



www.senado2010.gob.mx

www.juridicas.unam.mx

Francisco Díaz Covarrubias

APENDICE IV.



Informe presentado al Presidente de la Comisión Astronómica Mexicana, sobre los trabajos fotográficos ejecutados en el Japon durante el tránsito de Vénus en 1874. por el ingeniero de la Comisión D. Agustin Barroso.

Tengo la honra de presentar a vd. el informe relativo á los trabajos ejecutados con el objeto de obtener imágenes del sol durante el último tránsito de Vénus por el disco de aquel, manifestándole al mismo tiempo los resultados que produjo el nuevo método empleado con tal fin, y el cual no es otra cosa sino la realizacion de una idea concebida por vd. despues de haber aceptado el cargo de gefe de la Comisión Astronómica Mexicana, con que se sirvió honrarlo el C. Presidente, y que tuvo vd. á bien comunicarme pocos dias antes de salir de nuestra República para el punto del Asia en que debia tener lugar la observacion.

Antes del último tránsito de Vénus, las fotografías del sol se habian obtenido por medio de cámaras comunes, cuyos objetivos mas ó menos grandes no permitian conseguir sino imágenes de pequeña extension; pero con motivo de aquel fenómeno, los diversos países que se habian propuesto enviar comisiones para

su observacion, estudiaron y construyeron con tiempo aparatos fotográficos mas ó menos variados, cuyas modificaciones tenian primitivamente por objeto: conseguir mayor extension en las imágenes, y obtener el mayor número posible de éstas durante el tiempo comprendido entre el primero y el último contacto de Vénus con el disco del sol. Los resultados alcanzados han sido ménos satisfactorios en el primero que en el segundo punto, verdad es que la simultaneidad de las dos mejoras presenta graves inconvenientes, que tal vez será dado vencer para el tránsito que debe verificarse en Diciembre de 1882.

La violencia con que la Comision tuvo que emprender su marcha á causa del poco tiempo que quedaba disponible para poder llegar al punto final de su destino y establecer en él los Observatorios respectivos, hizo que en México apenas se pudiesen reunir y empa-car los instrumentos astronómicos indispensables para la observacion; pero no fué posible hacer construir aparatos especiales de fotografía, y ni aun siquiera prepararse con los mas comunes, de modo que nada se habria hecho en esta materia si la Comision no hubiera tenido la fortuna de que el vapor que debia conducirla al Asia se detuviese en San Francisco de California tres dias mas de los que se le habian señalado para permanecer en aquel puesto, durante los cuales y prévia autorizacion de vd. me proveí de lo absolutamente necesario para poder ensayar el método que me habia indicado con anterioridad, y encontrarme en estado de obtener algunas vistas fotográficas que mas tarde debian servir para ilustrar el informe general. Digo que sin esta circunstancia nada se hubiera hecho, porque estando fijada la partida del vapor "Vasco de Gama" para el dia siguiente en que la Comision podia llegar á San Francisco, la adquisicion de lo que esta necesitaba hubiera sido materialmente imposible.

Desde luego me puse á buscar una cámara bastante ligera, con el objeto de adaptarla sin gran inconveniente al antejo de uno de los instrumentos de que podia disponer la Comision. Las de construccion francesa semejantes á las que habia ya conocido en esta ciudad me parecieron á propósito; pero no encontré ninguna de esta clase en los diversos almacenes que visité. En consecuencia, tuve que conformarme con una de placa que me proporcionó la casa de los Sres. John Taylor y Comp., pues aunque de construccion americana, era relativamente ligera, en virtud de carecer de multiplicador y algunos otros accesorios que hacen pesadas las que se usan hoy dia en los talleres de fotografía. En la misma casa compré los productos químicos y el material fotográfico que me sirvieron mas tarde en el Japon. Todo ello fué empacado con el mayor esmero, como lo prueba el no haber sufrido la menor avería durante su trasporte, resultado que comuniqué inmediatamente á la casa referida, conforme á la recomendacion especial que me hizo antes de abandonar el puerto de San Francisco.

Aunque la Comision desembarcó el 9 de Noviembre en Yokohama, lugar en que fijó vd. definitivamente para hacer las observaciones del tránsito, no fué posible emprender ninguna clase de experiencias sino hasta que se escogieron los puntos mas convenientes para erigir los Observatorios, y se instalaron en sus respectivos campos las dos secciones en que se dividió la Comision, habiendo sido yo designado por vd. para formar en su compañía la que se estableció en la loma conocida con el nombre de Nogue-no-yama, situada en la parte japonesa de aquella ciudad.

La necesidad de entrar en relaciones con el Gobierno japonés, tanto para hacerle conocer el objeto de nuestra mision, como para recabar el permiso de levantar los Observatorios, fué causa de que no se pudiera tomar posesion del terreno destinado á la ereccion del

de Nogue-no-yama sino hasta el 25 del mismo mes, no habiendo sido pocos los pasos que hubo que dar á fin de tener un arreglo definitivo con el dueño de aquel, así como con el propietario de la casa inmediata que debía servirnos de habitacion.

Viendo que la adquisicion del terreno se prolongaba mas de lo que era de esperarse, me decidí a desempacar el telescopio del Colegio Militar que iba entre los instrumentos de la Comision, con el objeto de ver si habia llegado en buen estado y de dar desde luego al carpintero las instrucciones acerca de la manera con que se habia de adaptar la cámara fotográfica á la extremidad ocular de aquel instrumento.

