

C-310
18

Observatorio Astronómico de Madrid

INSTRUCCIONES PARA OBSERVAR EL ECLIPSE
TOTAL DE SOL DEL DIA 30 DE AGOSTO DE
1.905.

Madrid 1.905

caj 310
012

LIBRERIA JIMENEZ
Mayor, 66
Plaza de la Villa, 1
MADRID

R 1500
34930

INSTRUCCIONES
PARA OBSERVAR EL
ECLIPSE TOTAL DE SOL
DEL DÍA 30 DE AGOSTO DE 1905

Observatorio Astronómico de Madrid.

INSTRUCCIONES

PARA OBSERVAR EL

ECLIPSE TOTAL DE SOL

DEL DÍA 30 DE AGOSTO DE 1905



MADRID

IMPRENTA DE BAILLY-BAILLIERE É HIJOS

CALLE DE LA CAVA-ALTA, NÚM. 5.

1905



Al publicar estas *Instrucciones* nos proponemos dos fines: el primero, de general ilustración, para que las personas no versadas en los estudios astronómicos tengan noticia de los diversos fenómenos principales que se presentan en un eclipse; para que puedan distinguir y observar los elementos constitutivos del Sol, que durante la fase total quedan visibles y no se ven de ordinario; y para que de alguna manera estimen la importancia que en la ciencia tiene la observación de los eclipses de Sol. Nuestro segundo fin ha sido dar algunas reglas, para que las personas que dispongan de medios adecuados, los utilicen, no limitándose á la mera contemplación del fenómeno, sino proponiéndose lograr algún fin científico con sus observaciones.

Hemos procurado dar idea de todo lo que puede lograrse con recursos modestos, pero especialmente nos hemos extendido más que en lo restante, en la fotografía, pues sabemos por experiencia que son muchos los que intentan emplear sus cámaras en la fotografía de las fases todas del eclipse, y fracasan por carecer de un conocimiento exacto de la índole del trabajo que se proponen hacer.

En el Observatorio de Madrid serán muy bien recibidas cuantas observaciones se remitan, pues todas pueden contribuir á los fines científicos que se trata de lograr. Las personas que remitan descripciones del eclipse, fotografías, ó notas referentes á

fenómenos no astronómicos relacionados con el eclipse, y deseen que, una vez estudiados, les sean devueltos los originales, tengan la seguridad de que serán complacidas. Cuantos deseen hacer algo útil, procuren atender á lo que en estas *Instrucciones* se les indica, y podrán así contribuir, como deben hacerlo, al adelanto de la ciencia.

Francisco Iniguez.

Observatorio Astronómico de Madrid, Mayo de 1905.

I

DESCRIPCIÓN SUMARIA DEL SOL

Para mejor entender lo que son los eclipses de Sol y la importancia de las observaciones que durante los mismos se efectúan, consideramos muy útil una breve descripción del astro del día. El Sol es un cuerpo esférico, constituido principalmente por un núcleo gaseoso, dotado de una temperatura enormemente elevada; este núcleo está envuelto por la *fotosfera*, que es la superficie visible del Sol: observada con anteojos de suficiente aumento, no aparece tersa y uniforme, sino granulada. En algunas regiones del Sol se presentan extensiones ramificadas de forma muy irregular, que poseen un brillo más intenso que el resto de la fotosfera y cambian rápidamente de magnitud y forma; estas porciones de la superficie solar, más fácilmente visibles cerca de los bordes, se llaman *fáculas*. Con frecuencia se observan sobre el disco solar manchas oscuras, que, como las fáculas, cambian de magnitud y forma; cuando están completamente formadas, presentan una porción central negra, llamada *núcleo*, la cual está rodeada por una *penumbra* compuesta de filamentos convergentes. El núcleo de las manchas aparece negro por contraste con el brillo intenso de la fotosfera, pero en realidad es luminoso; su oscuridad no es uniforme, y á veces sobre los mismos núcleos se ven como flotando porciones brillantes, y en ocasiones una luz rojiza, un *velo rosado*, los cubre total ó parcialmente. Alrededor de las manchas algo extensas se agrupan casi siempre algunos pequeños núcleos y se ven también espacios semi-oscuros como la penumbra; en fin, las fáculas suelen ser compañeras inseparables de las manchas. Todos estos fenómenos, que diariamente pueden casi siempre observarse, en mayor ó menor escala, sobre el disco solar, revelan una agitación incesante en la superficie del astro y la existencia en él de poderosas corrientes ascendentes y descendentes de la materia que lo constituye. Estas corrientes, por un efecto mecánico ó térmico, ó por ambas cosas á la vez, rasgan la fotosfera, formada, según la general creencia, por nubes, resultantes de una con-

densación parcial de los gases que rodean al Sol, y dan lugar á la formación de espacios oscuros, ya por haber sido rechazadas las nubes fotosféricas, ya por haber sido vueltas al estado gaseoso las substancias de que se forman tales nubes.

El espectro del Sol, que es una banda continua de calores surcada por multitud de líneas oscuras, indica que la luz solar procede de substancias candentes no gaseosas y que atraviesa luego un espacio ocupado por gases, que absorben parte de la luz, precisamente la misma que ellos darían si, sin dejar de ser gases, fueran luminosos. El espacio así ocupado se hace perceptible durante unos dos segundos nada más en los eclipses de Sol, en el momento mismo en que la Luna acaba de cubrir la fotosfera solar y cuando ésta va á aparecer de nuevo, ó sea al principio y al fin del eclipse total: las líneas oscuras, que constituyen el espectro solar, se vuelven entonces brillantes durante ese corto tiempo y constituyen así el *espectro relámpago*, indicando que sobre la fotosfera se eleva una capa formada por la acumulación de muchos gases en estado candente, aunque á temperatura inferior á la de aquélla: esta envoltura solar gaseosa, cuya altura es sólo de mil á dos mil quilómetros, como se deduce del tiempo escasísimo que necesita la Luna para ocultarla, se llama *estrato inversor*.

Como continuación de esta masa gaseosa y no como porción solar esencialmente distinta de ella, se eleva la *cromosfera*, así llamada por su color rojo escarlata y constituida como por apretado conjunto de llamas, que, partiendo de la fotosfera, se elevan á alturas, que varían de ocho mil á quince mil quilómetros. En algunos de sus puntos flotan, como nubes luminosas, ó como proyecciones de las substancias de la cromosfera, las *protuberancias*, que durante los eclipses totales quedan más ó menos tiempo rebasando el borde lunar, como puntos brillantes de un rojo más intenso que la cromosfera.

Todo el tiempo que dura un eclipse total, el Sol, cuya fotosfera ha sido ocultada por la Luna, aparece rodeado por un halo muy extenso y de forma muy irregular que se denomina *corona*. Su porción más próxima al Sol es de brillo intenso y de color blanco con algunos ligeros matices, que varían según los eclipses y los observadores; está constituida por finas ráfagas luminosas, que se encorvan y entrecruzan en todas direcciones, formando una red complicadísima. La parte exterior de la corona, ó sea la más alejada del Sol, es de luminosidad poco intensa, que se degrada sucesivamente hasta confundirse con el fondo débilmente iluminado de nuestra atmósfera; su contorno es por tanto muy indeciso en algunas de sus partes y siempre muy irregular en su forma; está constituida por ráfagas luminosas, que en las regiones polares del Sol divergen y se encorvan hacia el ecuador, que se llaman *plumas polares*, y en el resto se prolongan en expansiones, algunas de

las cuales alcanzan muchos millones de quilómetros, siendo la estructura de todas filamentosa y su forma curvilínea con bordes mal definidos; en algunas regiones de la corona aparecen como líneas, ó espacios oscuros, que llegan casi al borde del Sol. Los estudios hasta ahora hechos de este misterioso apéndice solar han permitido afirmar que se halla compuesto por gases candentes, por partículas sólidas candentes también y por materias pulverulentas frías, que reflejan la luz del Sol, que las hace visibles. La corona solar ofrece uno de los espectáculos más imponentes y majestuosos, que nos es dado contemplar en la naturaleza.

II

UTILIDAD DE LOS ECLIPSES

Los eclipses han dado ocasión á los astrónomos para hacer importantes descubrimientos relativamente á la constitución del Sol y á los fenómenos que en el mismo se producen. La cromosfera, las protuberancias, el estrato inversor, la corona, no fueron ni siquiera sospechados hasta que se observaron en los eclipses y se demostró que eran partes integrantes del Sol. La fotografía, la espectroscopia y la espectrografía aplicadas á la observación de los eclipses, han resuelto algunos problemas, tales como la composición y extensión de los citados elementos constitutivos del astro, pero han planteado otros á su vez, cuya solución interesa conocer. Así, por ejemplo, no se sabe si el espectro relámpago reproduce exactamente en líneas luminosas el espectro ordinario de la superficie solar, cuestión importantísima, puesto que de su resolución exacta depende el conocimiento del estado y distribución de los elementos que forman la cromosfera. Desconocida es también la causa productora de la corona, como la que ocasiona sus cambios de forma. La observación ha demostrado que entre las manchas, las protuberancias y la forma y extensión de las expansiones coronales existe enlace íntimo, siendo todos estos fenómenos manifestaciones de la actividad solar, variable con sujeción á periodos bastante definidos; pero no se conocen las causas determinantes de esas relaciones entre unos y otros fenómenos, ni la que produce el periodo de la actividad solar, tan íntimamente ligado con la física de nuestro globo, puesto que la energía magnética de éste aumenta y disminuye en el mismo tiempo y en igual sentido que la energía solar.



Si las ráfagas de la corona son debidas á la repulsión producida por la radiación solar, ó á la acción magnética del astro, ó á otras causas desconocidas, es otro importante problema no resuelto aún, cuya solución es para nosotros de capital interés, puesto que, si las expansiones coronales son resultado de la acción magnética, ellas indican cómo se halla distribuida ésta en cada momento alrededor del Sol, en qué direcciones se ejerce y con qué intensidad en cada una de ellas; y si la extensión y disposición de esas ráfagas pudiera ser de antemano conocida, muchos fenómenos de la física terrestre, sin duda los magnéticos y probablemente muchos meteorológicos, podrían predecirse.

Otros ejemplos servirían igualmente á nuestro actual propósito, pero bastan los citados para comprender la utilidad de la observación de los eclipses de Sol, puesto que sólo en el corto tiempo que duran es posible reunir datos que permitan adelantar algún paso más en los conocimientos de física solar, conocimientos de elevado interés científico, mediante los cuales puede llegarse á averiguar cómo ha sido formado el Sol, cómo se sostiene su potente energía y cuándo llegará á agotarse. Conocer todo esto es descifrar el enigma de la evolución estelar, pues el Sol no es sino una estrella, la única que podemos observar con algún detalle; saber lo que en él ocurre es venir en conocimiento de lo que pasa en los demás soles; de modo que cuando la física solar sea bien conocida, lo serán también muchos fenómenos que en las estrellas se observan, y quizá entonces será llegado el momento de averiguar las relaciones que existen entre unos y otros soles; problema que hoy ni siquiera está planteado.

Pero los eclipses de Sol no se prestan únicamente á resolver las cuestiones que atañen á la física solar; otros problemas importantes de la astronomía se relacionan con los eclipses de Sol, pero especialmente algunos relativos á la Luna y á Mercurio. Todavía no se conoce con exactitud el diámetro lunar, y en el movimiento mismo de nuestro satélite existen también algunos detalles imperfectamente conocidos; la duración del eclipse en cada punto de la Tierra, la extensión de la zona totalmente eclipsada, la situación exacta de las curvas trazadas en los mapas del eclipse relativas á sus diversas fases, los límites boreal y austral de la zona de la totalidad muy especialmente; todo esto perfectamente conocido conduciría á la determinación exacta de las dimensiones de nuestro satélite y de su verdadera posición en el espacio.

En los movimientos de Mercurio existen *desigualdades*, que no se explican por las influencias de los demás planetas: atribuidas á un planeta desconocido, que antes de nacer ya recibió nombre, pero que nunca ha sido observado, se cree hoy que, no á uno solo, sino á muchos, más pequeños, que giran entre Mercurio y el Sol, como los aste-

roides, que circulan entre Marte y Júpiter, se deben dichas desigualdades no explicadas. Pero esos minúsculos planetas, difíciles ya de observar por su pequeñez (si es que existen), y sumergidos siempre en el resplandor solar, no pueden verse sino durante los eclipses de Sol, cuando la Luna suprime por corto tiempo ese resplandor: prestándose así los eclipses á resolver este importante problema de la astronomía matemática.

