfo glorioso de la civilización moderna, sino que encerrando los astros, por decirlo así, en el maravilloso tubo de un espectroscopio, ha logrado leer en la tranquila luz que nos envían el secreto de su constitución física y química.

La importancia que había de adquirir, andando el tiempo, la análisis espectral, fué presentada por el genio investigador de Zantedeschi, pues en su obra publicada en Venecia en 1846 bajo el título de *Investigaciones físico-químico-fisiológicas sobre la luz*, se expresa del modo siguiente al tratar de la significación del espectro:

«El espectro solar es el fotoscopio más perfecto que pudiera imaginarse en el estado actual de la ciencia; la luz se exhibe por sí misma, y con maravillosa escrupulosidad registra los cambios que ocurren en la constitución de un cuerpo luminoso ó en el medio á cuyo través pasa. Recomiendo por lo tanto, á los investigadores científicos, la cámara oscura dispuesta especialmente para estas clases de observaciones fotoscópicas. Tengo el convencimiento más profundo de que estas investigaciones serán en extremo provechosas, no sólo

para el estudio de la luz, sino tambien para el de la Meteorología y Astronomía. La luz, que en nuestros días se considera como el pintor de la Naturaleza, puede llegar á ser tambien su propio dibujante, puesto que á cada paso nos revela nuevas maravillas relativas á los misterios de su constitucion y á los cambios que experimenta, no sólo en nuestro sistema planetario, sino tambien en todo el Universo.»

El presentimiento del sábio físico italiano se ha realizado en nuestros días, pues la Astronomía posee hoy con el método espectral la base de un estudio completo de todos los astros que establece entre ellos una clasificacion metódica, destinada á servir de guía en las averiguaciones futuras que se practiquen para analizar sus elementos constitutivos.

Todo es admirable y sorprendente en este procedimiento, debido al progreso y al método experimental de nuestro siglo.

A la descomposicion de la luz solar debida al génio de Newton; al descubrimiento de su espectro hecho por Fraünhofer, y á los repetidos ensayos practicados por Bunsen y por Kirchhoff sobre los espectros de la luz producidos por los cuerpos simples, ha sucedido, como consecuencia lógica en nuestra época, el prodigioso procedimiento conocido en la Astronomía física bajo el nombre de *análisis espectral*, por medio del cual ha podido la inteligencia humana conocer los elementos que constituyen los cuerpos celestes sepultados en los abismos de lo infinito, desde cuyas regiones inconmensurables se ignora por completo la existencia de nuestro humilde planeta. Y tanto es así, que los estudios practicados en las estrellas más remotas acusan una tem-

peratura y unos vapores metálicos idénticos á los que se encuentran en nuestro Sol; y estas mismas observaciones hechas en las nebulosas más distantes de la Tierra y en los cometas, han demostrado que están compuestas algunas de aquéllas de ázoe y los otros de vapores de carbono.

En la hermosa estrella del signo zodiacal de Tauro, *Aldebarán*, que domina al Sur en nuestras noches de invierno por cima de las estrellas las *Tres Marías* de la constelacion de Orion, se encuentran en estado incandescente y líquido, como en el Sol, sódio, magnesio, hidrógeno, calcio, hierro, bismuto, telurio, antimonio y mercurio, no habiéndose descubierto en ella indicio alguno de azoe, cobalto, estaño, cadmio, litio, ni bario.

Betelgeuse, estrella de primera magnitud de la constelacion de Orion, posee sódio, magnesio, cal, hierro y bismuto; pero no tiene hidrógeno, elemento necesario para la vida en nuestro Globo. En Vega, estrella tambien de primera magnitud de la constelacion de la Lira, se han comprobado el hidrógeno, el sódio y el magnesio; y en Sirio, la estrella más hermosa y más brillante del cielo, se ha descubierto hidrógeno, magnesio, sódio y hierro.

En igual caso se encuentran otras muchas estrellas, cuya luz ha sido analizada con el espectroscopio por el P. Secchi y Donati, en Italia; por Huggins y Miller, en Inglaterra; por Wolf y Rayet, en Francia; por Vogel, en Alemania; por Arrest, en Dinamarca y por Rutherford y Langley en América, á cuyos sábios se deben en este orden de averiguaciones espectroscópicas, los descubrimientos más sorprendentes é interesantes de la química astronómica.

Estas análisis espectrales, aplicadas á los planetas de nuestro sistema solar, han revelado que Vénus y Marte tienen atmósferas análogas á la terrestre, las cuales se hallan saturadas de vapor de agua; y que las variaciones atmosféricas producen allí, como en la Tierra, nubes, lluvias, y todos los fenómenos meteorológicos que aquí experimentamos.

La análisis espectral, además, ha descubierto en Marte la existencia del oxígeno y del hidrógeno, debiendo ser, por lo tanto, el agua de este planeta igual á la terrestre; así como sus mares, que están indicados por grandes manchas verdes, tendrán la misma composición química que la de nuestros Océanos. En los espectros de los planetas mayores Júpiter y Saturno, se ha encontrado también gran analogía; y en el de Saturno se han observado líneas que no se hallan en relación con las que ofrece nuestra atmósfera, de lo cual se ha deducido que la atmósfera de Saturno contiene sustancias gaseiformes que no existen en nuestro Globo.

Estos hechos bastan para demostrar la utilidad de este admirable método de observación, verdadero prodigio de la óptica moderna; y como se ha de aplicar también en el próximo pasaje de Vénus para estudiar la verdadera naturaleza de este planeta, es de esperar nuevos y sorprendentes descubrimientos, toda vez que en el tránsito de Vénus de 1874, no sólo se ha comprobado por Tacchini, Heraud, Bonifay, Janssen y otros astrónomos la existencia de la atmósfera de Vénus, sino que se ha medido su altura y analizado químicamente los gases que la constituyen.

La existencia de esta atmósfera se ha comprobado,

pues, por la análisis espectral y hasta por la simple observacion telescópica.