Inmediatamente que se puso á nuestra disposicion la casa de Nogue-no-yama, hice que un artesano se encargara de formar el cuarto oscuro que debía servir para las operaciones fotográficas, pues era ya indispensable colocar y poner en buen orden el material que se habia comprado en San Francisco, de manera que se pudiese manipular tan luego como se concluyera el telescopio fotográfico. En dos o tres dias se logró dejar aquel enteramente listo para su objeto y quedaron preparados los colodiones, baños, etc., etc., que exigia el procedimiento. De los primeros tuve la precaucion de disponer cuatro ejemplares diferentes haciendo variar ligeramente las proporciones de los componentes, con el objeto de adoptar el que mas conviniera al clima de la localidad que me era enteramente desconocido, pues aunque por la latitud á que nos encontrábamnos y la temperatura de la estacion parece que debería preferirse un colodin algo alcoholizado, temia yo, como en efecto sucedió, que su adherencia y tenacidad no fuesen bastante grandes para el caso en que se tuviera necesidad de reforzar las negativas, mucho mas cuando esta operacion no podria ejecutarse sino hasta el dia siguiente al del tránsito, supuesto que en éste debía yo consagrarme exclusiva-

mente á obtener el mayor número posible de imágenes durante el tiempo del fenómeno.

Antes de manifestar cómo quedó dispuesto el aparato para fotografiar el sol, poniendo en práctica el sistema que sigue vd. en las observaciones de este cuerpo luminoso, haré presente que dicho sistema consiste en recibir la imagen ampliada del sol sobre un diafragma colocado fuera del telescopio, en vez de observarlo directamente aplicando el ojo á la extremidad de aquel instrumento. Para conseguir este resultado basta hacer salir el ocular del antejo, la cantidad necesaria, siempre muy pequeña, para que, en lugar de la imagen virtual que se observa ordinariamente, se obtenga una imagen real y ampliada, que es la que se recibe en el diafragma de que se acaba de hablar. Este método seguido por vd. y adoptado, á su ejemplo, en observaciones de sol, por la mayor parte de las personas de nuestro país que se ocupan de astronomía, tiene en mi concepto la ventaja de poder trabajar en una posición muy cómoda, la de apreciar más exactamente los contactos de los bordes del sol con los hilos de la retícula, supuesto que tiene que ser así en imágenes de gran extensión, la de evitar el uso del helioscopio, auxiliar absolutamente indispensable tratándose de hacer una observación por el método común y, por último, la de poder observar con un solo instrumento varias personas al mismo tiempo.

Estas ventajas que vd. ha sabido aprovechar hace algunos años en una gran parte de sus numerosos trabajos astronómicos, le sugirieron tal vez la idea de aplicar el mismo método para obtener grandes imágenes fotográficas del sol, y ninguna oportunidad era mejor para ponerla en práctica que el paso de Venus que acaba de tener lugar en Diciembre del año próximo pasado. Desgraciadamente la Comisión no tuvo el tiempo necesario para estudiar y adquirir los instrumentos que hubieran sido convenientes al fin indicado, así es que se redujo á sacar el mayor partido posible de los elementos que

pudo tener á su disposicion para observar aquel fenómeno.

El pensamiento de obtener grandes imágenes fotográficas del sol, fué uno de los que dominaron en las Comisiones encargadas de estudiar todo lo relativo al tránsito de Vénus. Estas, despues de haber examinado los diversos procedimientos fotográficos que fueron propuestos para la observacion de aquel fenómeno, parece que decidieron dar la preferencia al método que consiste en emplear objetivos de muy largo foco para producir la imagen que debe recibirse inmediatamente sobre la placa sensible de una cámara fotográfica, no obstante los inconvenientes á que daria lugar el trasporte de los grandes telescopios que debian servir para tal objeto. El empleo de objetivos de corto foco, si bien mucho mas cómodo por lo que respecta al material que se tiene que llevar consigo, tiene el defecto de exigir el uso de un aparato óptico especial con el fin de amplificar la imagen antes de recibirla en la placa sensible, aparato que puede originar la deformacion de aquella, alterando así la exactitud de las negativas obtenidas por este medio. Arreglando convenientemente el ocular del instrumento, como la práctica vd. al hacer las observaciones de sol, se pueden conseguir imágenes hasta de veinte centímetros de diámetro con telescopios bastante portátiles, que no exceden con mucho de un metro de distancia focal.

La conveniencia de obtener grandes imágenes fotográficas se explica por la lentitud del movimiento aparente de Vénus sobre el disco del sol. Se sabe, en efecto, que en algunos lugares de los escogidos hara pacer la observacion del tránsito en Diciembre de 1874, la duracion de éste pasa de cuatro horas á pesar de no trazar el planeta en su movimiento sino una cuerda del círculo que debe atravesar.

Ahora bien, para calcular la paralaje solar por medio del método de Halley, es preciso determinar la duracion del paso de Vénus por el disco del sol en es-

taciones muy distantes y convenientemente situadas, como las que han sido designadas por los diversos países para hacer la observacion del último tránsito; y la duracion misma depende á su vez de la exactitud con que se observan los contactos del planeta con los bordes del sol. Empleando el método de De L'Isle basta la determinacion de los contactos del principio ó del fin del fenómeno, siempre que se conozca exactamente la posicion geográfica de las estaciones en que se observa.

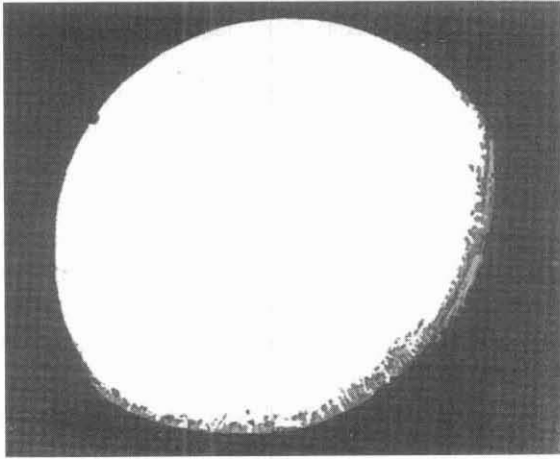
Se vé que uno de los datos esenciales para el cálculo de la paralaje solar es el conocimiento exacto del tiempo que corresponden á los contactos del planeta y el sol; pero como la observacion del instante preciso en que aquellos se verifican ofrece algunas dificultades á causa de la pequeñez del movimiento aparente de Vénus, los astrónomos, ademas del telescopio provisto de ocular micrométrico que se usa para tal objeto, han querido poner en práctica en esta vez otros métodos absolutamente desconocidos en el siglo pasado, y entre los cuales figuran las observaciones espectroscópicas y la fotografía. Obteniendo por medio de esta última una série de imágenes del disco solar durante el tiempo del fenómeno, se puede trazar para cada estacion la cuerda recorrida por Vénus, y medir en seguida la distancia que existe entre las que corresponden á dos estaciones muy lejanas, cuya distancia deberá estar de acuerdo con la encontrada por el cálculo valiéndose de la longitud de dichas cuerdas determinada por la duracion de los pasos. Las mismas fotografías proporcionan el modo de conocer las horas que corresponden á los puntos de contacto, refiriendo estos a las diversas imágenes de Vénus, y sirviéndose de la relacion que existe entre los espacios y los tiempos que aquel planeta ha invertido en recorrerlos.