Vista por lo dicho la gran utilidad de los eclipses, no será para nadie causa de extrañeza el considerar los sacrificios que los astrónomos se imponen para observar tan importantes fenómenos, y motivo debe ser para que cuantos cuenten con algunos medios de observación se decidan á aprovecharlos, contribuyendo así á un fin científico de suma trascendencia.

III

DESCRIPCIÓN DEL ECLIPSE

Invisible la Luna y sumergida además en el resplandor del Sol cuando el eclipse va á comenzar, no es posible seguirla en su movimiento, ni ver cuándo su disco llega á estar en contacto con el Sol: el eclipse comienza, pues, de una manera inopinada para cuantos no tengan noticia de los anuncios científicos, fundados en las más exactas teorías astronómicas, pues ningún signo natural hace presentir el fenómeno. Iniciase éste por una ligera mordedura del disco de la Luna sobre el brillante disco solar, y para apreciar con exactitud el momento en que tiene lugar es preciso que los observadores fijen su atención desde algunos minutos antes en el punto del disco del Sol donde ha de producirse el contacto: tarea fácil será ésta para cuantos tengan á su disposición alguna de las publicaciones astronómicas y especialmente la *Memoria* publicada por el Observatorio de Madrid, pues con sólo consultar el mapa de España podrán adquirir noción suficientemente exacta de la hora á que el eclipse habrá de comenzar en los lugares donde los observadores se encuentren: podrá calcularse fácilmente para cada lugar la distancia desde el vértice ó punto más alto del disco solar al punto de contacto expresada en grados; pero como para la práctica de la observación no se necesita precisión tan grande, pues basta conocer la región donde el contacto ha de producirse y tenerla á la vista, será suficiente adoptar como valor práctico el arco de 53° con-

tados desde el vértice del Sol hacia el Oeste: más prácticamente aún; si imaginamos sobre el disco solar dibujada la esfera de un reloj, con las doce en el punto más alto, el primer contacto ocurrirá á la hora estimada como queda dicho y hacia el punto correspondiente á las diez y cuarto sobre dicha esfera.

Una vez producido el primer contacto se ve el disco de la Luna avanzar sobre el disco del Sol, produciendo sobre éste una escotadura, que crece incesantemente; el borde lunar va alcanzando y ocultando sucesivamente las diferentes manchas que á la sazón existan en el Sol, y los observadores podrán anotar las horas de la observación de estos detalles. Si alguno tuviera á su disposición un antejo provisto de micrómetro, podría medir la magnitud y posición de la cuerda común á los discos de los dos astros; los que posean cámaras fotográficas provistas de obturadores rápidos, podrán obtener fotografías de las fases parciales del eclipse, que tendrán valor científico, si van acompañadas de la hora exacta en que cada placa ha sido expuesta.

Como entre el momento del primer contacto y el comienzo del eclipse total transcurre bastante tiempo y la ocultación del Sol se produce lentamente, ningún fenómeno extraño se nota al principio en la naturaleza; pero cuando ya la porción visible del Sol se va reduciendo á una delgada falce, los animales comienzan á dar señales de impaciencia; más adelante, al hacerse ya más sensible la obscuración, los animales domésticos se dirigen á sus apriscos, buscan las aves sus retiros, callan y quedan inmóviles los insectos, abren sus corolas las flores nocturnas, y en fin, todas las manifestaciones ordinarias de la vida se suspenden como cuando llega la noche. A medida que van transcurriendo los minutos la temperatura desciende sensiblemente, suele experimentar el viento cambios de dirección y de intensidad y sufren alguna modificación las nubes.

Cuando queda ya visible sólo una delgada línea brillante del disco solar comienzan á producirse los fenómenos inmediatamente precursores de la totalidad. Cambia el color del cielo, de la Tierra y de las nubes bajo la acción de la penumbra lunar, cada vez más oscura; bandas sombrías paralelas entre sí y separadas por espacios claros atraviesan rápidamente el suelo y los muros de los edificios; dejan de percibirse los detalles lejanos del paisaje; y el ánimo del observador se anonada, subyugado por la influencia de lo maravilloso, de lo imponente. La sombra lunar se acerca en vertiginosa carrera, oscureciendo las nubes que encuentra á su paso y el territorio en que se proyecta. Rómese entonces en pequeñas partes, como brillantes perlas, la finísima línea solar, que aún bordeaba parcialmente el disco de la Luna; van desapareciendo las perlas, á medida que se forman, y al fin extinguese instantáneamente el último rayo de Sol.

Prodúcese entonces el más sublime y majestuoso de los fenómenos naturales: un arco extenso de luz rosada, la cromosfera, rodea á la Luna por la parte donde brilló el último rayo fotosférico; algunas llamas, como brillantes rubíes, lucen acá y allá en la misma región (1), las protuberancias; en fin, la misteriosa corona solar resplandece repentinamente, rodeando á la Luna toda de un nimbo de gloria, como los que emplean los pintores para adornar las cabezas de las vírgenes: la naturaleza toda enmudece en torno del observador; las multitudes callan dominadas por el asombro; el eclipse total ha comenzado.

Los que observan con espectroscopio pueden notar entonces el sorprendente fenómeno del espectro relámpago, tan fugaz, que apenas dura dos segundos. Los que quieran consignar con exactitud el momento en que estos fenómenos ocurren, deben procurar estar muy sobre sí, para que la profunda impresión que causan no paralice su acción.

Avanzando incesantemente la Luna en su movimiento, muy pronto oculta el arco cromosférico y en seguida las protuberancias; queda únicamente visible la corona, sobre la cual aparece proyectado nuestro satélite como un disco muy oscuro, pero no totalmente privado de luz, cuya intensidad y especial matiz deben observarse. En algunos eclipses se ha creído notar la existencia de puntos brillantes sobre el disco lunar, observación no confirmada en los recientes eclipses. En los límites de la zona de la totalidad no desaparece del todo el arco cromosférico, pero cambia de posición alrededor de la Luna.

El encanto que produce la contemplación de la corona solar llega al arrobamiento y al éxtasis, pero muy pronto, en la región de la Luna opuesta al lugar por donde desapareció el Sol, aumenta rápidamente la luz, brillan unos momentos las protuberancias y la cromosfera, y repentinamente, con la instantaneidad del relámpago, un rayo de luz solar ilumina el paisaje, desaparecen las protuberancias y la corona, y la sombra lunar se retira con la misma rapidez con que llegó. Termina así el eclipse total, cuyo momento debe registrarse con escrupulosa exactitud.

Los fenómenos del eclipse parcial van ahora sucediéndose en sentido inverso que al principio: preséntanse de nuevo las bandas sombrías, que pronto dejan de ser visibles; van apareciendo las manchas solares, crece la porción descubierta del disco del Sol, y al fin la porción oculta queda reducida á una ligera escotadura, que rápidamente decrece hasta reducirse á un punto, cuya desaparición coincide con el momento en que los discos del Sol y de la Luna se hallan en contacto, momento que debe observarse con el mismo cuidado que los anteriores; con él

(1) Alguna vez se han observado también protuberancias blancas.

queda señalado el fin del eclipse. En tanto que el Sol va quedando libre de la pantalla, que interceptaba sus rayos, todo en la tierra ha vuelto á su vida ordinaria, y no queda otra huella del fenómeno que el recuerdo indeleble que deja en el espíritu de cuantos han tenido la fortuna de contemplarlo.

IV

INTENSIDAD DE LA LUZ

Es observación curiosa é interesante, y al mismo tiempo un medio de ocupar útilmente el tiempo durante el eclipse parcial, la de apreciar cómo va cambiando la intensidad de la iluminación del cielo y del paisaje. Para lo primero puede muy bien servir el segundo de los mapas celestes publicado en la *Memoria* del Observatorio de Madrid, separándolo de ella y teniéndolo á mano extendido y fijo sobre un cartón ó una tabla. Cuando, avanzando el eclipse parcial, la iluminación de la atmósfera llegue á ser inferior á la de los astros entonces situados en el horizonte, que son para una región media de la zona de la totalidad y casi para toda la zona en España, los representados en dicho mapa, irán haciéndose visibles. Venus, Proción, Arturo, la Cabra, la Espiga, etc., etc., aparecerán sucesivamente, y el observador que se ocupe en buscarlos, deberá anotar en el mismo mapa, al lado de cada uno de ellos, la hora de su aparición; después de pasado el eclipse total, los astros visibles irán desapareciendo, y el observador deberá anotar en el mapa, al lado de cada uno, la hora de su desaparición.

El paisaje se irá obscureciendo también, y ciertos detalles más ó menos lejanos dejarán sucesivamente de ser visibles. Al buen juicio de cada observador corresponde elegir los que mejor se presten al objeto que ahora nos ocupa, y consignar en sus notas lo que de las observaciones venga resultando.

Para juzgar de la intensidad máxima de la obscuración durante el eclipse total, es muy buen método tener preparados algunos trozos impresos en caracteres de diversa magnitud, ó *cuerpo*, y ver cuál de ellos puede leerse sin el auxilio de luz artificial. Otros detalles que suelen consignarse, como por ejemplo, si eran visibles las agujas de un reloj, son de menos precisa interpretación, puesto que sólo puede juzgarse acertadamente sobre ellos con el objeto á la vista; los caracteres de

impresión, indicando su clase y *cuerpo*, constituyen un dato completamente preciso.

Debe también apreciarse en el desarrollo sucesivo del fenómeno el matiz del color que van tomando el cielo y el paisaje, é indicarlo en diferentes momentos, lo mejor que se pueda, por comparación con otros fenómenos: decimos *lo mejor que se pueda*, porque, en realidad, la luz que ilumina la región eclipsada no se parece exactamente á ninguna otra, y sólo por remotas analogías se puede dar alguna idea de ella.

V

BANDAS DE SOMBRA

Pocos minutos antes de comenzar el eclipse total y algunos después que ha terminado, atraviesan el suelo y los muros de los edificios unas bandas oscuras, llamadas bandas de sombra y bandas oscilantes, parecidas á las que producen sobre los muros las aguas de un estanque iluminadas por el Sol y agitadas por el viento; no se ha dado aún explicación satisfactoria de este fenómeno, atribuido por unos á la difracción de la luz solar en los bordes de la Luna y por otros á la acción de las capas atmosféricas de densidad diferente que los rayos solares atraviesan. Al principio aparecen bastante espaciadas, pero muy pronto se suceden unas á otras con suma rapidez, dejando entre ellas espacios claros no muy distintos en anchura de las bandas mismas. Unas veces se presentan rectas, otras parecen rizadas, á lo que deben la denominación de ondulantes; su observación es interesante, pero más en los límites de la zona de totalidad que en el centro de la misma.

Para dar una descripción completa del fenómeno hay que observar la orientación de las bandas, la dirección y velocidad de sus movimientos, su anchura y la de los espacios claros que median entre ellas, y los momentos en que aparecen y desaparecen. La mejor manera de observarlas es sirviéndose de una sábana blanca, que se extiende sobre un suelo plano, disponiéndola de modo que no queden pliegues ó arrugas. Se procura que la sábana quede orientada de modo que dos de sus lados opuestos tengan la dirección Norte-Sur y los otros dos la Este-Oeste. Se deben tener además preparadas dos reglas de unos dos metros de largo, y una tercera análoga á ellas, más corta, y dividida en espacios de tres decímetros pintados alternativamente de blanco y negro. Cuando se ve aparecer la primera banda, se anota la hora de la

observación, y se coloca sobre la tela una de las reglas lisas, de modo que quede paralela á la dirección de las bandas: inmediatamente se coloca la regla pintada de blanco y negro en dirección perpendicular á la ya colocada. En seguida se procura averiguar lo más exactamente posible el número de bandas claras y oscuras que hay simultáneamente en uno de los espacios de la regla pintada y se estima la anchura relativa de unas y otras bandas, con lo que luego se podrá deducir su anchura absoluta. Después se cuentan las que pasan por un punto fijo en un tiempo determinado, por ejemplo, en 20 segundos, y con eso se tendrá conocida la velocidad con que caminan; se observa si son rectas ú onduladas y se toma nota de cualquier particularidad no prevista que presenten; conviene también comparar la orientación de las bandas con la que tiene en el mismo momento la cuerda común á los discos del Sol y de la Luna, ó sea la línea que une á las puntas de la falce solar; en fin, se observa también el momento en que las bandas dejan de presentarse. Con lo dicho queda terminada la observación de las bandas antes del eclipse total. Después del eclipse se observa el momento en que las bandas aparecen de nuevo; se coloca sobre la sábana paralela á ellas la segunda regla lisa y perpendicularmente á ésta la pintada; se repiten las observaciones de velocidad, anchura y comparación con la línea de las puntas de la porción visible del Sol, como al principio, y el momento en que cesan de presentarse; con los medios de que cada observador disponga se mide el ángulo que cada una de las reglas lisas, cuidando de no confundirlas, forma con la línea Norte-Sur, y con esto queda completa la observación. Al dar cuenta de la traslación de las bandas, no basta expresar la dirección de aquélla, sino además el sentido de la misma. Si, por ejemplo, en un lugar se observase que la dirección del movimiento es de N.O. á S.E., no bastaría decir esto, sino que sería preciso añadir si las bandas caminaban en esa dirección tal como queda expresada, ó en sentido contrario, ó sea de S.E. á N.O.