Las primeras sospechas que se tuvieron acerca de la existencia de esta atmósfera de Vénus fué en 1761 y 1769, con ocasion de los pasos de este planeta por el disco del Sol.

A fines del siglo anterior, Schröeter, observando una de las fases de Vénus, advirtió á lo largo del borde iluminado una débil luz parecida á un efecto crepuscular, cuyo fenómeno sospechó aquel astrónomo que sería producido por la atmósfera de Vénus. Este hábil observador, á quien la ciencia es deudora de útiles descubrimientos, hizo un profundo estudio de las peculiaridades de Vénus, y trazó varios dibujos del disco de este globo; y en uno de ellos se ven trazadas varias bandas que atraviesan el disco, las cuales han sido observadas despues por distintos astrónomos, y son indudablemente producidas por las nubes de la atmósfera de Vénus, arrastradas por los vientos.

El fenómeno de las fases de esta tierra vecina, ofrece un testimonio que acredita la existencia de su atmósfera; á saber: la prolongacion del segmento en su longitud como en su latitud, que reconoce por causa la iluminacion de la atmósfera ó de las nubes por los rayos del Sol. Lo mismo se deduce de la penumbra ó zona gris que se distingue en el borde interior del segmento, pues en tales casos el Sol no alumbrá á lo largo de este meridiano el suelo del planeta, sino su atmósfera, como sucede en la Tierra con el orto y ocaso del Sol, que su luz no alumbrá directamente el suelo que pisamos, miéntras las regiones superiores de nuestra atmósfera están alumbradas.

Estos fenómenos, y otros muchos que podríamos citar, prueban que Vénus se halla rodeado de una envoltente aérea parecida á la nuestra; pero si alguna duda pudiera existir entre algunos astrónomos, la análisis espectral ha venido á destruirla por completo, prestando este importante servicio á la ciencia astronómica.

---

## XIII

Densidad y refraccion horizontal de la atmósfera de Vénus, deducidas de las observaciones del paso de 1874. — Su constitucion física y química, descubierta por la análisis espectral. — Existencia probable de un satélite en Vénus. — Observaciones que acreditan esta conjetura. — La luz cinérea de este planeta es acaso producida por la luz que le envía su satélite.

La análisis espectral, que nunca alabaremos como se merece, prestó, como siempre, un gran servicio á la Astronomía en 1874.

Las observaciones hechas por este medio poderoso de investigacion y análisis durante el paso de Vénus en dicho año, dieron resultados brillantísimos y sorprendentes.

Al entrar el planeta en el disco solar, se notó por muchos observadores que la parte exterior que aún no había entrado en el Sol se hallaba claramente indicada por un filete luminoso pálido, que reunido con las franjas de la imagen interior, formaban un círculo perfecto. Igual observacion se hizo en el pasaje de 1761, fenómeno producido por la refraccion de los rayos del Sol á través de la atmósfera de Vénus.

Este hecho fué igualmente confirmado por las observaciones de Bonifay.

Tacchini, jefe de la expedición italiana que observó el paso en Bengala, en un trabajo que dió á luz en el *Boletín de la Sociedad de los espectroscopistas italianos*, dice que, examinando en medio de un cielo despejado el espectro solar en las cercanías de la magnífica banda oscura formada por Vénus antes de salir del disco del Sol, notó que este espectro se presentaba en todas partes en estado normal, excepto en dos posiciones en las cuales, después del pasaje de la banda del planeta, se veía un ligero oscurecimiento en dos puntos del rojo correspondiente á las líneas de absorción de nuestra atmósfera, «cuyo fenómeno, añade, parece ser ocasionado por la presencia de la atmósfera de Vénus *probablemente de la misma naturaleza que la nuestra.*»

También Mr. Mouchez, jefe de la Comisión francesa de la Isla de San Pablo, observó la atmósfera de Vénus bajo la forma de un anillo vaporoso ligeramente iluminado que circundaba el cuerpo del planeta en el momento del contacto interno á la entrada. La figura 23, copiada de una fotografía directa obtenida por Mr. Mouchez, representa este fenómeno que tanto estrecha la analogía de ese mundo con el que habitamos.

Mr. Heraud, jefe de la expedición francesa que estudió el paso de Vénus en el Japon, dedujo de sus propias observaciones y de las de sus subordinados idénticos resultados, y la Comisión inglesa establecida en Egipto comprobaba de una manera análoga estos hechos importantes.

Respighi afirma en vista de esto que no es posible negar la existencia de la atmósfera de Vénus; y Vogel,

uno de los espectroscopistas contemporáneos más distinguidos, dice «que las modificaciones introducidas por

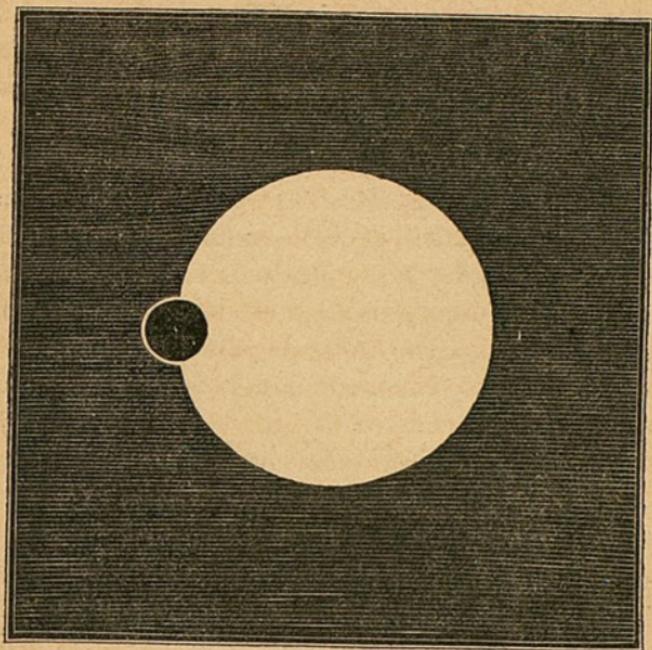


Fig. 22. — La atmósfera de Vénus, observada en 1874, al entrar este planeta en el disco del Sol.

la atmósfera de Vénus en el espectro solar son muy débiles, de lo cual debe deducirse que los rayos solares que nos envía este planeta son reflejados en su mayor parte por la superficie de la *capa de nubes* que le circunda sin penetrar en el interior. A esto hay que añadir las rayas particulares que se observan en dicho espectro, entre las cuales se *reconocen las del vapor de*

*agua*, por cuya razon puede admitirse como muy probable que la atmósfera de este planeta *contiene agua*, como la de nuestro Globo.»