El aparato de que hice uso para obtener las fotografías fué el telescopio del Colegio Militar que llevaba consigo la Comision, cuya distancia focal es de un metro

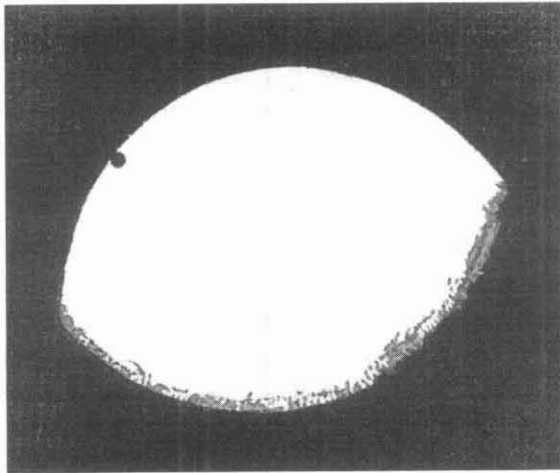
y veinticinco centímetros con una abertura de un decímetro. Hubiera yo preferido para el mismo fin uno de los dos altazimutes, tanto por la mayor estabilidad de estos instrumentos como porque abrazan un campo mas considerable; pero habiéndose destinado á las observaciones astronómicas, solamente quedaba disponible el telescopio mencionado, supuesto que los telescopios zenitales debian servir á las respectivas secciones de la Comision para observar el tránsito de Vénus.

Con el objeto de facilitar en cuanto fuese posible las operaciones, procuré que la cámara y el telescopio formarían una sola pieza; pero como el peso de la primera, así como su contrapeso, tenian que obrar en las extremidades del segundo, lo que podria ocasionar la flexion y aun la ruptura del instrumento, hice reforzar éste con un sobretubo de madera dispuesto de manera que dejase libres todos sus movimientos y provisto, en uno de sus extremos de una plancha fuertemente asegurada, á la cual se fijó de un modo conveniente por medio de tornillos la parte anterior de la cámara, cuidando que el vidrio esmerilado de ésta y por consiguiente la placa sensible, quedasen en una posicion perpendicular al eje del antejo.

Como con el ocular propio del telescopio no era posible obtener imágenes suficientemente amplificadas á causa de la corta distancia que mediaba entre aquel y el fondo de la cámara, era preciso reemplazarlo. Por fortuna pudo adaptarse uno de los oculares del telescopio zenital establecido en el Observatorio de Nogue-no-yama, y aunque con este cambio no se ganó todo lo que era de desearse, sí se pudieron conseguir imágenes de nueve centímetros de diámetro, pues el fuelle de la cámara no permitia ya retirar el vidrio sensibilizado, tanto cuanto hubiera sido necesario para recibir una imagen de mayor extension.



I. Dic. 8 á..... ^h 23 ^m 11 ^s 28.
Tiempo medio de Nogue-no-yama



II. Dic. 8 á..... ^h 23 ^m 27 ^s 46.
Tiempo medio de Nogue-no-yama

En cuanto á la instantaneidad de las imágenes fotográficas, fué preciso para lograr construir un aparato especial que en su esencia, estaba reducido a un diafragma metálico provisto de una pequeña abertura, y dispuesto de manera que pudiera deslizarse con rapidez sobre la tapa del objetivo del telescopio, en cuyo centro se habia practicado tambien una ligera solucion de continuidad. El diafragma se encontraba colocado de modo que en su movimiento pudieran sobreponerse las dos aberturas durante un tiempo que calculo entre un décimo y un centésimo de segundo, en cuyo tiempo se verificaba la impresion.

Quedaba por arreglar uno de los puntos mas difíciles atendiendo á las circunstancias particulares del instrumento con que se debia operar, pues no encontrándose éste montado paralácticamente, habia necesidad de dirigirlo al sol, valiéndose de sus movimientos propios, cada vez que se deseaba obtener una imagen fotográfica; pero como segun he manifestado antes, el campo del telescopio era muy reducido, la imagen completa del sol apenas se conservaba en él unos cuantos segundos, de manera que desaparecia casi en su totalidad durante el intervalo de tiempo requerido para sustituir al vidrio apagado la placa sensible, descubrir ésta, destapar el antejo y correr el diafragma de que se ha hecho mencion.