VI

OBSERVACIONES CON ANTEOJO

Mucho más completas que á simple vista serán las observaciones con anteojo; los llamados de teatro se pueden sostener á mano con bastante fijeza, mas no así los de larga vista, para los cuales convendrá, si ya no lo tienen, que se procuren un pie sólido los que hayan

de emplearlos; y á falta de pie, un apoyo cualquiera, donde el anteojo pueda permanecer fijo en la dirección conveniente, bastará para la observación.

Los contactos primero y cuarto no pueden observarse mirando directamente al Sol á través del anteojo, por la mucha luz y excesivo calor que el astro irradia y el anteojo condensa. Para observar dichos contactos será preciso proyectar la imagen del Sol sobre una pantalla blanca, ó servirse de vidrios de color, usando con preferencia los llamados de tinta neutra. Observando con estos vidrios, se corre el riesgo de que se rompan y hieran al observador, peligro que se previene diafragmando el objetivo al menos un tercio de su radio.

Otro peligro que conviene evitar es el de la calefacción del anteojo; los rayos de sol condensados en el ocular lo calientan excesivamente y ocasionan corrientes de aire dentro del anteojo, que perturban la buena definición de la imagen. Para evitar estos efectos, se dirige el anteojo al Sol el menor tiempo posible, conservando el objetivo á la sombra por medio de una pantalla colocada delante de él y retirándola de vez en cuando para rectificar la dirección, ó desviando el anteojo cuando no se observa, de modo que los rayos solares no lo atraviesen; lo importante es que, cuando se acerca el momento de observar los contactos, la temperatura del tubo del anteojo sea la misma que la del aire circundante.

Para apreciar bien el momento del primer contacto, el observador debe determinar previamente en qué región del limbo, ó borde solar, tal como su imagen aparece en el instrumento, ha de ocurrir el contacto, hacer que en el centro del campo se halle un arco, que comprenda con seguridad el punto donde ha de ocurrir el fenómeno y fijar la atención sobre él. Y para no fatigarse inútilmente en estas operaciones, será preciso conocer anticipadamente la hora con bastante aproximación y comenzar á observar unos cinco minutos antes del momento, que para el contacto se deduce de los mapas que acompañan á la *Memoria* publicada por el Observatorio de Madrid.

Como el contacto que nos ocupa no se aprecia con seguridad hasta que por el disco de la Luna se ha producido una ligera mordedura en el borde del disco solar, importa mucho, para que la observación sea precisa, que la imagen del Sol esté bien definida, para lo cual es necesario suprimir, por medio del vidrio oscuro colocado delante del ocular, todo el resplandor que rodea al astro; si no se tiene un vidrio apropiado, conviene servirse de uno ahumado eligiéndolo largo y estrecho y depositando sobre él la capa de humo, de modo que éste vaya espesándose de uno á otro extremo, con lo cual se podrá graduar la luz que se necesita. El vidrio ahumado debe cubrirse con otro de igual forma y dimensiones, interponiendo entre los dos unas tiras delgadas



de papel en los bordes, para que el segundo vidrio no toque al humo; después se sujetan ambos con un ribete de papel engomado.

El segundo contacto se aprecia mejor que el primero, porque la parte visible del Sol va estrechándose poco á poco, hasta reducirse á una línea, que desaparece rápidamente. Conviene estar prevenido contra el peligro de seguir considerando como parte del disco solar la porción de cromosfera, que queda por unos segundos visible en la región por donde ha desaparecido el último rayo de la fotosfera; se evitará esa confusión sabiendo que la cromosfera, además de ser debilísima en comparación de la fotosfera, es de color rojo completamente distinto del blanco intensamente brillante de esta última. Ayudará á interpretar mejor el fenómeno el empleo de un vidrio de tinta neutra, ó verde, poco intenso, y sería muy perjudicial el empleo de un vidrio rojo. También sirve para apreciar bien el momento del segundo contacto la aparición repentina de la corona rodeando al disco lunar, que se proyecta sobre ella como un círculo negro.

Avanzando la Luna sobre el Sol, muy pronto ocurre que por la región del borde de la Luna por donde ha de producirse la aparición del disco solar, surge antes la cromosfera con su matiz característico, aumenta rápidamente la intensidad de la luz, y, fijando allí bien la atención, se ve, al cabo de muy pocos segundos, aparecer repentinamente el primer rayo solar, con lo cual se termina el eclipse total.

El cuarto contacto es el que mejor se aprecia; la porción del disco solar cubierta por la Luna va siendo cada vez menor y queda por último reducida á una pequeña mordedura, que decrece poco á poco, siendo cosa fácil observar bien el momento de su total desaparición.

Al observador de los contactos debe acompañar otro, cuya misión es seguir cuidadosamente con la vista la esfera de un reloj, cuando los contactos van á ocurrir; el primero avisa al segundo el momento preciso de la observación, y éste, que debe seguir atentamente la aguja de los segundos, contándolos al mismo tiempo mentalmente, puede así estimar, no sólo el segundo, sino también, con algún ensayo previo, la décima de segundo en que el fenómeno ha ocurrido: en seguida debe anotar el número de segundos así obtenido, y después podrá tranquilamente leer las posiciones respectivas de las agujas de los minutos y de las horas.

Para que las observaciones de los contactos segundo y tercero sean utilizables, no es necesario conocer el estado del reloj, ni su movimiento (1), pues en el corto tiempo que dura el eclipse total, no se obtendría con ello corrección apreciable; pero para que los contactos primero y cuarto den resultado práctico, es preciso conocer el movi-

(1) Como se encuentre de adelantado ó retrasado, y lo que varíe en un día.

miento para corregir la duración estimada con el reloj. El Observatorio de Madrid procurará facilitar á los observadores los medios necesarios para vencer las dificultades que, para conocer los indicados datos, habrán de tener cuantos no posean medios suficientes para determinar exactamente la hora; para ello se hará que las estaciones telegráficas reciban en los días 27 al 31 de Agosto, á una hora convenida y anunciada de antemano, por ejemplo, á las once en punto de la mañana, una señal que indique el momento preciso de esa hora en tiempo oficial; los observadores que deseen aprovechar este medio de conocer el estado de sus relojes y quieran remitir al Observatorio los datos que hayan obtenido, deberán acompañarlos de la indicación de la hora, minuto y segundo señalados por sus relojes respectivos en el momento de recibir la señal de Madrid en cada uno de los días citados, entendiendo que en esos días no han de tocar las agujas para corregir la hora, sea cualquiera la señalada al tiempo de la comparación y discrepe lo que quiera de la verdadera. Tampoco ha de tocarse la aguja reguladora del volante, sea cualquiera la cantidad que el reloj adelante ó atrase en las veinticuatro: si así no se hiciera quedarían sin valor las observaciones de los contactos primero y cuarto. Lo que sí ha de procurarse con todo esmero antes de hacer la primera comparación el día 27, es que las agujas de los minutos y segundos concuerden perfectamente, ó sea que al señalar 60 la aguja de los segundos, la de los minutos apunte exactamente á una señal de minuto, cualquiera que sea; de otro modo habría incertidumbre en la apreciación del minuto, y la operación sería un fracaso. Ensayos previos de anotar la hora á la voz del que ha de observar los contactos, evitarán todos los inconvenientes, poniendo de manifiesto cuantos existen. Otra cosa que no debe olvidarse es encender una linterna con tiempo suficiente antes del segundo contacto y alumbrar con su luz la esfera del reloj, pues es de temer que no haya durante el eclipse total luz natural suficiente para ver con claridad la posición de las agujas, ni para escribir los resultados ni hacer las anotaciones que sean necesarias.

VII

PROTUBERANCIAS

En el momento mismo en que desaparece el último rayo brillante del Sol, queda por unos segundos á la vista el arco cromosférico y en él brillarán algunas protuberancias. Los que se propongan observar

este fenómeno, lo que debe hacerse con anteojo, procurarán determinar con la exactitud posible el número de las protuberancias, el lugar que ocupa cada una, sus formas respectivas y el tiempo que tardan en ser ocultadas por la Luna. Para dar idea suficientemente clara de la posición de las protuberancias, lo mejor que pueden hacer los que no dispongan de medios apropiados, es imaginar sobre el disco de la Luna una esfera de reloj, con las doce en el punto más alto, é indicar tan aproximadamente como les sea dado el lugar de cada protuberancia sobre dicha esfera; después se convierte el arco así estimado en grados, que se cuentan desde el vértice del Sol hacia el Este. Como el fenómeno es de corta duración, no puede hacerse en el acto un dibujo, ni aun rudimentario, de las formas particulares que las protuberancias ofrezcan; será preciso conservar tan fielmente como se pueda el recuerdo de ellas y representarlas muy á la ligera en sus líneas fundamentales tan pronto como haya desaparecido la última. Para tener exacta noticia del tiempo que tardan en desaparecer, es preciso que el observador esté auxiliado por otro, que con la vista fija en la esfera de un reloj, vaya anotando los segundos que señala la aguja, al dar el primero las señales convenidas de antemano. Algunos segundos antes de terminar el eclipse total se verán aparecer protuberancias en la región de la Luna, por donde ha de lucir el primer rayo del Sol al fin del eclipse total; aquí será preciso apuntar las horas de aparición de las protuberancias y anotar también sus formas y posiciones. Con esto y las horas de principio y fin de la totalidad queda completa la observación. La determinación de las horas de aparición y desaparición de las protuberancias debe limitarse á las que ofrezcan extraordinaria altura.

Una vez terminado el eclipse total, el observador debe hacer una descripción algo detallada del fenómeno, tal como lo haya observado, y completar sus dibujos ateniéndose á los ligeros apuntes hechos anteriormente, y al recuerdo que todavía conservará bien presente en su memoria: después, cuando quiera, podrá hacer una descripción más completa, pero sin alterar en nada los datos antes consignados y sin dejarse influir por analogías ni discrepancias con las observaciones verificadas por otros observadores.

Tanto en éste como en los demás casos debe consignarse cualquier circunstancia no prevista que se haya presentado, aun cuando sea extraña al fenómeno á que especialmente se prestaba atención; hechos de esa naturaleza son á veces origen de notables descubrimientos.

VIII

DESCRIPCIONES DE LA CORONA

Los observadores que se propongan hacer un examen detenido de la corona para dar luego una descripción completa de la misma, deben atender á la forma general de este misterioso apéndice del Sol, á la intensidad y matices que presente á distancias diversas del borde lunar, á la forma y disposición de las radiaciones todas que aparezcan, á los espacios oscuros que existan entre ellas y á la extensión de las expansiones coronales. Preparado para su tarea con previo descanso absoluto de la vista, teniendo cerrados los ojos desde cinco minutos cuando menos antes de comenzar el eclipse total (y será muy prudente precaución vendarse los ojos ligeramente y volverse de espalda al Sol), tan pronto abra los ojos deberá fijarse lo primero en la extensión de las expansiones más prolongadas, para poder estimarlas en toda su magnitud, antes que la vista se fatigue y se deslumbré con la luz de la corona interior; en seguida debe reconocer la forma general y los detalles particulares que ofrezca el contorno de la corona exterior, observando especialmente si sus diversos rayos se terminan de una manera bien apreciable, ó bien si se desvanecen insensiblemente hasta confundirse con el fondo general del cielo: después fijará su atención en la disposición y curvatura de las plumas polares: y á medida que vaya observando todos estos detalles, deberá consignar por sí mismo, y mejor dictando á un escribiente, por medio de breves frases, lo que vaya observando, empleando en esta primera parte el menor tiempo posible.