Estos estudios han conducido á los astrónomos á completar todos los trabajos precedentes hechos sobre la atmósfera de Vénus, y han permitido determinar su refraccion y su densidad. Esta refraccion horizontal es de 54'; y siendo la de la atmósfera terrestre de 33', resulta que la atmósfera en la superficie de Vénus es superior á la nuestra en la proporcion de 100 á 189. La atmósfera de Vénus es, por consiguiente, casi dos veces más densa que la nuestra, se halla impregnada de vapor de agua, y sus variaciones de temperatura producen allí un juego meteorológico parecido al nuestro.

Estos descubrimientos son de un valor incalculable, y bastan para justificar la solidariedad de las fuerzas físicas, y el estrecho parentesco que existe entre los cuerpos de nuestro sistema; y sin embargo, quién sabe si esta verdad se confirmará más todavía, en el próximo paso de Vénus, con un descubrimiento importantísimo: el del satélite de este planeta.

Es tal el enlace que existe entre todas las cosas, que el descubrimiento de los dos satélites de Marte presta un testimonio irrecusable á esta verdad, y nos suministra un dato poderoso para creer que Mercurio y Vénus deben estar dotados de satélites como los demás planetas.

Y en efecto: ocho planetas principales existen en nuestro sistema, y de éstos seis están rodeados de satélites; ¿por qué razon Mercurio y Vénus han de ser una excepcion de esta regla y han de carecer de seme-

jante beneficio? Acaso obedezca á una ley de la Naturaleza, para contribuir mejor á la armonía de las fuerzas planetarias, que todos los planetas tengan satélites. Y si esto es así, ¿será extraño que el telescopio revele algun día las lunas de Mercurio y de Vénus, especialmente la de este último planeta, cuando observadores tan hábiles y afamados como Fontana, Cassini, Mayer y otros han creído columbrarla en varias ocasiones?

Montaigne, durante el tránsito de Vénus de 1761, parece haberla descubierto, segun hemos visto en un *Diccionario de Física* publicado en Francia en 1789; y Scheuten, que observó dicho pasaje, dice que Vénus iba acompañado por un cuerpo negro, pequeño y circular, que siguió al planeta todo el tiempo que tardó en atravesar el disco del Sol. Røedkier le distinguió tambien en 1764; el jesuita Lagrange hizo la misma observacion. Cassini en 1686, observando á Vénus en los primeros albores de la aurora, advirtió no léjos de este astro una pequeña luz imitando exactamente las fases del planeta. «El diámetro de este cuerpo, dice el célebre astrónomo, era próximamente igual á la cuarta parte del diámetro de Vénus; le observé atentamente durante un cuarto de hora, y despues de haber interrumpido la observacion cuatro ó cinco minutos, no la volví á ver por impedirlo la claridad del día.»

Nadie se acordaba ya de esta notable observacion, cuando el óptico inglés Short, en 1740, provisto de un telescopio que aumentaba 60 veces los objetos, descubrió el pequeño astro cerca de Vénus. Cambió de lentes cada vez más fuertes, tres ó cuatro veces, y reconoció que tenía una fase idéntica á la del planeta. El diá-

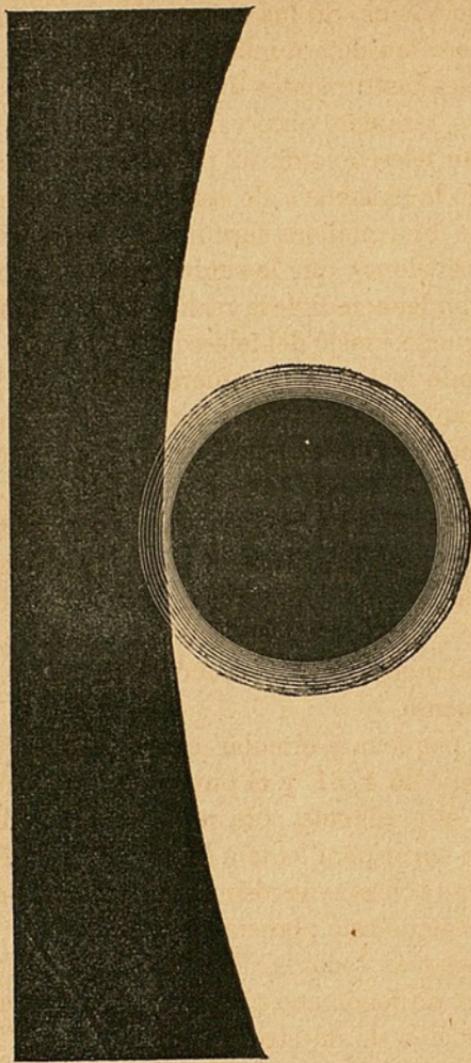


Fig. 23. — La atmósfera de Vénus observada por Mr. Monchez en 1874, en el instante del contacto interno á la entrada, con un anteojo de 8 pulgadas.

metro de este satélite, según Short, era próximamente el tercio del de Vénus. Su luz era ménos viva que la del planeta, pero tan determinada que pudo observarlo con diferentes instrumentos durante una hora.

Mayer creyó también observarle en 1759; y Montbarron, con un telescopio de 32 pulgadas, lo observó en 1765. Como la existencia de este satélite no estaba confirmada de una manera terminante, Montbarron tomó las precauciones que le sugirió su buen sentido práctico para poder acreditar la realidad del fenómeno. Cambió el pequeño espejo del telescopio, varió los cristales, procurando tener á Vénus fuera de la visual para observar únicamente al satélite, y quedó convencido de que la existencia de este astro era un hecho real y efectivo.