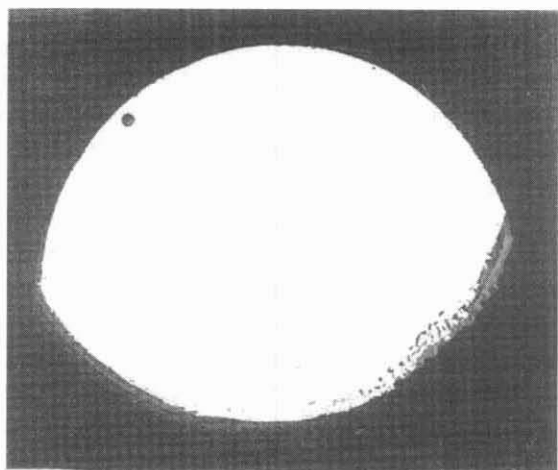
Era, pues, preciso, calcular de antemano el tiempo indispensable para ejecutar estas diversas operaciones á fin de obtener la impresion fotográfica en uno de los pocos segundos que la imagen permanecia en el campo del instrumento. Esta cuestion bastante árdua, á causa de la variacion continúa de los movimientos del sol en azimut y altura, fué motivo de una série de experiencias practicadas en los dos días que precedieron al del tránsito. Por medio de ellas pude determinar aproximadamente en el vidrio esmerilado de la cámara algunos puntos en que

debía encontrarse la imagen del sol, á diversas horas del fenómeno, un cierto número de segundos antes de llegar al centro del campo del telescopio, número de segundos que, conocido previamente, permitía ponerme en estado de recibir sobre el vidrio sensible la impresion del disco del sol en el instante conveniente.

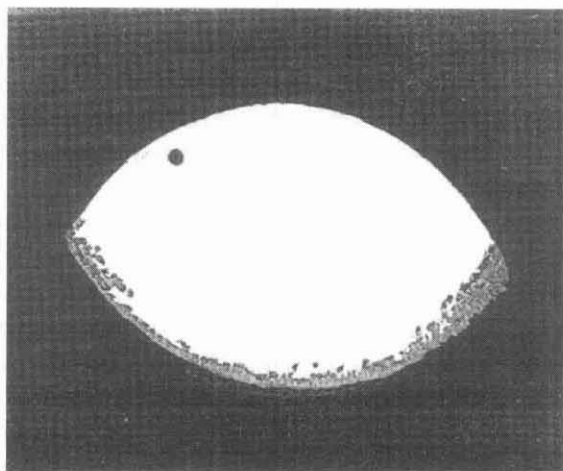
No obstante todas estas precauciones, como el tiempo que quedó disponible para las experiencias fué tan limitado, creí prudente hacer una observacion de los movimientos del sol en el vidrio apagado de la cámara, inmediatamente antes de cada operacion fotográfica, y en todo caso procuré siempre obtener el segmento del disco que debía ser atravesado por Vénus en su paso, porque la poca estabilidad del instrumento me hacia temer alguna desviacion que, aunque ligera, podría bastar para que la imagen quedara casi fuera del campo estrecho que presentaba el telescopio.

Las horas correspondientes á las diversas impresiones las determiné con el cronómetro de bolsa de vd. el cual fué comparado antes y despues del tránsito con el cronómetro marino del Observatorio de Nogue-noyama, cuyo estado y marcha le eran á vd. perfectamente conocidos. De esta manera fué fácil en seguida reducir las horas anotadas por mí á las equivalentes en tiempo medio de Yokohama.

Las fotografías obtenidas durante el tránsito del planeta, fueron diez y siete de las cuales deseché tres en que la imagen habia sufrido una fuerte desviacion á consecuencia sin duda de algun movimiento impreso al anteojo al tiempo de correr el tabique, que cubre en su bastidor, la placa sensible. Las catorce restantes, cuyas copias se incluyen en este informe, y que no debe considerarse sino como un ensayo del método seguido por vd. en las observaciones de sol, aplicado á la fotografía, son una prueba evidente de que con este procedimiento se pueden conseguir imágenes tan grandes como se



III. Dic. 8 á..... $\begin{matrix} h & m & s \\ 23 & 42 & 26. \end{matrix}$
Tiempo medio de Nogue-no-yama



IV. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} h & m & s \\ 0 & 10 & 6. \end{matrix}$
Tiempo medio de Nogue-no-yama

quiera y de que, en circunstancias favorables, es susceptible de suministrar pruebas de una finura y precisión suficientes para que las horas de los contactos puedan apreciarse con un grado tal de aproximación, que no tengan influencia sensible en el resultado final los pequeños errores cometidos en aquella apreciación.

Acaso se podrá objetar á este procedimiento que la imagen ampliada que se recibe en la placa sensible no tiene sus bordes perfectamente definidos, lo cual ocasiona una indecisión en los momentos de los contactos. Es verdad que algunas veces se nota una ligera penumbra en el contorno de la imagen; pero este defecto que, en mi concepto, depende principalmente de la naturaleza del instrumento y que por consiguiente puede afectar de un modo igual todos los procedimientos fotográficos aplicados hasta hoy á la astronomía, desaparecerá por completo ó muy próximamente, haciendo uso de telescopios de una gran perfección óptica, es decir, corregidos hasta donde lo permiten los adelantos actuales de las ciencias y de las artes, de los pequeños defectos que pudieran presentar.

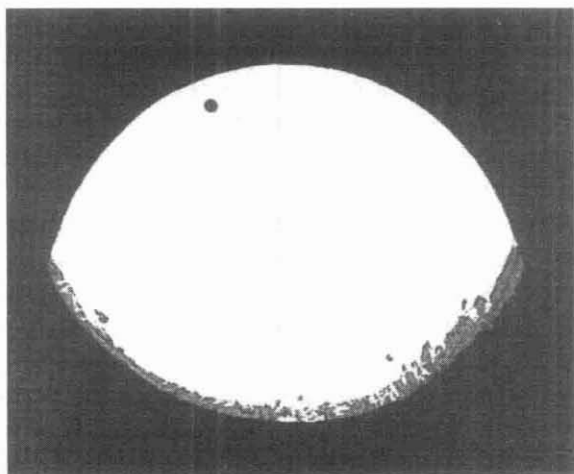
Aun suponiendo que no fuera posible conseguir imágenes de una claridad y precisión absolutamente geométricas, debe tenerse presente que, en igualdad de circunstancias, el error que pueda cometerse en la apreciación de los contactos, siempre será tanto menor cuanto mas considerable sea el diámetro de aquellas; y este diámetro puede agrandarse hasta el grado que sea necesario para que el error cometido represente una fracción de tiempo incapaz de influir perceptiblemente en el cálculo de la paralaje solar.