Hecho lo anterior, se comienza un estudio detenido de las líneas entrecruzadas que en abundante riqueza ofrece la corona interior, procurando apreciar los caracteres generales de las mismas, y muy especialmente los detalles que se ofrezcan como excepción manifiesta de esa condición general, fijándose bien en si esas particularidades aparecen aisladas ó en manifiesta relación con otros fenómenos, como las protuberancias ó las grandes expansiones de la corona.

Á continuación se podrá apreciar el tono general que la corona presente y los matices particulares que ofrezca en algunas regiones, así como las intensidades de su luz á distancias diferentes del borde lunar.

En fin, la forma de las diversas radiaciones, si comienzan aparen-

temente en el mismo borde lunar ó á alguna distancia de él, si sus bordes son rectos ó tienen curvaturas bien apreciables, si su aspecto es filamentosos ú homogéneo, si existen espacios oscuros, precisando la posición y forma de los mismos, con todas las demás particularidades que se presenten, todo esto puede ocupar al observador hasta que termine el eclipse total.

Para expresar dimensiones, debe servir aquí de unidad el diámetro de la Luna. Todas estas observaciones se efectuarán mejor con un anteojo que á simple vista.

No el observador que haya de apreciar los detalles de la corona, sino otro, que, por lo mismo, no tendrá necesidad de cerrar los ojos con la anticipación indicada, convendrá que observe el momento en que la corona comienza á ser visible antes de comenzar el eclipse total, fijando para ello su atención en la región opuesta á la falce solar visible en los últimos minutos que preceden al eclipse total y preservando su vista de la acción directa de los rayos que de la misma falce proceden; se cita alguna ocasión en que la corona ha comenzado á ser visible desde diez minutos antes de la totalidad. Igualmente, después de terminar el eclipse total, cuando ya brillan con toda su intensidad los primeros rayos fotosféricos que aparecen, continúa visible por algunos segundos la corona interior alrededor del disco lunar, y restos de la corona se aprecian por algunos minutos en la región opuesta á dichos rayos. Será muy conveniente observar y consignar escrupulosamente la duración de todos estos fenómenos.

Como en los demás casos, al terminar su tarea el observador, uniendo sus recuerdos, frescos aún, á las notas apuntadas, debe hacer una descripción sucinta del fenómeno, reservándose para más adelante el detallarla cuanto crea preciso.

IX

DIBUJOS DE LA CORONA

Las personas que deseen hacer dibujos de la corona deberán prepararse algunos días antes del eclipse copiando modelos que la representen, y colocando éstos de modo que se presenten á la vista en dirección análoga á la que ha de ocupar en el cielo el Sol en el momento del eclipse, poco más ó menos en España, la misma en que aparecerá en dichos días hacia la una de la tarde. Los ensayos deben tener por prin-

cipal objeto adquirir ligereza en el dibujo de conjunto, sin perjuicio de la fidelidad.

Conviene tener preparadas hojas de papel de unos treinta centímetros de lado y que tengan en su centro un círculo negro de unos cuatro centímetros de diámetro, cruzado por rectas perpendiculares entre sí que lo dividen en cuatro cuadrantes. En el lugar de la observación se dispone una plomada pendiente de un punto elevado y con

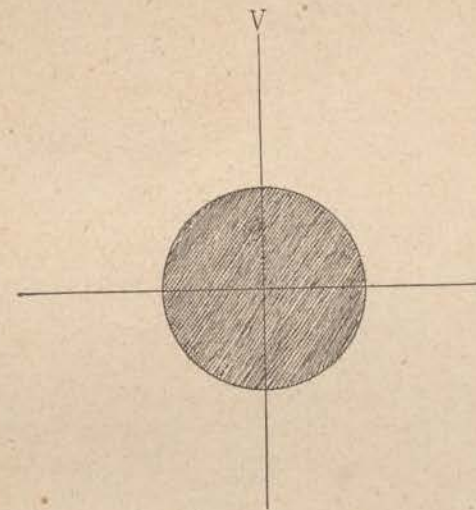


Figura 1.^a

su parte inferior sumergida en una vasija llena de agua, para dificultar las oscilaciones. El observador se colocará de modo que vea la plomada proyectarse durante el eclipse total sobre el disco de la Luna, coincidiendo con el diámetro vertical de ésta; colocará delante de sí su hoja sobre un apoyo bien estable y la dispondrá de modo que una de las rectas, la señalada *vn*, se halle en un mismo plano con el hilo de la plomada.

Llegado el momento del eclipse total se comienza por hacer el contorno de la parte exterior de la corona *a'a'*, poniendo todo el cuidado posible en representar la posición y forma de sus ráfagas, tales como aparezcan en cada uno de los cuatro cuadrantes en que queda dividida por la línea vertical de la plomada, proyectada como ya se ha dicho, y por una línea horizontal imaginada á través de la Luna. Si una ráfaga ó expansión coronal se prolonga mucho y al mismo tiempo disminuye su brillo, de modo que no es posible apreciar dónde termina, se indica su porción última perceptible con una línea ondulada *b*.

Terminado el contorno de la parte exterior se procede á hacer lo propio con el de la corona interior *aa*. Después se puede emplear el tiempo que aún dure el eclipse total en representar los principales detalles hasta donde sea posible.

La extensión de las diferentes partes de la corona se apreciará más fácilmente por comparación con la dimensión aparente del diámetro lunar.

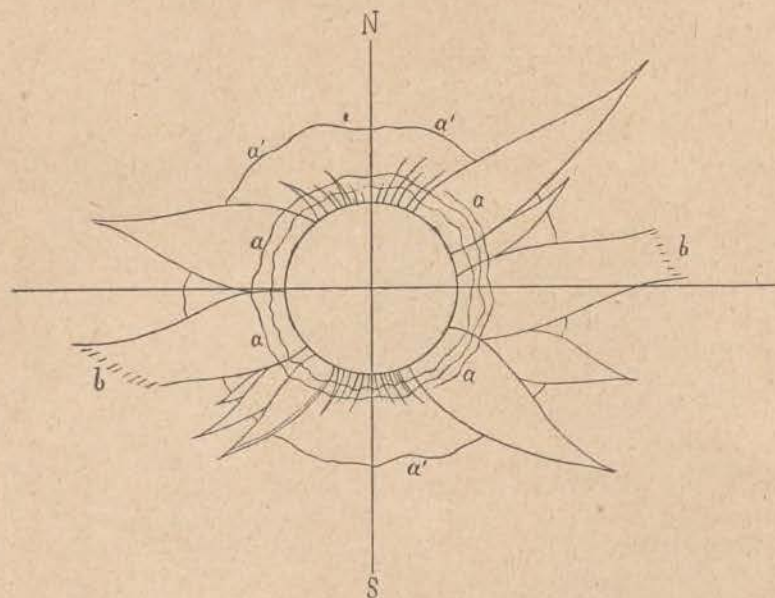


Figura 2.ª

En lugar de papel blanco se puede emplear papel azul obscuro, trazando en este caso en su centro un círculo negro atravesado por dos líneas perpendiculares blancas; el dibujo de la corona se hace á su vez con lápiz blanco. La representación así obtenida de la corona será, respecto de las hechas en negro sobre papel blanco, lo que son entre sí una prueba fotográfica positiva y una negativa del mismo objeto.

Si hay juntos dos ó más dibujantes pueden repartirse el trabajo, dibujando cada uno sólo una parte de la corona, uno ó dos cuadrantes, y reuniendo después los dibujos; en tal caso, para que el éxito sea lo más satisfactorio posible, convendrá que los observadores se hayan preparado simultáneamente los días anteriores al eclipse, dibujando cada uno tan sólo la parte del modelo que le haya sido asignada.

Los que deseen hacer buenos dibujos, bien ricos en detalles y alcanzando la mayor extensión posible, no deben fatigar la vista observan-

do la fase parcial del eclipse, que precede á la total, y al menos cinco minutos antes de comenzar ésta deben cerrar los ojos y no abrirlos hasta que el eclipse total ha comenzado. Y este consejo debieran seguir cuantos observan el eclipse como meros contempladores, con lo cual nada pierden, puesto que todo cuanto ocurre en la primera parte del eclipse parcial pueden observarlo luego en la segunda, ó sea después del eclipse total, y en cambio podrán apreciar los más delicados detalles de la corona que, para una vista fatigada, pasarán desapercibidos: esta compensación merece bien el pequeño sacrificio que exige.

Los que así se hayan preparado deben fijar su atención tan pronto como abran los ojos en la extensión y matices de la corona, que podrán percibir mejor cuando tienen la vista completamente descansada que después de haberla fatigado observando las porciones brillantes de la corona interior.

En fin, los que quieran seguir nuestro consejo y no confíen bastante en su fuerza de voluntad, obrarán muy bien vendándose los ojos algunos minutos antes del eclipse total y no quitándose la venda hasta que aquél haya comenzado.

Inmediatamente después de terminado el eclipse pueden completarse los dibujos con aquellos detalles bien observados que no haya habido tiempo de dibujar; pero esto debe hacerse en papel aparte copiando primero el dibujo hecho durante el eclipse, cuyo dibujo debe conservarse tal como haya sido obtenido, sin la más mínima adición ni modificación ó enmienda.

X

FOTOGRAFÍAS DE LA CORONA

Siendo hoy de uso tan generalizado la fotografía y habiendo tantos aficionados inteligentes, que la practican con éxito, habrá muchísimos que tratarán de aplicarla á la observación del eclipse. Todos ellos deben tener en cuenta que, en este caso, el fin que se trata de lograr impone condiciones muy especiales, si se quiere obtener un resultado digno de estimación tanto científica, como artísticamente. La cámara, la exposición, las placas, el revelado, todo ello tiene que estar en relación con el objeto que se trata de reproducir.

La cámara tiene que tener completa rigidez y absoluta fijeza: cualquier trepidación del instrumento, mientras se expone una placa, ma-



logrará completamente la operación; es, por consiguiente, preciso que el operador no se acelere y no abra el objetivo mientras no esté seguro del reposo del instrumento, pues es preferible obtener pocas y buenas fotografías á obtener muchas imperfectas.

La mejor forma de cámara es una caja de madera, sin fuelle; se da á la distancia del objetivo á la placa una longitud próximamente igual á la distancia focal del objetivo, y con la cremallera de éste habrá luego lo suficiente para obtener el foco exacto. Mejor es hacer dos cajas de modo que la una enchufe en la otra, y moviéndolas convenientemente se logrará obtener siempre la distancia focal precisa.

Cualquier objetivo es útil para obtener buenas fotografías del eclipse, pero no todos sirven para todo. Las protuberancias no saldrán perceptibles en las fotografías, sino á condición de que la distancia focal del objetivo sea suficientemente grande, para que el diámetro de la imagen de la Luna sea al menos de unos dos centímetros: en cambio las expansiones coronales se pueden fotografiar con los objetivos de más modesto tamaño.

Los objetivos, que actualmente se usan en toda cámara algo estimable, son todos dobles, y para emplearlos en el eclipse convendría servirse de una sola de las lentes, que los forman, con lo que se conseguiría hasta duplicar la distancia focal, y con ello el consiguiente aumento de la imagen y la mayor riqueza en sus detalles. Si el objetivo es de retratos, se quita la lente posterior y en su lugar se atornilla la anterior; si es un rectilíneo rápido, se quita la lente anterior, dejando sola la posterior; si es un *gran-angular*, se quita la lente posterior dejando sola la anterior. Esto es lo más recomendable para los que quieran prepararse con los objetivos de las cámaras que usan, una más apropiada al fin que se trata de lograr en los eclipses; pero los que no quieran modificar sus cámaras, no por eso tienen que renunciar á la esperanza de obtener con ellas preciosas fotografías, si tienen en cuenta las demás circunstancias atendibles.