Estas observaciones, practicadas por tan distintos y sábios astrónomos, y en diferentes épocas, son de gran importancia y dignas de ser meditadas por los hombres pensadores. ¿Podrán no obstante, atribuirse, como suponía Lalande, á una ilusión óptica?

No, seguramente.

La mancha pequeña y circular que seguía á Vénus durante el pasaje de 1761, y el punto luminoso observado cerca de este planeta, ora redondo, ora presentando una fase correspondiente á la de Vénus, ¿á qué puede atribuirse con más verosimilitud sino á la existencia del satélite de este planeta?

Pero aún hay más todavía. El satélite de la Tierra, la Luna, ofrece un fenómeno que habrá llamado seguramente la atención de nuestros lectores.

Cuando el creciente es ya visible, y un poco después del último cuarto, es decir, en los dos períodos de

nuestro satélite en que se nos presenta bajo la forma de un filete ó delgado arco luminoso, habrán notado en el interior de esta media luna el cuerpo entero de nuestro satélite, no luminoso como el segmento, sino matizado de una débil claridad, á la que se le ha dado el nombre de luz *cinérea* ó *cenicienta*. Los astrónomos antiguos creyeron que esta luz era producida por una fosforescencia inherente al suelo lunar; pero Leonardo de Vinci, tan profundo investigador como hábil artista, reconoció en 1494 que no es otra cosa que la luz terrestre que va á reflejarse á la Luna, y que ésta á su vez nos envía. Esta observacion fué comprobada un siglo despues por Moestlin, y hoy está admitida por los astrónomos.

Ahora bien: la observacion del globo oscuro débilmente alumbrado en el interior del segmento luminoso, ha sido hecha en Vénus lo mismo que en la Luna. ¿A qué podrá atribuirse este raro fenómeno? Hasta ahora ha sido inútil recurrir, para explicarlo, á la fosforescencia de la atmósfera del planeta, como suponían Olbers y Herschel, ni á la luz reflejada por la Tierra ó por Mercurio, como creía Arago, ni á la presencia de auroras boreales, como dice Flammarion, pues éstas hipótesis, especialmente las de Olbers, Herschel y Arago, no satisfacen á los astrónomos, ni explican siquiera ni aún las apariencias mismas del fenómeno de la luz cinérea de Vénus; y con respecto á la de Flammarion, ni nadie la ha admitido ni tiene razon de ser. La ciencia, pues, no sabe á qué causa atribuir esa luz misteriosa.

Sin embargo, queda quizá para explicarla el satélite de Vénus. ¿No será más sencillo atribuir á este

astro la causa de aquella luz secundaria? ¿Por qué no ha de ser producida por la luz que refleja sobre el hemisferio no alumbrado de Vénus, desempeñando de este modo con este planeta un destino idéntico al que la Tierra desempeña con la Luna...?

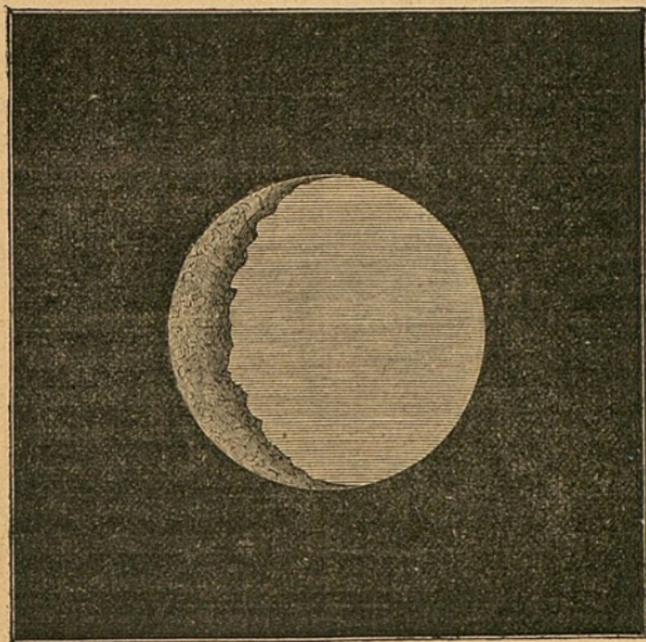


Fig. 24. — Una de las fases principales de Vénus. El segmento luminoso de este planeta, y el resto del globo débilmente alumbrado por la luz cinérea.

Nosotros abrigamos este convencimiento, y acaso llegará un día en que se descubra este satélite por una casualidad, ó por los progresos de la óptica. ¿Seremos por esto tachados de visionarios? Pues téngase en cuen-

ta que la analogía había supuesto la existencia de los satélites de Marte mucho tiempo ántes de haberse descubierto, y que hasta el sentimiento intuitivo se había representado á esos pequeños mundos girando en el espacio.

Cuando Képler, el gran profeta de la Naturaleza, supo que Galileo había descubierto en Italia, en 1610, los cuatro satélites de Júpiter, escribió á su amigo Wachenfels una carta en la que consignó esta pasmosa profecía que, con excepcion de los satélites de Vénus y de Mercurio, se ha cumplido al pié de la letra. «No me ha extrañado, decía, el descubrimiento de Galileo, pues creía probable la existencia de esos astros, y pienso que andando el tiempo se podrá encontrar *dos en Marte, seis ú ocho en Saturno*, y puede ser que tambien se descubra uno en Vénus y otro en Mercurio.»