Por otra parte, si se reciben directamente en el foco del telescopio, aun teniendo éste una distancia focal de tres ó cuatro metros, las imágenes son muy reducidas para que puedan apreciarse sobre ellas distancias que representen una fracción de tiempo bastante pequeña. Es

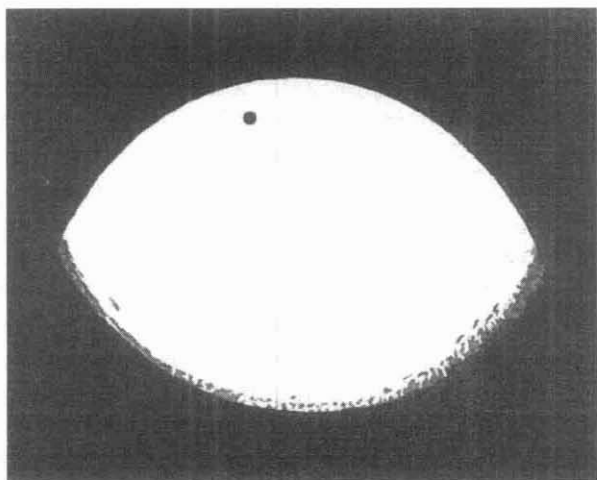
pues, necesario amplificarlas para que puedan prestar los servicios á que están destinadas, y en este caso, sea cual fuere el aparato empleado para lograr aquel objeto, hay que llevar en cuenta los pequeños errores inherentes á su construcción, los cuales tienen que figurar como otros tantos datos en el problema que se trata de resolver.

A pesar de todos los inconvenientes que pueden resultar del empleo de un amplificador para sacar provecho de las imágenes obtenidas directamente en el foco del telescopio, entiendo que la mayor parte de las Comisiones encargadas de observar el último tránsito, han seguido este método y solo existirán diferencias en cuanto al poder mas ó menos grande de los instrumentos de que cada una de ellas ha podido disponer. Respecto del método que consiste en agrandar la imagen por medio de un aparato óptico especial antes de recibirla en la placa sensible, creo que no ha sido adoptado por ninguna Comision, no obstante la ventaja de poder aplicarse con objetivos de corto foco y no exigir sino aparatos de muy fácil transporte. Se comprende muy bien que este último método haya sido desechado, pues ademas de las dificultades que trae consigo el arreglo y buena disposición de aparato auxiliar, se teme, con razon, que resulten imágenes deformes y que carezcan de la exactitud necesaria las negativas obtenidas de este modo.

Procediendo como vd. lo hace en las observaciones del sol, es decir, valiéndose únicamente del ocular del antejo como amplificador, no solamente se consigue eliminar el aparato óptico especial, y con éste las irregularidades é inexactitudes que pudiera producir en el resultado, sino que se alcanza tambien la ventaja de poder usar aparatos muy manejables y casi tan portátiles como los que se necesitan empleando objetivos de corto foco. En resumen, este procedimiento, que viene á ser



V. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} \text{h} & \text{m} & \text{s} \\ 0 & 24 & 46. \end{matrix}$
 Tiempo medio de Nogue-no-yama



VI. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} \text{h} & \text{m} & \text{s} \\ 0 & 42 & 5. \end{matrix}$
 Tiempo medio de Nogue-no-yama

un término medio entre los dos métodos generales que pudieran llamarse directo é indirecto, segun que la imágen se recibe directa é indirectamente en la placa sensible, reúne las ventajas de ambas sin participar de los inconvenientes peculiares á cada uno de ellos, de que ya se ha hecho mencion en el curso de este informe.

A mi juicio, este método aplicado con un buen telescopio montado paralácticamente y establecido con la solidez necesaria para evitar toda clase de movimientos, produciria resultados muy satisfactorios, como lo prueba el antejo montado bajo el mismo pié que se halla en el Observatorio del Colegio Romano y que, segun nos refirió el sábio padre Secchi, de cuya deferencia hacía la Comision conservamos gratos recuerdos, se usa diariamente, empleando su ocular como amplificador para recibir la imágen del sol en un diafragma situado á distancia conveniente, sobre el cual se dibujan con toda precisión y cuantas veces se desea, las manchas y demas accidentes que presenta aquel en su superficie.

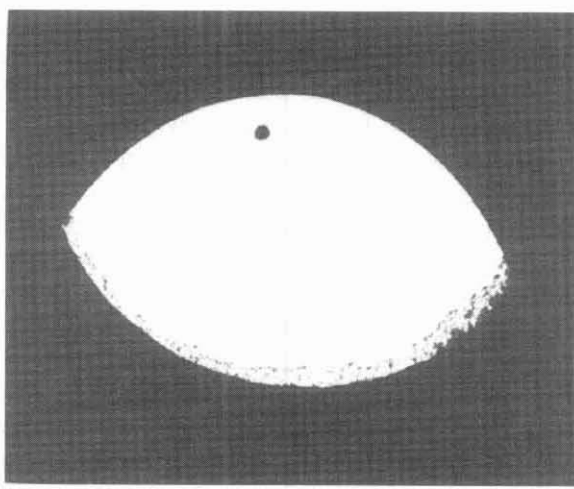
Sin embargo, para observar fotográficamente los pasos de Vénus, creo preferible la disposicion propuesta por Laussedat y adoptada probablemente por los astrónomos de los Estados Unidos en el último tránsito. Esta consiste en fijar horizontalmente el telescopio en una posicion invariable, y colocar enfrente de él el espejo plano de un helióstatico que debe enviarle la imágen del sol que ha de fotografiarse. Casi es escusado advertir que el espejo debe quedar exento de toda vibracion, que la superficie sensible ha de ser perpendicular al eje del antejo, que los instrumentos deben verificarse cuidadosamente antes de emplearse, que deben sustraerse á la influencia de los rayos solares, disponiendo las cosas de manera que el reflector no se descubra en el instante de hacerse la impresion, etc.