Es indispensable que la cámara esté perfectamente enfocada; con cámaras pequeñas bastará enfocar perfectamente objetos que disten de cuatro á cinco quilómetros, ó nubes lejanas, para que queden bien enfocadas para el Sol. Con cámaras cuya distancia focal sea superior á ochenta ó noventa centímetros es preciso rectificar y afinar más el foco así obtenido. Como mejor se hace la operación es sirviéndose para ello de las estrellas; se elige una estrella muy brillante y se dirige á ella la cámara, haciendo que su imagen se proyecte sobre la parte inferior del vidrio deslustrado; se expone la placa, y dejando quieta la cámara, la imagen de la estrella irá pasando sobre la placa, é impresionando sobre ella un trazo sensiblemente rectilíneo, se lee lo que entonces señala la escala ó se hace una señal que indique la posición si no hubiere

escala. Como según se obtuvo el foco aproximado, la distancia de la placa al objetivo será mayor que la que se busca, se cierra ahora un poco, muy poco, la cámara y se repite la exposición de la estrella, de modo que el trazo resultante salga un poco más alto que el primero y se toma nota de la nueva posición del chássis, ó se marca en la cámara misma. Se repite esta misma operación hasta ocho ó diez veces, procurando siempre que las imágenes vayan resultando en la placa en serie continuada de abajo arriba (y lo mismo sería de arriba á abajo); después se revela la placa y se ve cuál de los trazos impresionados por la estrella es el más fino y con bordes mejor definidos, y la posición correspondiente del chássis es la que se busca. Se ajusta el tiro de la cámara á esa posición y se amordaza sólidamente, con lo cual se tiene el aparato dispuesto para dar el mejor resultado de que sea capaz. No debe olvidarse que para todas estas fotografías de objetos muy luminosos, las placas han de tener antihalo, pues en caso contrario las imágenes salen siempre mal definidas y no es posible precisar bien nunca la situación del foco justo.

Una vez enfocada la cámara es necesario pensar en el modo de mantenerla fija en la dirección conveniente durante el eclipse. Aun para los que sólo traten de hacer fotografías instantáneas, ó con exposiciones que no pasen de dos segundos, no es indiferente el asunto que ahora nos ocupa, pues como tendrán necesidad de variar la dirección de la cámara de una á otra exposición, conviene que el apoyo elegido sirva bien para todas ellas. Una manera muy práctica de resolver el problema, y que está al alcance de todos, consiste en fijar una tabla por su centro sobre el extremo de un pie ó trozo de madera perpendicularmente al mismo, y de modo que, estando el pie fijo, la tabla pueda girar. En los dos ó tres días que preceden al eclipse se observa el Sol á la misma hora en que el eclipse ha de ocurrir en el lugar del observador, dirigiendo la cámara al astro, bien sujeta á la tabla, y buscando por tanteos la inclinación y orientación del pie convenientes, para que con sólo hacer girar la tabla con la cámara, siga ésta bien al Sol durante unos pocos minutos antes y después de la hora del eclipse. Con esta preparación preliminar se podrá el día del eclipse esperar tranquilamente el momento de operar, sin temor de perder el tiempo en buscar la posición conveniente para cada exposición, pues con sólo girar la tabla la cantidad necesaria, la cámara quedará bien enfilada y se podrá mantener sólidamente sujeta.

Mucho mejor procedimiento y necesario para cámaras de foco largo y mucha exposición, es la llamada montura ecuatorial, que puede prepararse del siguiente modo. Sobre dos postes de madera *E* y *F* clavados firmemente en el suelo en la línea Norte-Sur se fija una viqueta, ó tabla fuerte, *CD*, dirigida horizontalmente de Norte á Sur:

sobre ella se disponen dos apoyos *m* y *n* de dimensiones apropiadas para que apoyándose sobre los mismos un eje *AB* forme éste con *CD* un ángulo φ igual á la latitud del lugar. Sobre el eje *AB* se sujeta sólidamente la cámara, de modo que su eje óptico *ab* forme con *AB* un ángulo aMA igual á noventa grados, más la declinación del Sol el día del eclipse, que para el objeto que ahora nos ocupa se puede tomar sin error sensible igual á $9^\circ 10'$. Con esto, si el eje *AB* está perfectamente situado en el meridiano y con la inclinación necesaria, la cámara podrá seguir al Sol durante todo el tiempo del eclipse, sin más que hacerla girar la cantidad conveniente alrededor del eje *AB*. Adap-

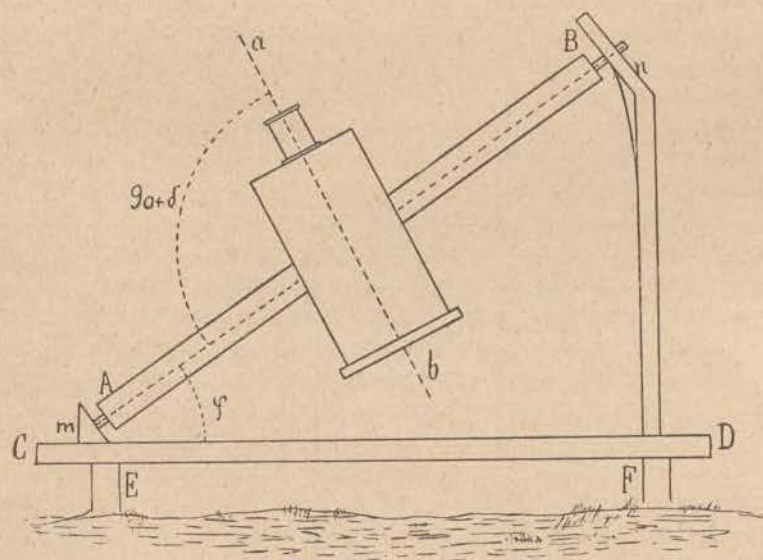


Figura 3.^a

tando ahora á este eje un aparato de relojería, que le hiciera girar con la misma velocidad angular que el Sol, se tendría lo necesario para exposiciones de muchos segundos de duración: la cámara seguiría automáticamente al astro en todos los momentos. No teniendo aparato, es preciso que el observador ponga á prueba su habilidad y su ingenio, para dar al eje el giro necesario durante cada exposición, sin trepidaciones ni interrupciones. Lo mejor es servirse de un tornillo, que, apoyándose en un tope colocado en el eje, imprima á éste un movimiento lento, haciendo girar á mano el tornillo; y aun sería mejor emplear un tornillo sin fin, que engranase en una rueda dentada, centrada sobre el eje. Es relativamente fácil dar á los ejes del instrumento posiciones, que formen entre sí los ángulos arriba indicados,

pero no lo es tanto disponer el eje *AB* exactamente en el plano meridiano. Instalándolo en este plano lo más exactamente posible, la observación con la cámara misma sirve luego para conocer si la orientación es exacta y para corregirla en caso necesario, para lo cual es preciso que la pieza *m* pueda correrse lateralmente sobre el soporte *CD*. Para hacer la operación se dirige la cámara al Sol, recibiendo la imagen del astro en el vidrio deslustrado y señalando el centro de la misma con un lápiz: pasados unos minutos se dirige de nuevo la cámara al Sol y se ve si, moviendo la cámara, el centro de la imagen puede caer en coincidencia con la señal hecha anteriormente; si así ocurre, el eje *AB* está bien orientado; si la imagen pasa más alta, ó más baja, que la señal, no es buena la orientación y en este caso se mueve lateralmente la pieza *m* hasta lograr la coincidencia buscada; unos cuantos tanteos de este género, hallándose el Sol muy elevado sobre el horizonte, bastan para dejar corregido el defecto. Si no se puede corregir así, el defecto consiste en que los ángulos formados por los ejes no son los debidos.

Preparada convenientemente la cámara, trátase ahora de elegir las placas y de darles la conveniente exposición. Las placas mejores son las ortocromáticas; pero sean cualesquiera, importa que sean muy rápidas y estén provistas de fuerte antihalo: esta última condición la consideramos esencial en todos los casos. Para exposiciones prolongadas son preferibles placas menos rápidas, pues dan mejor los detalles débiles, sin que haya demasiado sobreexposición en las luces intensas.

Si dar á una placa una exposición justa es cosa difícil fuera de la galería del fotógrafo, la dificultad crece en nuestro caso por las muchas y variadas circunstancias que en él concurren. Son factores que hay que tener en cuenta la altura del Sol, el estado de la atmósfera, la luminosidad del objetivo, su abertura, su distancia focal, el brillo del objeto y la clase de placas empleadas. En cuanto al brillo del objeto hay que tener en cuenta que hay en él cuatro partes completamente distintas y de diverso poder actínico: las protuberancias y la corona inferior, que son muy brillantes; las plumas polares, de luminosidad media; y las ráfagas y grandes expansiones de la corona exterior, que son muy débiles. Para las protuberancias la exposición, con cualquier cámara que se emplee, tiene que ser instantánea; pero para obtener los detalles de la corona hay que hacer las exposiciones en relación con lo que se desea representar. Para obtener la corona inferior, las exposiciones han de ser cortas; para las grandes expansiones de la corona exterior, las exposiciones tienen que prolongarse más; pero debe advertirse que, siendo poco extensa la corona interior, no se puede aspirar á obtener sus detalles con las cámaras ordinarias, pues no tienen para ello distancia focal suficiente; darán tan sólo la extensión.

Los detalles de la corona exterior y las plumas polares pueden obtenerse con cualquier cámara que tenga un buen objetivo, aunque no sea de mucho tamaño. Las ráfagas más extensas necesitan una exposición de muchos segundos, lo que ya exige dar movimiento á la cámara, pues basta saber que el Sol avanza en 20^s una cantidad igual á un sexto de su diámetro, para comprender que, durante ese tiempo, la imagen del astro se mueve sobre la placa lo suficiente para que la fotografía resulte completamente inaceptable. Para poder seguir con la cámara el movimiento del Sol y mantener su imagen inmóvil sobre la placa, debe adaptarse á la cámara un anteojito con su eje óptico paralelo al del objetivo de la cámara; apuntado este antejo al Sol, quedará la imagen del astro sobre la placa, y para que se conserve inmóvil bastará ir haciendo girar muy lentamente el eje por medio del tornillo dispuesto para ese fin, de modo que se vea siempre el Sol en el mismo lugar del antejo, lo que se logrará más perfectamente si éste tiene en el plano focal de su objetivo una cruz formada por dos hilos muy finos y se coloca el instrumento de modo que estos hilos dividan la imagen del Sol cruzándose en su centro; después no hay que hacer más que conservar constantemente la imagen en esa posición todo el tiempo que se juzgue necesario. Si no se dispone de un antejo, puede emplearse un tubo, en cuyos extremos se colocan cruces formadas por cerdas ó alambres muy finos, y se enfilan y mantienen de modo que la línea, que pasa por los puntos de cruzamiento, pase por el centro del astro. También puede ponerse una sola cruz en el extremo del tubo más próximo al objetivo de la cámara y delante del otro extremo un espejo inclinado; se dirige el aparato al Sol de modo que se vean en el espejo reflejados los hilos y la imagen del Sol y se mantiene todo, por el conveniente movimiento del tornillo, de modo que la imagen de la cruz esté centrada sobre la imagen del astro.

De lo dicho anteriormente sobre los varios factores que intervienen en la obtención de una buena fotografía, se deduce que no es posible dar una regla precisa para lograr una exposición exacta: no tenemos aquí más camino, para tener alguna probabilidad de acierto, que tomar por norma lo hecho con éxito satisfactorio en otros eclipses. Para servirnos de los datos que así podemos proporcionarnos, recordemos que, designando t el tiempo de la exposición en segundos, C la constante de exposición, a la abertura del objetivo al trabajar y f la distancia focal equivalente, estas cantidades están relacionadas por la expresión

$$t = C \left(\frac{f}{a} \right)^2;$$

de modo que conociendo el valor conveniente de C , el problema está

resuelto; queda la incertidumbre procedente de la intensidad de la luz y de la sensibilidad de las placas, que no puede salvarse y hace que las condiciones no sean idénticas; pero empleando placas análogas á las que sirven de tipo, ya la probabilidad de acierto será mayor que si se procede sin ninguna base en que apoyarse.

Dicho esto y pasando á tratar de la corona interior, podemos tomar el ejemplo siguiente. En el eclipse de 1898, con una cámara $\frac{f}{a} = 15$ y una exposición de medio segundo, se obtuvo resultado satisfactorio; tenemos con ello para calcular C

$$0,5 = C \times 15^2 = C \times 225,$$

de donde

$$C = 0,0022.$$

Llegando á un segundo, se obtienen imágenes que presentan alguna mayor extensión en la corona, pero con el riesgo de perder los detalles finos de la corona interior, por sobreexposición.

Las placas empleadas fueron extrarrápidas, que son las más convenientes para la región coronal que nos ocupa.

Con placas análogas y una cámara $\frac{f}{a} = 10$, el tiempo t de exposición sería el dado por la fórmula

$$t = 0,0022 \times 100 = 0^s,22;$$

es decir, un cuarto de segundo aproximadamente.