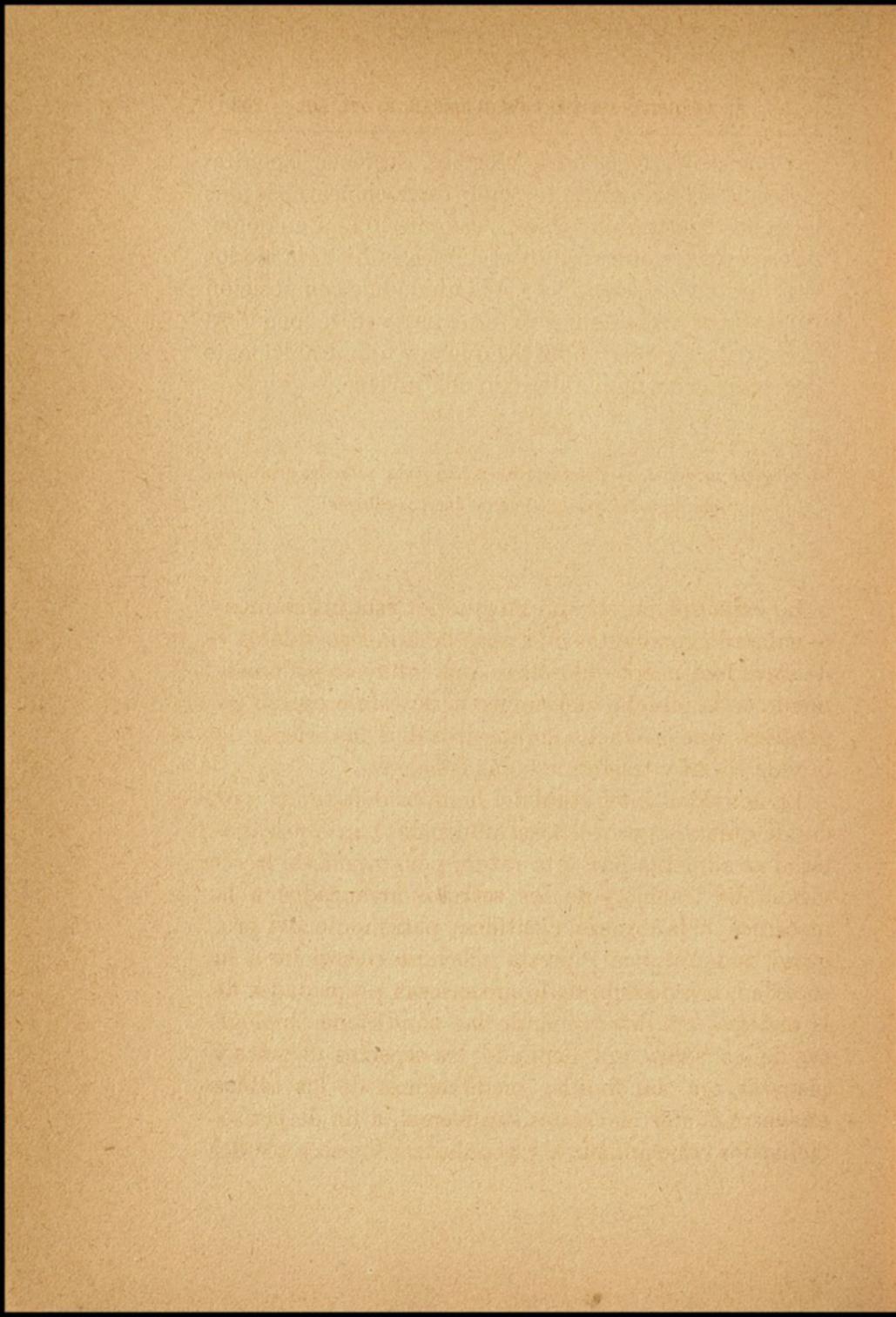
Chambers, con ocasion del descubrimiento de uno de los satélites de Saturno, profetizó á últimos del siglo pasado el descubrimiento de los satélites de Marte; y Swift, en el cap. III del viaje á Laputa, y Voltaire en el famoso viaje de *Micromegas* por los espacios, hablan de los satélites de Marte como de la cosa más natural y conocida en su tiempo, llegando Swift hasta el extremo de asegurar, por medio de uno de los personajes de su obra, que el satélite interior de Marte dista *tres diámetros* de este planeta, y el exterior *cinco*; y que el primero realiza su revolucion en torno de Marte en *diez horas* y el segundo en *veintiuna y media*, lo cual discrepa bien poco de la verdad.

Muchos astrónomos en la actualidad piensan del mismo modo con respecto al satélite de Vénus, y no es extraño que algun día se compruebe definitivamente su

---

existencia. Nosotros así lo creemos. Sostener lo contrario estableciendo gratuitamente distinciones absurdas entre los cuerpos planetarios, es opuesto á la analogía, á los raros ejemplos que nos ofrece la historia de los descubrimientos científicos, á la unidad de composición que caracteriza á nuestro sistema, y á la poderosa acción de las fuerzas físicas que tan admirablemente obran en la economía de todo el Universo.

---



## XIV

El progreso moderno. — Consideraciones filosóficas sobre las condiciones de la habitabilidad de los cuerpos celestes

Lo expuesto en el capítulo anterior está íntimamente enlazado con ciertas doctrinas de inmenso interés y de elevado concepto filosófico que influyen poderosamente en la marcha del progreso, de este progreso gigantesco que ensancha en nuestros días las esferas de la vida social y transforma todas las cosas.

La actividad intelectual del hombre deja sentir por donde quiera su provechosa influencia. La riqueza material se aumenta por esta razón, y en virtud de la división del trabajo y de los secretos arrancados á la mecánica; y la riqueza científica, patrimonio del progreso, se multiplica y presta relevantes servicios á la sociedad, ora descubriendo misteriosas propiedades de la materia, ora determinando las condiciones biológicas de los seres, ora llenando los espacios de soles y planetas, ora dando á las meditaciones de los sábios nuevos métodos de síntesis universal, á fin de perfeccionar los conocimientos y popularizar los secretos del

Cósmos. Estos brillantes resultados no se deben ni á las elucubraciones metafísicas en que la Edad Media cristiana fundaba su falsa gloria, ni á la proteccion de los Gobiernos de Europa, sino á los nuevos métodos de estudio, al trabajo personal independiente, al espíritu de libre exámen y al conocimiento, cada día más exacto, que tiene el hombre de la Naturaleza.