Presumo que este procedimiento no ha sido debidamente apreciado, porque, segun lo que he podido juzgar en diversas ocasiones, es poco conocido de la

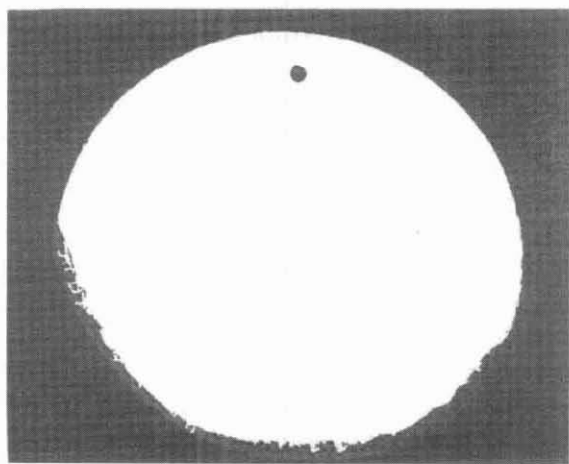
generalidad de las personas que se dedican á observaciones astronómicas; pero abrigo la convicción de que si una persona como vd., cuyos trabajos científicos le han conquistado ya una justa y merecida reputacion, lo recomienda al estudio de los astrónomos, estos fijarán en él su atencion y es casi seguro que prestará grandes servicios para el tránsito que tendrá lugar el año 1882.

A mi entender, tratándose de una cuestion cuyo resultado depende de la exactitud con que se determinen los tiempos correspondientes á los diversos contactos entre Vénus y el sol, todos los esfuerzos deben dirigirse á facilitar esta determinacion: pero dependiendo esencialmente como depende de las observaciones ópticas ó fotográficas que se ejecuten con la mira de sorprender, por decirlo así, el momento preciso de cada contacto, simplificar los medios de practicar aquellas, haciendo que el fenómeno se presente tan aparente, tan visible, cuanto se requiera para poder estimar los contactos con una aproximacion de uno ó los dos segundos de arco, debe ser el objeto principal del procedimiento empleado con tal fin, y el de que se trata me parece susceptible de llenar esta condicion.

En el estado de adelanto á que ha llegado, y con los recursos de que hoy puede disponer la fotografia, el tamaño de la placa sensible está lejos de constituir un obstáculo insuperable á la aplicacion de este procedimiento al tránsito de Vénus; pero aunque así fuera, bastaria entónces recibir en aquella porcion del disco solar en que se han de verificarse los contactos, pues esto sería suficiente para determinar los tiempos que á estos corresponden con la aproximacion antes expresada. Si ni aun de esta manera se considera preferible á los demas métodos fotograficos propuestos con motivo del último tránsito de Vénus, ópticamente creo que no le disputará su superioridad ninguno de los procedimientos de observacion generalmente usados hasta por los astrónomos.



VII. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} h & m & s \\ 1 & 1 & 43. \end{matrix}$
Tiempo medio de Nogue-no-yama



VIII. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} h & m & s \\ 1 & 15 & 53. \end{matrix}$
Tiempo medio de Nogue-no-yama

Recibiendo directamente las imágenes en el foco del telescopio, su amplificación es absolutamente indispensable para poder apreciar en seguida las distancias que sirven de base á la determinación de los tiempos correspondientes á cada contacto, ó que deben entrar como elementos en el cálculo de la paralaje solar. Sí, en este caso, la imagen no resulta con una regularidad y mas precisión verdaderamente geométricas, la mas ligera penumbra, la menor imperfección, daría lugar á errores que saldrían de los estrechos límites que exigen los métodos de Halley ó de De L'Isle, supuesto que todos los defectos se amplifican en la misma proporción que la imagen. Esto se comprenderá fácilmente si se atiende á que, en la cuerda recorrida por Vénus y para un observador colocado en el centro de la tierra, un segundo de arco quedaria representado por la pequeña distancia de $0^m.000025$, en el supuesto de que se obtuvieran imágenes de cinco centímetros de diámetro, para lo cual ya es preciso hacer uso de telescopios de una gran distancia focal.

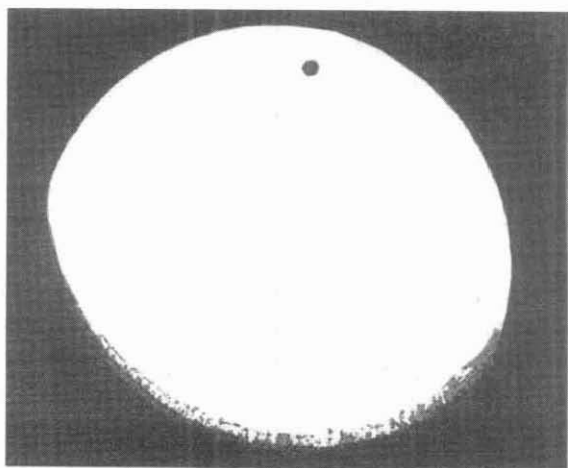
Si en las observaciones fotográficas, cuando estas no reúnen todas las condiciones necesarias, existe la posibilidad de cometer errores, en las observaciones ópticas ejecutadas conforme á la práctica común, estos errores no solamente se cometen con mas facilidad, sino que son absolutamente inevitables por las razones que vamos á exponer.