Para calcular el tiempo conveniente de exposición en la fotografía de la corona exterior, tenemos los siguientes datos, que tomamos entre muchos:

En el eclipse de 1898, con una cámara $\frac{f}{a} = 6$ se obtuvieron fotografías muy extensas de la corona con un tiempo de exposición de 20^s y empleando placas «triple», lentas relativamente á las ordinariamente rápidas. En el de 1900 se obtuvo con una cámara $\frac{f}{a} = 6,6$ y con exposición de 11^s empleando placas rápidas, una fotografía excelente, donde las expansiones coronales son muy extensas y los detalles muy delicados. En fin, en 1898, con placas extrarrápidas, exposición 4^s y cámara $\frac{f}{a} = 15$ también se obtuvo resultado satisfactorio. Calculemos C en los tres casos.

a) Placas extrarrápidas:

$$4 = C \times 15^2 = C \times 225,$$

de donde

$$C = 0,018.$$

b) Placas rápidas:

$$11 = C \times 6,6^2,$$

de donde

$$C = 0,25.$$

c) Placas lentas «triple»:

$$20 = C \times 6^2,$$

de donde

$$C = 0,55.$$

Con estos resultados podrá cada observador calcular las exposiciones que debe dar á sus placas, según los resultados que con ellas se proponga obtener. Las placas rápidas exigen cortas exposiciones y se prestan bien á la fotografía con cámaras de mano. Las placas lentas necesitan exposiciones más prolongadas, pero tienen la ventaja de representar mejor los detalles de las extensas ráfagas de la corona, sin que se pierda totalmente la corona interior por sobreexposición, como sucede con las placas rápidas siempre que la exposición pasa de un segundo.

No son solos los objetivos fotográficos los que pueden emplearse en la fotografía; sirven también los buenos objetivos de anteojo, pero á condición de reducir á una mitad lo menos su abertura: el inconveniente de estos objetivos es ser poco luminosos y exigir por consiguiente exposiciones prolongadas, de modo que no pueden emplearse sino con una montura giratoria.

Impresionadas ya las placas es preciso, para que no se malogren, revelarlas bien. Hemos visto pruebas negativas, que sin duda habrían sido buenas, completamente inutilizadas por un revelado muy mal conducido. Desde luego los reveladores, que se venden preparados en el comercio y son utilizables en muchos casos, no sirven para las fotografías de la corona: es preciso que cada operador se provea de los ingredientes más puros y se prepare él mismo el revelador, según una fórmula acreditada, y experimente por sí los resultados. Porque se trata aquí, no precisamente de obtener los contrastes que dan belleza á una fotografía artística, sino detalles muy delicados, y corregir defectos de exposición. Si la placa está insuficientemente revelada, no aparecerán

los detalles finos de las ráfagas débiles; si está excesivamente revelada, esos detalles se confunden con el fondo oscuro de la placa. Es necesario que cada operador conozca á fondo el revelador que usa y sepa cuándo conviene acelerar y cuándo retardar el revelado.

Nosotros recomendaríamos, como más preferible, el revelador de ácido pirogálico, preparando sola la disolución alcalina y añadiendo el ácido en polvo, muy poco antes de revelar. Debe emplearse la disolución alcalina muy diluída en agua y poner el ácido en proporción mucho menor que la usada para el revelador normal; en una palabra, el revelador debe ser muy débil. En general, sea cualquiera el revelador usado, debe estar poco cargado de reductor y muy diluído el álcali; los reveladores enérgicos no son utilizables en este caso. Es preciso revelar suprimiendo la influencia de toda luz; la luz roja del laboratorio no es completamente inactínica, y con tiempo suficiente llega á vélar la placa: una vez, pues, depositada la placa en la cubeta se cubre ésta y se agita sin cesar, continuando el revelado hasta una hora si fuere preciso. Se examina de cuando en cuando la imagen y se ve cómo van saliendo sus detalles, suspendiendo el revelado cuando comienzan á aparecer señales de impresión de la luz difusa en el fondo general de la placa, especialmente en las márgenes, por contraste con las partes que estuvieron cubiertas con el borde del châssis. Si durante el revelado se nota que la imagen es débil, se refuerza el revelador, añadiendo un poco de ácido pirogálico; pero en tal caso hay que tener mucho cuidado para que no se pierdan los detalles más débiles de la corona. Un revelado lento con un revelador débil, es lo mejor para obtener las más ligeras luces sin que se pasen excesivamente las intensas.

El polvo y el calor son grandes enemigos del buen revelado; el revelador debe estar frío, empleando hielo para enfriarlo si fuere preciso: en las disoluciones convendría se emplease agua destilada, pero al menos debe emplearse hervida y filtrada: la temperatura no debe pasar de diez y seis grados.

Las negativas obtenidas no deben barnizarse; se saca una buena reproducción de cada una y se conserva la original cuidadosamente.

No hay objeto ninguno que sea suficientemente análogo á la corona y pueda servir para ensayos previos; los cirrus tenues iluminados por el Sol, cuando ya declina hacia poniente, pueden servir como buena preparación de laboratorio, para que el operador adquiriera costumbre de obtener imágenes de objetos delicados con la ayuda de un revelado conveniente.

La exposición de placas debe comenzar poco antes de que empiece el eclipse total y continuarse hasta algunos segundos después que haya terminado. Claro es que las placas que se impresionan cuando el eclips

se no es aún total, pero falta muy poco para serlo, tienen que recibir una exposición rapidísima, forzando el obturador; pero así y todo muestran muy finas imágenes de la corona interior y tienen bastante interés científico. También lo tienen las que se hacen durante la fase parcial del eclipse, pero á condición de que se conozca con exactitud el momento de la exposición y la orientación de las mismas.

Obtenidas las fotografías, procede estudiarlas detenidamente y reconocer todo lo que en ellas se contiene. Si son obtenidas poco antes de comenzar el eclipse total, ó después que haya terminado, se verá si aparece ó no la corona interior, además de la estrecha falce fotosférica. Si están representadas las protuberancias se mide la distancia de cada una al polo solar obtenido de la orientación de la placa, ó aproximadamente acusado por las plumas polares. Si la fotografía es de la corona, se mide la extensión de cada una de sus ráfagas comparándolas con el diámetro de la Luna tomado por unidad, se estudia la curvatura y dirección de las líneas que aparezcan, la posición y extensión de los espacios oscuros (que se verán claros en la negativa) con cualquier otro detalle que llame la atención, y en fin, se aprecia el grado de luminosidad en cada región, indicada por su distancia al borde solar. Para esto último se toma en el laboratorio una placa de la misma marca que las empleadas y se expone por secciones sucesivas á la acción de una luz de intensidad conocida, anotando los tiempos que duran las exposiciones; se revela luego esta placa y se ve á qué sección de ella iguala en intensidad cada región especial de la fotografía de la corona; así se puede juzgar con exactitud acerca de la luminosidad relativa de cada una de sus partes. Si luego se quiere dar una idea comparativa de esta luminosidad respecto de un objeto conocido, la Luna llena, por ejemplo, se compara con ésta la luz empleada, si ya no se conocía de alguna manera. En las fotografías de la fase parcial, la cuerda común á los discos del Sol y la Luna y la orientación de esta línea conducen al conocimiento de las posiciones relativas de los centros de ambos astros y sirven para corregir las posiciones admitidas para la Luna que, como ya dijimos, son aún ligeramente erróneas.

XI

PLANETAS INTRAMERCURIALES

Ciertas irregularidades, que ofrece el movimiento de Mercurio, no se explican satisfactoriamente por las acciones de los planetas hoy conocidos, y son atribuidas á la influencia de planetas intramercuriales. La investigación de éstos ha sido hasta ahora infructuosa, pero no se desiste todavía de realizarla: los observadores, que dispongan de un anteojo de magnitud conveniente, pueden dedicarse á observar con ellos cuidadosamente la región celeste que rodea al Sol durante el eclipse, para tratar de descubrir alguno de esos supuestos planetas; en estas observaciones puede ser muy útil la penúltima lámina de las contenidas en la *Memoria* publicada por el Observatorio de Madrid, pues en ella se hallan figuradas las estrellas hasta la novena magnitud que existen en el espacio que la misma representa.

También son de grande utilidad para estas investigaciones las cámaras fotográficas, con tal que tengan magnitud y luminosidad suficientes, y además movimiento apropiado, pues las exposiciones habrán de ser largas: con una cámara provista de un objetivo de retratos de 15^{cm} de abertura y 1^m de distancia focal equivalente podrán bastar exposiciones de un minuto.

XII

ESPECTROSCOPIA Y ESPECTROGRAFIA

Disponiendo de un siderostato ó de un anteojo con montura ecuatorial y aparato de relojería bien regulado, será posible hacer que la imagen del Sol producida por el objetivo del anteojo se proyecte sobre la rendija de un espectroscopio, conservándose en la posición que se elija, y teniendo en cuenta el ángulo de posición del punto de contacto de los discos del Sol y de la Luna, se podrá conseguir que dicha rendija quede tangente á la región del Sol por donde los contactos segundo y tercero han de ocurrir. En esas condiciones será factible observar

la producción del espectro relámpago, ver luego el de la cromosfera y después el de la corona. Sin embargo, dada la rapidez con que pasan algunos de esos fenómenos y la escasa duración de que se dispone, no es posible así hacer un examen detenido de ninguno de ellos, y los observadores que quieran emplearse en observaciones de ese género, habrán de elegir algún punto determinado y dedicarse á él exclusivamente. La especialidad de este asunto y la preparación que supone en las personas que hayan de dedicarse á él en el eclipse, nos dispensa de entrar en más pormenores.

Pero hay una manera particular de observar espectroscópicamente la cromosfera y mejor la corona, que es asequible á mayor número de observadores, cual es servirse de unos gemelos en uno de cuyos tubos se haya hecho colocar un prisma de visión directa delante de su objetivo.

La línea de luz, que queda rodeando en más ó menos extensión el borde de la Luna durante el eclipse total, observada por ese medio, se presenta entonces como la rendija del espectroscopio vista á través del objetivo del colimador: una línea luminosa infinitamente distante. Con unos gemelos así dispuestos se podrá, por tanto, observar el espectro del arco cromosférico, que queda visible durante una parte de la totalidad, y lo mismo el espectro de la región inferior de la corona. El espectro se compondrá de varios arcos de diversa extensión, que en su borde exterior, ó sea opuesto al centro del Sol, afectarán formas onduladas que indicarán la mayor ó menor elevación, en las regiones correspondientes de la atmósfera solar, de las substancias correspondientes á cada arco representadas por su especial matiz. Así se verá si la distribución de esas substancias es regular, ó, por el contrario, ofrece desigualdades en densidad y en altura, y será importante averiguar si existe relación entre esas desigualdades y la disposición de las ráfagas de la corona. Como con el tubo libre, ó sin prisma, de los gemelos se podrá observar directamente la corona, será así fácil investigar esa relación, como también averiguar la elevación de cada substancia por comparación con el diámetro de la Luna. Los ensayos previos, que esta observación exige, pueden hacerse colocando en el foco principal de un anteojo una rendija circular transparente, haciendo arder delante de ella una llama de alcohol coloreada con alguna substancia química de las empleadas con preferencia en los laboratorios para los experimentos de análisis espectral, y observando su espectro por medio del tubo de los gemelos provisto de prisma, mirando por él á través del objetivo del anteojo, que con la modificación indicada se ha convertido en colimador: el espectro así observado constará de una serie de anillos, y si la rendija tiene algunas irregularidades por su borde exterior, el fenómeno tendrá analogía completa de forma con el

espectro de la corona solar y de la cromosfera, que en el eclipse han de observarse.

Puede hacerse la observación colocando un prisma de dimensiones convenientes delante del objetivo de un anteojo cualquiera, pero en este caso es preciso dirigir el anteojo de modo que su distancia angular al Sol sea igual á la desviación producida por el prisma. También puede hacerse la observación que nos ocupa, colocando el prisma de visión directa en el ocular del anteojo.

Las observaciones pueden comenzar antes de que principie la fase total del eclipse, y en este caso, cuando ya la falce solar sea muy delgada, el espectro constará de una serie de rayas oscuras de la misma forma que la porción aún visible de dicha falce, pero se notará que algunas de esas rayas oscuras tienen sus puntas invertidas, es decir, luminosas, con el color correspondiente á la región que ocupan en el espectro. Estas observaciones, hechas durante el eclipse parcial, exigen, para no fatigar perjudicialmente la vista, el uso de vidrios oscuros delante del ocular, que se puedan quitar fácilmente al comenzar el eclipse total.