En los tiempos antiguos caminaban las ciencias por los oscuros senderos del error y de las preocupaciones; hoy, por el contrario, la confianza y el bienestar renacen, la comunicacion entre las naciones todo lo anima; no hay secreto, no hay adelanto alguno que no sea patrimonio de todos; el comercio y la industria mejoran las condiciones de los pueblos; la ilustracion regenera á los hombres abriendo por todas partes inagotables veneros de riqueza social; y la filosofía misma, rompiendo el estrecho círculo en que estaba encerrada por la reaccion teológica del siglo XVII, entra en el ancho campo de las reformas, asocia los estudios psicológicos á los demás estudios de las ciencias positivas, reduce la Astronomía, la Física y la Química á una dinámica universal, y elevándose al origen de los fenómenos materiales, considera la gravedad, la luz, el calor, la electricidad, el magnetismo y la afinidad química como el resultado de fuerzas variables de una energía poderosa y vital que llena el Universo.

Hé aquí la obra gigantesca del progreso. ¡Semejante conquista es el gran título de gloria de la edad moderna! A los delirios de la alquimia y á sus cualidades místicas y ocultas, ha sustituido el espíritu analítico, ámplio y eminentemente práctico de la *química nueva*, fundada por Lavoisier, Berzelius y Liebig; á los ab-

surdos de la astrología judiciaria, los grandes descubrimientos de Copérnico, Galileo y Newton, que dan un nuevo y grandioso aspecto á la Astronomía moderna; á las toscas y pesadas carabelas, los buques de vapor y las fragatas blindadas; y al carronato y la galea, los caminos de hierro de Stephenson, que acortan las distancias y contribuyen á la fraternidad universal.

A estos adelantos han sucedido otros no ménos útiles y sorprendentes.

Hoy poseemos el método experimental, al que debemos la gloria del progreso moderno y las maravillas de la electricidad y del vapor; utilizamos las fuerzas materiales, empleándolas como elementos motores en los talleres, templos de la civilización moderna; sometemos á nuestra voluntad la electricidad impalpable y la aplicamos, ora como agente industrial para la preparación de maravillosos artefactos, ora como instrumento de investigación y análisis, ora como un enérgico recurso terapéutico para aliviar ciertas dolencias; convertimos en orgánicas las sustancias inorgánicas; transformamos el movimiento en luz; creamos las sustancias químicas para las fuerzas físicas; por el telar mecánico gozamos de un aseo que desconocieron nuestros padres, aseo que tanto recomienda la Higiene; perforamos las montañas; unimos el Mar Rojo al Mar Mediterráneo; el rayo besa nuestras plantas; se burla el furor de los mares y la violencia de las tempestades; se evitan los efectos destructores de la pólvora; cruzamos la atmósfera, como las aves, en la barquilla de un frágil globo; se sorprenden los secretos de la Naturaleza en el inmenso laboratorio de sus operaciones gigantescas, merced á la síntesis química que imprime cada día

á todas las cosas un grado más completo de realidad objetiva; á la maravilla del telégrafo, por medio del cual hablamos con América como dos vecinos desde sus respectivas ventanas, ha sucedido la no ménos sorprendente del fonógrafo y del teléfono; se piensa en estos momentos unir á Europa con Africa por medio de un túnel que atravesase el Estrecho de Gibraltar; se hacen aplicaciones importantes; la ignorancia se disipa; la democracia se extiende y sustituye con sus salvadoras doctrinas á caducas instituciones sociales, restos de la tiranía y del oscurantismo de los tiempos antiguos, y por estos medios poderosos y regeneradores se afirma la solidaridad humana.

La Paleontología, la Arqueología, la Botánica, la Geografía, la Meteorología, la Dinámica, marchan unidas como génios bienhechores de la humanidad realizando un mundo de maravillas; y la higiene, que no es otra cosa más que una aplicacion de la fisiología al estudio de las causas de las enfermedades, á pesar de haber estado considerada no há mucho como una asignatura inútil en el plan de enseñanza médica, hace rápidos progresos y contribuye, como ha dicho Rochoux, á labrar la felicidad del hombre sobre la Tierra.

¿Qué imaginacion podía suponer no hace mucho que la Química llegaría á demostrar la unidad de sustancia para todos los cuerpos, y la Física la unidad de fuerza para todos los movimientos? ¿Quién podía creer que la Optica llegaría á descorrer el velo de Isis del Universo, leyendo el misterio que encierran los astros allá en las soledades de lo infinito, y que la análisis espectral llegaría á descubrir que los cuerpos que existen en la Tierra se encuentran tambien en el Sol y en los

planetas de nuestro sistema, siendo esto aplicable á todos los grupos estelares de la inmensidad? ¿Ni quién pudo sospechar que la fotografía, que generalmente cree el vulgo que no sirve para otra cosa más que para hacer retratos, había de ser hoy el auxiliar poderoso de las ciencias experimentales?

Con estos elementos de perfeccion y de cultura, se regeneran los pueblos y mejoran sus condiciones de existencia; y si las ciencias siguen floreciendo como hasta aquí, es imposible sospechar el porvenir que le está reservado á la civilizacion monstruosa de Occidente. Los descubrimientos se suceden á los descubrimientos, las teorías á las teorías, y filósofos y naturalistas caminan de comun acuerdo para llegar á la suspirada comprension de la unidad, deseo constante de la ciencia.

Merced á estos adelantos, la Astronomía moderna, rompiendo el valladar de las preocupaciones seculares, eterna rémora del progreso en todos los tiempos, no sólo ha ensanchado el Universo, sino los horizontes de la vida infinita que se agita por todas partes; centellea en las ondulaciones del éter, brilla en la luz de las estrellas, palpita en las atmósferas de los planetas, animándolos de un hálito creador, y regula toda la grandeza de la creacion universal.