Aun cuando se haya determinado de antemano el lugar del sol por donde Vénus debe hacer su aparición, existe siempre una gran incertidumbre sobre el punto del disco solar en que se verificará el contacto y tanto por esto como la dificultad de observar la perfecta tangencia entre un cuerpo luminoso y un opaco, no es posible percibir la entrada del planeta sino cuando esta ha mordido ya un poco el borde solar. El momento del contacto geométrico no puede, pues, obtenerse sino por inducción,

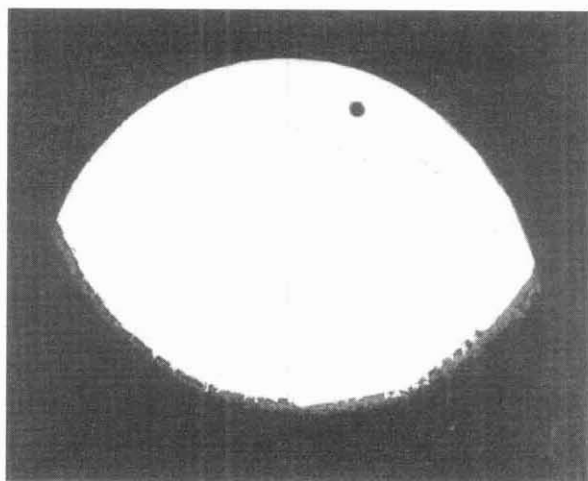
y la hora marcada encierra una inexactitud que puede variar entre límites bastantes estensos, dependientes de la naturaleza de los instrumentos de que se hace uso, de la pericia de los observadores, de las circunstancias atmosféricas y de otras diversas causas que podrian enumerarse. Esto es contrayéndose á los contactos exteriores.

En los contactos interiores la incertidumbre es todavia mayor, porque aquí la cuestion viene á complicarse con el fenómeno de la *gota ó ligamento negro* que, como se sabe, consiste en una prolongacion oscura que mantiene unido por algun tiempo el planeta con el limbo solar. Esta prolongacion, interrumpiendo la regularidad de los círculos cuya tangencia se busca, introduce, con su presencia, una gran duda en la determinacion del contacto geométrico. El error cometido en este caso seria todavía de mas consideracion si se creyera, como lo hicieron los astrónomos de 1769, que los instantes precisos de los contactos internos fuesen indicados por la aparición y desaparicion instantánea del filamento que produce la ruptura de los ligamentos.

Sean ó no ciertas las opiniones que se han emitido acerca de la formacion constante del ligamento; existan ó no los medios eficaces de evitar este fenómeno si es verdad que su presencia se debe á circunstancias particulares; el hecho es que se ha presentado á los astrónomos que observaron el paso de Vénus en el siglo pasado; que en el tránsito de Mercurio, en el año de 1868, ciertos astrónomos, unos provistos de buenos y otros de malos instrumentos, observaron el *ligamento*, mientras que otros en condiciones casi idénticas, únicamente vieron el contacto geométrico y que, en el último tránsito de Vénus, se repitió la diferencia de opiniones, siendo de notar que entre las Comisiones de un mismo país, provistas, como es de suponerse, de muy buenos y acaso



IX. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} h & m & s \\ 1 & 32 & 16. \end{matrix}$
 Tiempo medio de Nogue-no-yama

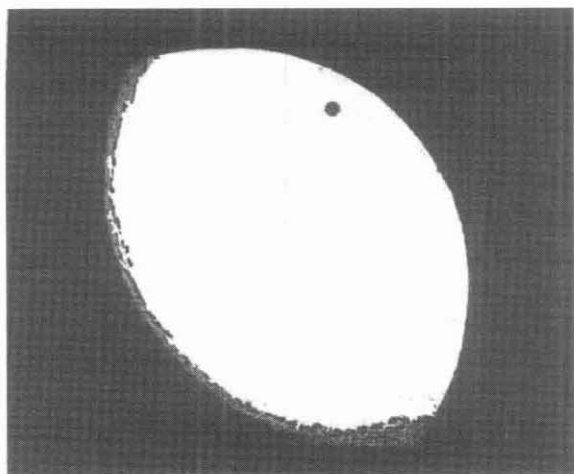


X. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} h & m & s \\ 1 & 50 & 42. \end{matrix}$
 Tiempo medio de Nogue-no-yama

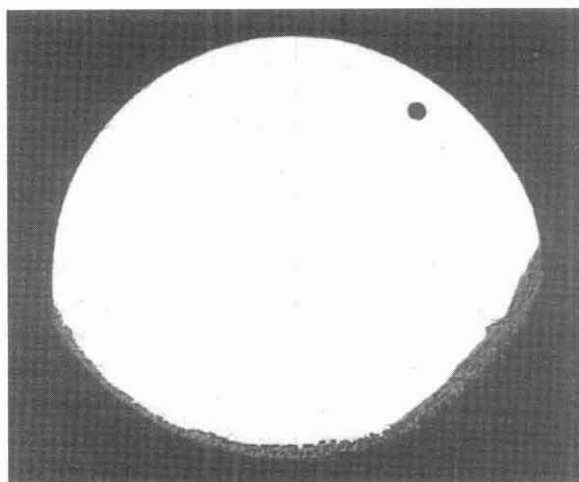
de iguales instrumentos , unos han observado y otros no la presencia del *ligamento*.

Estas divergencias que, como se vé, no dependen exclusivamente de la naturaleza de los instrumentos empleados, son debidas en mi concepto á la dificultad, mejor dicho, á la imposibilidad de observar con exactitud los instantes precisos de los contactos entre Vénus y el sol, sobre todo en imágenes de corto diámetro y moviéndose el planeta aparentemente con una lentitud tal, que necesita emplear próximamente trece segundos de tiempo para recorrer un segundo de arco, representando en una imagen de cinco centímetros, conforme se acaba de manifestar por una fraccion muy pequeña de milímetro. Si, pues, tanto por como la influencia que ejerce en las imágenes el movimiento ondulatorio de la atmósfera, la deformacion del contorno del disco solar á causa de las agitaciones incesantes de su cubierta luminosa etc., los errores son inevitables, no hay otro recurso que admitirlos; pero para ello es condicion indispensable que queden encerrados dentro de los límites que exigen los métodos adoptados para la determinacion de la paralaje solar. Esto se conseguirá fácilmente si se logra poder hacer las observaciones en imágenes de un diámetro conveniente, y á este fin creo que deben dirigirse los esfuerzos de las personas científicas encargadas de preparar y dirigir los trabajos de las Comisiones que han de observar el próximo tránsito de Vénus.