Todos estos fenómenos espectrales se observan en mejores condiciones por medio de la fotografía. Colocando un prisma delante del objetivo de la cámara, previamente enfocada con esmero, en lugar de aparecer sobre la placa la figura de las regiones del Sol, que deja descubiertas la Luna al interponerse entre aquél y la Tierra, aparecen los espectros de aquellas regiones con su forma propia, pero será preciso adoptar especiales disposiciones. La exposición de las placas debe comenzar antes que el eclipse total principie y continuarse hasta algunos segundos después que el eclipse haya terminado. Las exposiciones que se hagan al principio y al fin, ó sea en las proximidades de los contactos, serán instantáneas y presentarán los espectros del estrato inversor—espectro relámpago—y de la cromosfera, que son regiones del Sol bastante intensas: y para sorprender el espectro relámpago, que es sumamente fugaz, y para obtener algunas fotografías del espectro de la cromosfera, que permitan luego estudiar sus variaciones, conviene servirse de un châssis suficientemente largo con una placa de igual forma y obtener sobre ésta diversas imágenes, haciendo que el châssis avance por una corredera entre una y otra exposición la cantidad suficiente, para que las imágenes obtenidas estén convenientemente espaciadas. Con hacer que el châssis avance cada vez una cantidad igual al doble del diámetro de la imagen del Sol dada por el objetivo de la cámara, hay muy bastante. Por este procedimiento se pueden hacer exposiciones instantáneas de dos en dos segundos muy cómodamente.

En el centro del eclipse las exposiciones tienen que ser de mayor duración, á causa de la debilidad de la luz de la corona; en este caso

no se pueden obtener resultados satisfactorios si la cámara no tiene movimiento conveniente y muy exacto, cosa difícil de lograr sin un aparato apropiado.

En estas placas debe impresionarse un espectro ordinario del Sol, sirviéndose para ello de un colimador de rendija rectilínea, haciendo que la luz solar, después de haberlo atravesado, sea recibida por la cámara: así será posible determinar las posiciones de las líneas circulares obtenidas directamente en las placas en las fases sucesivas del eclipse.

Para estas observaciones deben emplearse placas muy sensibles y provistas de fuerte antihalo, debiendo ser preferidas las isocromáticas.

XIII

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS Y MAGNÉTICAS

El paso de la sombra lunar sobre la Tierra modifica sensiblemente las condiciones meteorológicas de los lugares que atraviesa. No se ha reconocido hasta ahora que ejerza acción indiscutible sobre la presión atmosférica, pero sí sobre la temperatura, humedad, viento, nubosidad y algo acaso sobre el magnetismo terrestre, á cuyas observaciones pueden prestar su concurso muchas personas, puesto que no exigen otros instrumentos que los generalmente usados.

Para observar las variaciones de la temperatura será conveniente leer la escala del termómetro y anotar los resultados de cinco en cinco minutos desde el comienzo del eclipse hasta unos quince minutos antes de comenzar el eclipse total: durante los quince minutos que restan del eclipse parcial las lecturas deben ser más frecuentes, de dos en dos minutos; las mismas operaciones convendrá hacer, aunque en sentido inverso, después del eclipse total hasta que termine el eclipse. El termómetro deberá estar libre de la acción directa de los rayos del Sol y en lugar bien ventilado, de modo que no ejerzan acción sobre él los muros de los edificios caldeados por los rayos solares.

Si se tiene un termómetro de mínima, instalándolo bien, dará indicación precisa del mayor descenso que haya sufrido la temperatura durante el eclipse.

Otro termómetro análogo al mencionado primero, pero con su depósito rodeado de un trozo de muselina humedecida constantemente por su contacto con un pequeño depósito de agua, servirá, leyéndolo siem-

pre que se lea el primero, para conocer las variaciones de la humedad del aire.

A los termómetros anteriores convendría unir otro expuesto directamente á la acción del Sol y registrar también sus indicaciones.

Los observadores que posean una pareja de termómetros antinómicos, podrán, observándolos, reunir datos para conocer las variaciones de la irradiación solar durante el eclipse.

En los eclipses suelen ocurrir cambios en la intensidad del viento y en la dirección del mismo. Para dar noticia circunstanciada del fenómeno será preciso observar la veleta y anotar las horas en que cambia de rumbo y las direcciones correspondientes del viento. De su fuerza en cada momento, especialmente cuando cambie, se podrá dar idea indicando sus efectos sobre los objetos donde generalmente se hace sensible: así se podrá anotar si las columnas de humo se elevan verticalmente ó se inclinan más ó menos; si se mueven las hojas de los árboles, permaneciendo fijas las ramas; si se agitan las ramas delgadas pero no las gruesas; si también se mueven las ramas gruesas y los troncos delgados; si se agitan fuertemente los árboles y se quiebran sus ramas; en fin, si se quiebran los árboles mismos y se derriban las chimeneas y otras construcciones ligeras.

De la nubosidad se podrá dar noticia indicando las clases de nubes que se observen y la porción del cielo que cubren, estimándola y expresándola en décimas partes. Si durante el eclipse ocurren variaciones notables en la forma y disposición de las nubes, si se observa algún cambio de dirección ó de velocidad en sus movimientos, también deberá todo ello consignarse, pues combinando observaciones de este género hechas en diferente localidad, podrá deducirse si el eclipse ha originado alguna modificación algo extensa en el régimen atmosférico.

Las observaciones magnéticas no pueden tener un carácter tan general como las anteriores, por la escasez de instrumentos apropiados. Son muy escasas las instalaciones magnéticas en España, y no es preciso hacer advertencia alguna á los que las poseen, bien conocedores de la importancia de sus observaciones y del modo de hacerlas. Los que sólo posean una buena brújula de declinación, pueden instalarla lejos de toda influencia perturbadora, especialmente de las corrientes eléctricas empleadas en la industria, y observar las variaciones de rumbo que la aguja experimente, especialmente durante las horas del eclipse, anotando cuidadosamente las horas de las observaciones y los cambios experimentados por el instrumento.

XIV

ADVERTENCIAS FINALES

No pudiendo cada observador atender con fruto á muchas circunstancias del eclipse, deberá trazarse previamente un programa de lo que especialmente se proponga examinar y sujetarse luego á él fielmente, sin dejarse llevar por otras particularidades. Los observadores han de precaverse contra un peligro, que malograria en parte sus trabajos, dejándolos incompletos, cual es la dificultad de sustraerse á la fuerte impresión producida por la contemplación de la magnificencia del fenómeno en su fase total, y al deseo de comentarlo una vez terminado. De ahí proviene la dificultad de continuar las observaciones después que termina el eclipse total: es preciso estar prevenido contra esos efectos y continuar las observaciones hasta terminarlas.

Cuantos quieran enviar al Observatorio notas de sus trabajos, deberán acompañarlas de la indicación clara del lugar y provincia donde las hayan efectuado, así como de los datos conducentes á determinar con exactitud la situación geográfica del punto de instalación de sus instrumentos, como, por ejemplo, la distancia y dirección de algún vértice geodésico, pico notable de montaña, iglesia, estación de ferrocarril, etc. Si se han servido de un anteojo, deberán indicar la abertura y distancia focal del instrumento: los que hagan fotografías convendrá que indiquen la abertura y distancia focal del objetivo, la clase de éste, la marca de las placas empleadas, el revelador usado, la hora y duración de las exposiciones y una señal que distinga la parte superior de la placa al ser expuesta en la cámara. Tanto los que hayan hecho fotografías, como los que hayan observado contactos, deberán manifestar las horas señaladas en los diversos momentos de la observación por el reloj de que se hayan servido, acompañando además las horas que el reloj señalaba en los días desde el 27 al 31 al recibir la señal de la hora de Madrid, sin introducir corrección alguna. Si creyesen que hay inexactitud en alguna observación, por estimar que se han adelantado ó retrasado un poco en la apreciación del fenómeno, indicarán á cuánto puede ascender el error, pero no deben corregir los datos apuntados al hacerla. Cuando una observación haya sido hecha por dos ó más observadores, deberán firmarla todos, manifestando antes la parte de cada uno en el trabajo común. Sería conveniente que lo remitido al Observatorio fuese en todo lo relativo á

horas las mismas notas originales, quedándose los observadores con copia de las mismas. Y lo mismo convendría hacer con los dibujos y fotografías. En todo caso, lo que importa es no hacer correcciones en los originales, indicando solamente, por medio de notas aclaratorias, cuanto se crea oportuno; cualquier corrección que se encuentre en un trabajo lo invalida completamente, privándolo de su principal condición, que es la sinceridad.

Todo observador que remita originales y desee que le sean devueltos, los recibirá, una vez que se haya tomado nota de ellos.

XV

CÁLCULO EXACTO DEL ECLIPSE PARA UN LUGAR DADO

Las personas que dispongan de medios para conocer exactamente las coordenadas geográficas y la hora del lugar de observación, y deseen calcular las circunstancias del eclipse en tal lugar, pueden lograrlo empleando los elementos del eclipse contenidos en las tablas de la *Memoria* publicada por el Observatorio de Madrid y empleando el procedimiento siguiente:

Sean φ , φ' y ρ la latitud geográfica, la geocéntrica y el radio terrestre correspondientes al lugar mencionado; se comienza por calcular las cantidades

$$\left. \begin{aligned} \rho \operatorname{sen} \varphi' &= \frac{\operatorname{sen} \varphi}{G} \\ \rho \operatorname{cos} \varphi' &= F \operatorname{cos} \varphi \end{aligned} \right\} [1]$$

sirviéndose para ello de la tabla siguiente, donde se contienen $\log F$ y $\log G$ para todas las latitudes de cinco en cinco grados desde 0° á 90° :

Tabla de los valores de log F y de log G.

φ	log F		log G	
		dif.		dif.
0°	0,00000		0,00297	
5	01	1	296	1
10	04	3	293	3
15	10	6	287	6
20	17	7	280	7
25	26	9	271	9
30	37	11	260	11
35	48	11	248	12
40	61	13	236	12
45	74	13	223	13
50	87	13	210	13
55	99	12	198	12
60	111	12	186	12
65	121	10	175	11
70	131	10	166	9
75	138	7	159	7
80	143	5	153	6
85	146	3	149	4
90	147	1	147	2

Sea ω la longitud del lugar con relación al meridiano de Greenwich, contada positivamente hacia el Oeste; sean μ₁ el ángulo horario, que en un momento dado tiene con relación al mismo meridiano el punto donde la línea, que pasa por los centros del Sol y de la Luna, corta á la esfera celeste, y sea θ el ángulo horario del mismo punto con respecto al meridiano del lugar; será

$$\theta = \mu_1 - \omega \quad [2];$$

los valores de μ₁ se hallan en las tablas del eclipse, así como sus variaciones horarias.

Imaginemos por el centro de la Tierra un plano perpendicular al eje común de los conos de sombra y de penumbra, que la Luna proyecta; llamaremos á este plano *fundamental*; por el centro de la Tierra suponemos trazados tres ejes de coordenadas rectangulares, tales que el de las x sea la intersección del plano fundamental con el plano del Ecuador; el de las y perpendicular al de las x en el plano fundamental tam-

bién, considerado positivamente hacia el Norte; el de las z perpendicular á las anteriores y positivo hacia el hemisferio del observador ó hacia el Sol. Sean:

d, la declinación del punto donde el eje común de los conos corta á la esfera celeste;

l_e y l_i, los radios respectivos de las secciones del cono de sombra y del de penumbra, producidos en ellos por el plano *fundamental*;

L_e y L_i, los radios de secciones análogas producidas por un plano trazado por el lugar del observador paralelamente al fundamental;

x, y, las coordenadas de un punto del eje de los conos en un momento dado;

ξ, η, ζ, las coordenadas del lugar del observador en el mismo momento;

ξ', η', las variaciones horarias de ξ y de η;

f_e, f_i, los ángulos que las generatrices de los conos de penumbra y de sombra forman con el eje común á ambos;

x', y', las variaciones horarias de x é y.

Las tablas del eclipse contienen los valores de x é y y los de sus variaciones horarias de 10 en 10 minutos; los valores de d y los logaritmos de su seno y de su coseno; los valores de l_e y l_i y los logaritmos de tang f_e y tang f_i.