El cielo ya no es una esfera cristalina en la cual están enclavados los astros, como creían Tolomeo y las teogonías antiguas: sus vastas soledades, la oscuridad de esas regiones, se han convertido en foco inagotable de vida, de luz, de movimiento y de sublimes armonías. Los soles, interpuestos delante de soles, irradian en el éter torrentes de luz, de calor y de electricidad que no sólo llenan de vida á los mundos que á su alrededor

gravitan, sino que establecen en todo el Universo la misteriosa y admirable solidaridad que existe entre las fuerzas cósmicas.

En medio de este universal conjunto de mundos y de sistemas estelares, la Tierra no es otra cosa que un punto perdido en la inmensidad, y la humanidad que la habita una pobre familia de las innumerables que pueblan los espacios infinitos.

Estos conocimientos son de primer orden, y prestan un nuevo sello de grandeza y majestad al estudio de la Naturaleza.

«La ciencia demuestra, dice Oton Ulé, que las leyes á que obedece la vida de nuestro Globo conservan tambien su valor para los otros mundos; la unidad de la existencia no excluye la variacion en las formas.» Esta importante afirmacion del célebre naturalista alemán, ha sido corroborada por los descubrimientos contemporáneos. Y en efecto: la desigualdad que se nota en el estudio espectral de algunos cuerpos de nuestro sistema, que ya hemos consignado, no es un obstáculo para que puedan estar habitados, pues precisamente lo que más nos interesa conocer no son tanto las analogías como las diferencias que existen entre los planetas, á fin de determinar las formas que pueda afectar la vida en sus superficies, mucho más hoy que la biología positiva y la estadística enseñan terminantemente que la organizacion humana nada tiene de arbitraria, y que es la resultante matemática de las fuerzas en accion sobre nuestro Globo.

Todo, pues, cuanto vive sobre la Tierra, desde el hombre hasta el infusorio, desde la modesta hierba de los prados hasta los gigantescos árboles de los bosques;

todo cuanto existe en los aires y en las aguas, desde el ave hasta los peces que pueblan los abismos de los mares, se hallan en íntima relacion con las condiciones orgánicas del planeta; y en virtud de esta ley, y con arreglo á las peculiaridades físicas, geográficas, climatológicas y demás de cada mundo, los séres que existan en ellos estarán organizados con relacion al medio en que vivan y se desarrollen, y sus formas respectivas han de diferir necesariamente del tipo humano.

Crear, á pesar de esto, que los cuerpos celestes están habitados por séres como los que pueblan la Tierra, es llevar el antropomorfismo á un extremo exagerado que rechazan de consuno la ciencia y la lógica; pues ya Jenófanes, que creía en la pluralidad de los mundos habitados, rechazaba estas absurdas analogías, y los físicos modernos las condenan como contrarias á las leyes de la Naturaleza.

La vida se extiende por todas partes, y todo lo llena y vivifica, lo mismo sobre la Tierra que en los millones de sistemas planetarios, análogos al nuestro, que flotan en las profundidades de los cielos. En vista de esto, no hay razon para creer que todos esos astros que pueblan los espacios, y que la óptica aproxima tanto á nuestro globo, son vastos desiertos, sombrías soledades envueltas en el silencio de la muerte, enormes pedruscos que circulan eternamente en lo infinito sin conducir á nadie, sin servir de morada á otros séres, á otras humanidades. ¿Por qué no han de estar habitados por séres superiores é inferiores, dotados los primeros de inteligencia y capaces de comprender los fenómenos de la Naturaleza, y de elevar su pensamiento á la fuerza cósmica que ha llenado de mundos los es-

pacios, que ha dado unidad á las leyes que rigen á la mecánica celeste, y encendido la luz eterna, la luz que nos guía y vivifica, en el centro de los sistemas planetarios? ¿Qué razon, qué fundamento existe para negar la verosimilitud de estas conjeturas, basadas en descubrimientos terminantes sobre las condiciones de habitabilidad de los cuerpos celestes, y en el poder incontrastable y eterno de la Naturaleza? Ninguna seguramente, pues la vida es universal é infinita, y no debe reducirse al estrecho y exiguo mundo que habitamos.

¡Qué de consideraciones no asaltan á la imaginacion con estas conjeturas! ¡Y cómo la idea sublime de la pluralidad de los mundos habitados ó la poblacion general del Universo, presentida por todos los filósofos, cantada por poetas inmortales, engrandece el pensamiento del que puede comprenderla!...

El conocimiento de los fenómenos cósmicos que encierra la historia de los mundos, su estudio general y filosófico, el exámen profundo de los hechos y de las maravillas que ofrece la Astronomía estelar y planetaria, y las conclusiones especulativas y fisiológicas que acreditan la existencia de la vida ultra-terrestre, se confirman cada día más y adquieren nuevos testimonios con los brillantes descubrimientos contemporáneos; y por esta razon, nosotros, que tenemos una profunda fe en el progreso y en los destinos de la humanidad, y que admiramos los triunfos obtenidos por el hombre en este incomparable siglo XIX, abrigamos la grata esperanza de que los astrónomos, aleccionados por la experiencia y por los contratiempos sufridos en 1769 y en 1874, harán descubrimientos importantes en esta ocasion solemne, al estudiar el próximo paso de Vénus.

La ciencia de los astros, la ciencia de lo infinito, está de enhorabuena.

Si en 1883, cuando estén comprobados todos los trabajos y hechas las correcciones necesarias, nos revelase la ciencia los verdaderos elementos de nuestro sistema planetario, la causa de las extrañas apariencias que acompañan á los contactos; si nos demostrase cuál de los métodos adoptados es más útil á la Astronomía de precisión, y nos pudiera explicar los fenómenos relacionados con la constitucion física de Vénus, la ciencia adelantaría extraordinariamente con estos descubrimientos, perfeccionándose más de lo que están sus divinas doctrinas, los esfuerzos titánicos de tantas generaciones se verían coronados por el éxito más brillante, y se pondría fuera de toda duda lo que revela el telescopio y los estudios espectrales, es decir, que la Tierra no es el único cuerpo en la Naturaleza rodeado de atmósfera, ni el único que está habitado, sino que en esos espacios inconmensurables, sembrados de estrellas y de nebulosas, existen otras tierras celestes, y por lo tanto otros mundos dotados de las mismas condiciones de vida que nuestro Globo, no variando en otra cosa que en la distribucion de los elementos físicos constitutivos, con arreglo á las distancias de los planetas al Sol y á sus densidades respectivas.