Ciertamente que no habrá necesidad de aguardar el año de 1882 para tener una paralaje solar bastante exacta, pues con los métodos puestos en práctica en 1874 estoy seguro de que se obtendrán resultados que permitirán conocer la distancia que nos separa del sol con un grado de aproximacion cuando menos diez ó cien veces mayor que aquel con el cual se conoce actualmente; pero estando tan próxima la repeticion de un fenómeno que no volverá á presentarse en todo el siglo venidero,



XI. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} \text{h} & \text{m} & \text{s} \\ 2 & 7 & 45. \end{matrix}$
 Tiempo medio de Nogue-no-yama

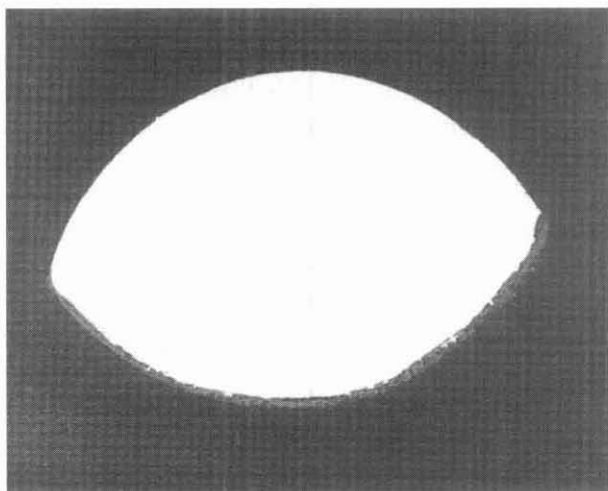


XII. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} \text{h} & \text{m} & \text{s} \\ 2 & 27 & 12. \end{matrix}$
 Tiempo medio de Nogue-no-yama

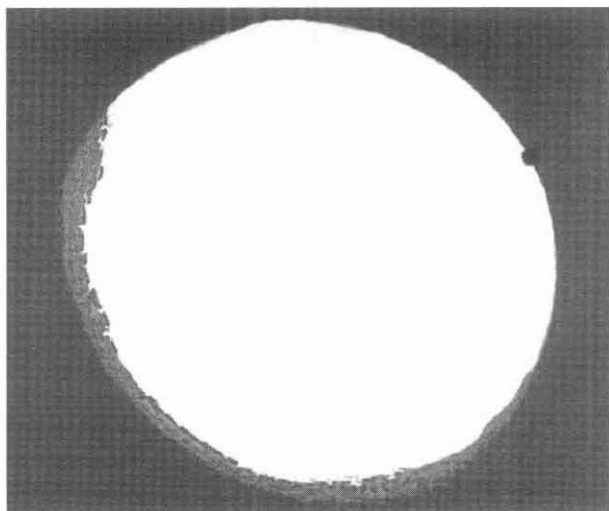
es evidente que no dejará de aprovecharse tan buena oportunidad, sea para rectificar las determinaciones del último tránsito, sea para el estudio de las cuestiones que hayan podido surgir con este motivo, sea, en fin, para ensayar nuevos métodos ó para introducir en los conocidos los adelantos conquistados en las ciencias y las artes que tienen participio directo en la adquisicion de los datos que sirven de base á la determinacion de la paralaje solar. Por esta razon he insistido tanto en hacer ver las ventajas que podrian sacarse del método de observacion adoptado por la Comision Mexicana en el tránsito que acaba de tener lugar.

Antes de concluir, debo manifestar á vd. que que una vez terminadas las observaciones del paso, dediqué unos dias á tomar vistas fotográficas de los Observatorios de la Comision, así como de algunos monumentos y objetos japoneses que pudieran servir de ilustracion al informe general. Para este trabajo pude contar con dos objetivos alemanes que con la mejor voluntad puso á mi disposicion el Sr. Stillfried, hábil fotógrafo austriaco establecido en Yokohama desde hace algunos años. Las negativas obtenidas fueron barnizadas y empacadas con el mayor cuidado á fin de que sufriesen lo menos posible en su trasporte hasta esa ciudad.

Como vd. fué testigo presencial de las dificultades de todo género que tuvo que vencer la Comision para poder expeditar los trabajos relativos á las observaciones del tránsito, no creo necesario hacer una relacion pormenorizada de las que se me presentaron en lo concerniente á la parte de la fotografía; pues para comprender lo difícil de nuestra situacion, bastará decir que á la premura del tiempo se unia la circunstancia de tener que tratar con artesanos chinos ó japoneses, cuyo idioma era enteramente desconocido de la Comision, y quienes no estando, por otra parte, familiarizados con la clase de obra en que teniamos que ocuparlos, necesitaban



XIII. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} \text{h} & \text{m} & \text{s} \\ 3 & 24 & 32. \end{matrix}$
Tiempo medio de Nogue-no-yama



XIV. Dic. 9 á..... $\begin{matrix} \text{h} & \text{m} & \text{s} \\ 3 & 44 & 25. \end{matrix}$
Tiempo medio de Nogue-no-yama

las mas veces tener á la vista dibujos ó modelos que nos veíamos obligados á ejecutar. Sí, á pesar del esfuerzo con que procuré allanar los obstáculos que se oponian al buen desempeño de mi cometido, no fué posible dejar satisfechos mis deseos, quédame al menos la satisfaccion de haber hecho todo lo que estaba a mi alcance por corresponder el honor que se me hizo nombrándome para formar parte de una Comision importante, cuyo Gefe, con su instruccion y patriotismo, ha sabido colocar muy alto el nombre de México con el catálogo de las naciones civilizadas.

Sírvase vd. aceptar las seguridades de mi consideracion y aprecio.

A. Barroso.

México, Diciembre 19 de 1875.

{ Sr. D. Francisco Diaz Covarrubias, Gefe de la Comision Astronómica Mexicana, encargada de observar el tránsito de Vénus.