De esta manera se eleva el pensamiento humano á los grandes enigmas del Universo, se ensanchan los horizontes de las ideas cosmológicas que más se relacionan con las condiciones biológicas de nuestro Globo; y la ciencia, descubriendo y analizando todas las cosas, explorando la inmensidad de cuanto reposa todavía oculto en el seno fecundo é inagotable de la Naturale-

za, dando unidad de composición á la física universal, y encaminando los métodos inductivos por los senderos de la verdad y de la filosofía natural, esparce de este modo claridad sobre los objetos, imprime un carácter nuevo de sencillez y de grandeza á los conocimientos modernos, y abre el camino á los grandes descubrimientos de que está sedienta la inteligencia, y á los maravillosos que presentimos que han de realizarse en el porvenir, los cuales han de poner al hombre en posesión de los grandes secretos del C6smos.

FIN

# ÍNDICE

## DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE LIBRO

|                       | <u>Páginas.</u> |
|-----------------------|-----------------|
| INTRODUCCION. . . . . | 5               |

### CAPITULO PRIMERO

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| El Sol, manantial único de bienestar y de vida. — Sus dimensiones. — Su distancia de la Tierra. — La luz y el calor del Sol. — Sus movimientos de rotacion y el de traslacion á través de los espacios. — La temperatura de este astro. — Su constitucion física y química. — Las erupciones de fuego en el Sol. — Aspecto, formas y movimientos de las manchas solares . . . . . | 19 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### CAPÍTULO II

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Nuestro sistema planetario y su organizacion uranográfica. — La gravitacion universal establece la armonía que reina en el Universo y retiene á los planetas en sus órbitas. — La Tierra es un cuerpo celeste como los demás. — Su movimiento y velocidad con que gira alrededor del Sol. — Los cometas prueban que Neptuno no marca los límites de nuestro sistema. — Aspecto de los cometas: su movimiento, su naturaleza y su misterioso destino en el Cósmos. . . . . | 43 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## CAPÍTULO III

- Conocimiento de los antiguos sobre el planeta Vénus. — Su volúmen, su distancia al Sol, sus movimientos y sus fases. — Sus climas y estaciones, y demás fenómenos que ofrece este planeta. — Su analogía con nuestro Globo. — La Tierra vista desde Vénus. . . . . 73

## CAPÍTULO IV

- Importancia de Vénus en la historia de la Astronomía desde el siglo XVII. — La paralaje del Sol. — Las Comisiones científicas que observaron el paso de Vénus en 1874. — Causa y datos históricos de este gran fenómeno. — Su periodicidad. — Cuadro de los pasajes, desde el primero que se observó en 1631, hasta el que se observará el 14 de Junio del año 2984. . . . . 83

## CAPÍTULO V

- La duracion de los pasos de Vénus no siempre es la misma. — La utilidad de este fenómeno ha sido prevista por el cálculo. — Trabajos de las Comisiones que observaron el paso de Vénus de 1769 para determinar la paralaje solar. — Duracion del tránsito de Vénus el 6 de Diciembre de 1882, y los puntos de la Tierra en que será visible. . . . . 95

## CAPÍTULO VI

- El Congreso científico internacional reunido en París en el mes de Octubre de 1881. — Nombres de los individuos que lo han constituido. — Acuerdos tomados por esta ilustre Asamblea. . . . . 109

## CAPÍTULO VII

- Los Gobiernos de las grandes potencias y las Corporaciones científicas del mundo con motivo del próximo pasaje de Vénus. — La Comisión española nombrada por el Gobierno para estudiar el fenómeno. — Instrumentos que ha de emplear en las observaciones, sus trabajos preliminares y puntos que ha elegido en nuestras Antillas. — Preceptos para la observación de los contactos de los limbos de Vénus y el Sol adoptados por la Comisión española. . . . . 117

## CAPÍTULO VIII

- Comisiones nombradas por las principales naciones para observar el tránsito de Vénus desde diversos lugares de la Tierra.. . . . 131

## CAPÍTULO IX

- Los contactos de los discos del Sol y de Vénus. — Apariencias que ofrece este singular fenómeno. — Del conocimiento exacto de la causa que lo produce depende fijar el valor de la paralaje solar. . . . . 153

## CAPÍTULO X

- Experiencias que se han hecho para conocer el fenómeno de los contactos. — Hipótesis inventadas para explicar su causa. — Trabajos que se propone llevar á cabo la Comisión española para contribuir á la solución del problema.. . . . 167

## CAPÍTULO XI

- Instrucciones formuladas por el Congreso científico internacional para observar los contactos con el sentido

práctico, y con las precauciones que requiere tan importante fenómeno celeste. . . . . 177

## CAPITULO XII

Los triunfos recientes de la análisis espectral, revelarán probablemente en esta ocasion algunos secretos de la constitucion física de Vénus. — Atmósfera de este planeta. — Su régimen meteorológico idéntico al de la Tierra. . . . . 183

## CAPITULO XIII

Densidad y refraccion horizontal de la atmósfera de Vénus, deducidas de las observaciones del paso de 1874. — Su constitucion física y química descubierta por la análisis espectral. — Existencia probable de un satélite en Vénus. — Observaciones que acreditan esta conjetura. — La luz cinérea de este planeta es acaso producida por la luz que le envía su satélite. . . . . 191

## CAPITULO XIV

El progreso moderno. — Consideraciones filosóficas sobre las condiciones de habitabilidad de los cuerpos celestes. . . . . 203