Para calcular las horas de comienzo y fin del eclipse correspondientes al lugar de observación se toman de las tablas para momentos aproximados á los que se buscan los elementos mencionados; se calculan con las fórmulas [1] y [2] los logaritmos de ρ sen φ' y ρ cos φ' y el valor de θ; en seguida se calculan las cantidades auxiliares A y B, por las fórmulas

$$\begin{aligned} A \operatorname{sen} B &= \rho \operatorname{sen} \phi' \\ A \operatorname{cos} B &= \rho \operatorname{cos} \phi' \operatorname{cos} \theta \end{aligned} \quad [3].$$

Después se calculan los valores de ξ, η y ζ por las fórmulas

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \rho \operatorname{cos} \phi' \operatorname{sen} \theta \\ \eta &= A \operatorname{sen} (B - d) \\ \zeta &= A \operatorname{cos} (B - d) \end{aligned} \right\} [4].$$

A continuación se hallan la distancia m y el ángulo de posición M del eje de los conos relativamente al lugar del observador por las fórmulas

$$\left. \begin{aligned} m \operatorname{sen} M &= x - \xi \\ m \operatorname{cos} M &= y - \eta \end{aligned} \right\} [5].$$

Se hallan luego los valores de ξ' y η' por las fórmulas

$$\left. \begin{aligned} \xi' &= \mu' \Delta \cos B \\ \eta' &= \mu' \xi \operatorname{sen} d \end{aligned} \right\} [6]$$

y después las variaciones horarias n y N de m y M por las fórmulas

$$\left. \begin{aligned} n \operatorname{sen} N &= x' - \xi' \\ n \cos N &= y' - \eta' \end{aligned} \right\} [7].$$

Se calcula después el valor del radio L (de sombra ó de penumbra) por la fórmula

$$L = l - \zeta \operatorname{tg} f \quad [7'].$$

Si el momento elegido para el cálculo es el del comienzo, ó el del fin, del eclipse, deberá resultar

$$m = L.$$

Pero no siendo fácil, ni probable, que estos momentos coincidan, será preciso calcular un tiempo τ , que, añadido á la hora elegida, dé la de comienzo, ó de fin. Para lograrlo, se calcula primero el ángulo ψ por la fórmula

$$\operatorname{sen} \psi = \pm \frac{m \operatorname{sen} (M - N)}{L} \quad [8]$$

y en seguida τ por esta otra

$$\tau = \pm \frac{L \cos \psi}{n} - \frac{m \cos (M - N)}{n} \quad [9]$$

y la hora buscada será, llamando T_0 á la elegida para los cálculos,

$$T = T_0 + \tau.$$

La hora local T_1 , correspondiente á la encontrada T , será

$$T_1 = T - \omega.$$

Para conocer el ángulo P de posición del punto de contacto de los discos del Sol y de la Luna, contado dicho ángulo desde el punto Norte del disco solar hacia el Este, se emplea la fórmula

$$P = N + \psi \quad [10].$$

Pero si se desea el ángulo V contado desde el punto más alto, ó vértice, del Sol hacia el Este también, se hace uso de esta otra fórmula:

$$V = P - C \quad [10']$$

calculando C por medio de la fórmula

$$\operatorname{tg} C = \frac{\xi + \tau \xi'}{\eta + \tau \eta'} = \frac{p \operatorname{sen} C}{p \cos C} \quad [11],$$

donde son conocidas ya todas las cantidades que entran en el segundo miembro, y teniendo en cuenta que $\operatorname{sen} C$ tiene el mismo signo que $\xi + \tau \xi'$.

Para facilitar la inteligencia de todo lo dicho, aplicaremos las fórmulas á un ejemplo. Propongámonos calcular el eclipse para un punto cuyas coordenadas geográficas sean

$$\text{Latitud} = 41^\circ 47' 0'' \text{ N.}$$

$$\text{Longitud} = 2^\circ 28' 45'' \text{ O. de Greenwich}$$

que corresponden á un lugar inmediato á Soria.

ECLIPSE TOTAL DE SOL DE 30 DE AGOSTO DE 1905

$\omega = 2^\circ 28' 45''$ O. de Greenwich.
 $\varphi = 41^\circ 47' 0''$ N.

Fórmula [1] y tabla.	log sen $\varphi = 9,82868$ C. log G = 0,00230 log ρ sen $\varphi' = 9,82188$	log cos $\varphi = 9,87255$ C. log F = 0,00064 log ρ cos $\varphi' = 9,87319$	Comienzo del eclipse. $T_0 = 11^h 48^m$	Medio del eclipse. $T_0 = 13^h 10^m$	Fin del eclipse. $T_0 = 14^h 29^m$
[2] { ρ_1	356° 49' 38"	17° 19' 59"	356° 49' 38"	17° 19' 59"	37° 5' 21"
{ $\rho_0 = \rho_1 - \omega$	354 20 53	14 51 14	354 20 53	14 51 14	34 36 36
log ρ sen $\varphi' = A$ sen B	9,82188	9,82188	9,82188	9,82188	9,82188
{ log ρ cos φ'	9,87319	9,87319	9,87319	9,87319	9,87319
{ log cos θ	9,99788	9,98524	9,99788	9,98524	9,91542
log A cos B	9,87107	9,85843	9,87107	9,85843	9,78861
{ log tg B	9,95031	9,96295	9,95031	9,96295	0,03277
{ log sen B	9,82324	9,83019	9,82324	9,83019	9,86527
B	41° 48' 55"	42° 38' 42"	41° 48' 55"	42° 38' 42"	47° 9' 45"
log A	9,99818	9,99123	9,99818	9,99123	9,95615

[4] { log ρ cos φ'	9,87319	9,87319	9,87319	9,87319	9,87319
{ log sen θ	8,99338 _n	9,40884	8,99338 _n	9,40884	9,75434
{ log cos ξ	8,86657 _n	9,28203	8,86657 _n	9,28203	9,62758
ξ	- 0,07701	+ 0,19144	- 0,07701	+ 0,19144	+ 0,42416
log A	9,99818	9,99123	9,99818	9,99123	9,95615
B	41° 48' 55"	42° 38' 42"	41° 48' 55"	42° 38' 42"	47° 9' 45"
d	9 9 37	9 8 26	9 9 37	9 8 26	9° 7' 17"
B - d	32 34 18	33 25 16	32 34 18	33 25 16	38 2 28
log sen (B - d)	9,73107	9,74098	9,73107	9,74098	9,78974
log η	9,72925	9,73221	9,72925	9,73221	9,74589
η	+ 0,53611	+ 0,53977	+ 0,53611	+ 0,53977	+ 0,55705
log cos (B - d)	9,92568	9,92150	9,92568	9,92150	9,89629
log ζ	9,92386	9,91273	9,92386	9,91273	9,85244
ζ	+ 0,83919	+ 0,81796	+ 0,83919	+ 0,81796	+ 0,71198
x	- 0,56906	+ 0,18071	- 0,56906	+ 0,18071	+ 0,90211
x - ζ	- 0,49205	- 0,01073	- 0,49205	- 0,01073	+ 0,47795
y	+ 0,75794	+ 0,54196	+ 0,75794	+ 0,54196	+ 0,33354
y - η	+ 0,22183	+ 0,00219	+ 0,22183	+ 0,00219	- 0,22351
log (x - ζ) = log m sen M	9,69201 _n	8,08060 _n	9,69201 _n	8,08060 _n	9,67988
log (y - η) = log m cos M	9,34602	7,34044	9,34602	7,34044	9,34930 _n
log tg M	0,34599 _n	0,69016 _n	0,34599 _n	0,69016 _n	0,33008 _n
M	294 16 0	281 32 6	294 16 0	281 32 6	115 3 46
log sen M	9,95982 _n	9,99114 _n	9,95982 _n	9,99114 _n	9,95705
log m	9,73219	8,03946	9,73219	8,03946	9,71633

	Comienzo del eclipse. $T_0 = 11^h 48^m$	Medio del eclipse. $T_0 = 13^h 10^m$	Fin del eclipse. $T_0 = 14^h 29^m$
Tablas... $\log \mu'$	9,41810	9,41810	9,41810
$\log A$	9,99818	9,99123	9,95615
[6] ... $\log \cos B$	9,87289	9,86720	9,83246
$\log \xi'$	9,28917	9,27653	9,20671
$\log \mu'$	9,41810	9,41810	9,41810
$\log \xi$	8,86657 _n	9,28203	9,62753
[6] ... $\log \operatorname{sen} d$	9,20194	9,20100	9,20010
$\log \eta'$	7,48661 _n	7,90113	8,24573
Tablas... x'	+ 0,54860	+ 0,54860	+ 0,54852
ξ'	+ 0,19461	+ 0,18903	+ 0,16096
$x' - \xi'$	+ 0,35399	+ 0,35957	+ 0,38756
Tablas... y'	- 0,15789	- 0,15817	- 0,15840
η'	- 0,00307	+ 0,00796	+ 0,01761
$y' - \eta'$	- 0,15482	- 0,16613	- 0,17601
$\log(x' - \xi') = \log n \operatorname{sen} N$	9,54899	9,55578	9,58834
$\log(y' - \eta') = \log n \cos N$	9,18983 _n	9,22045 _n	9,24554 _n
$\log \operatorname{tg} N$	0,35916 _n	0,38533 _n	0,34280 _n
N	113 37 20	114 47 54	114 25 30
[7] ... $\log \operatorname{sen} N$	9,96199	9,95798	9,95928
$\log \xi$	9,92386	9,50780	9,42906
Tablas... $\log \operatorname{tg} f$	7,66576	7,66368	7,66577
$\log \xi \operatorname{tg} f$	7,58962	7,57641	7,51821
$\xi \operatorname{tg} f$	+ 0,00389	+ 0,00377	+ 0,00330
Tablas... l	+ 0,53764	- 0,00882	+ 0,53740
[7] ... $L = l - \xi \operatorname{tg} f$	+ 0,53375	- 0,01259	+ 0,53410
M	294° 16' 0"	281° 32' 6"	115° 3' 46"
N	113 37 20	114 47 54	114 25 30
$M - N$	180 38 40	166 44 12	0 38 16
$\log m$	9,73219	8,03946	9,71633
$\log \operatorname{sen}(M - N)$	8,05105 _n	9,36064	8,04654
[8] ... $\operatorname{Comp}^\circ \log L$	0,27266	1,89997 _n	0,27238
$\log \operatorname{sen} \psi$	8,05590 _n	9,20007 _n	8,08525
ψ	180° 39' 6"	189° 7' 15"	0° 37' 17"
$\log \cos \psi$	0,00000	9,99447	0,00000
[9] ... $\operatorname{Comp}^\circ \log n$	0,41300	0,40220	0,37094
$\log L$	9,72734	8,10003	9,72762
$\log I$	0,14034	8,49670	0,09856
I $\frac{L \cos \psi}{n}$	+ 1 ^h ,3815	+ 0 ^h ,0314	+ 1 ^h ,2548
$\log m$	9,73219	8,03946	9,71633
$\log \cos(M - N)$	9,99997 _n	9,98826 _n	9,99997
[9] ... $\operatorname{Comp}^\circ \log n$	0,41300	0,40220	0,37094
$\log II$	0,14516 _n	8,42992 _n	0,08624
II $\frac{m \cos(M - N)}{n}$	+ 1 ^h ,3969	+ 0 ^h ,0269	- 1 ^h ,2197

	Comienzo del eclipse. $T_0 = 11^h 48^m$	Medio del eclipse. $T_0 = 13^h 10^m$	Fin del eclipse. $T_0 = 14^h 29^m$
Tablas... $\log \mu'$	9,41810	9,41810	9,41810
$\log A$	9,99818	9,99123	9,95615
[6] ... $\log \cos B$	9,87289	9,86720	9,83246
$\log \xi'$	9,28917	9,27653	9,20671
$\log \mu'$	9,41810	9,41810	9,41810
$\log \xi$	8,86657 _n	9,28203	9,62753
[6] ... $\log \operatorname{sen} d$	9,20194	9,20100	9,20010
$\log \eta'$	7,48661 _n	7,90113	8,24573
Tablas... x'	+ 0,54860	+ 0,54860	+ 0,54852
ξ'	+ 0,19461	+ 0,18903	+ 0,16096
$x' - \xi'$	+ 0,35399	+ 0,35957	+ 0,38756
Tablas... y'	- 0,15789	- 0,15817	- 0,15840
η'	- 0,00307	+ 0,00796	+ 0,01761
$y' - \eta'$	- 0,15482	- 0,16613	- 0,17601
$\log(x' - \xi') = \log n \operatorname{sen} N$	9,54899	9,55578	9,58834
$\log(y' - \eta') = \log n \cos N$	9,18983 _n	9,22045 _n	9,24554 _n
$\log \operatorname{tg} N$	0,35916 _n	0,38533 _n	0,34280 _n
N	113 37 20	114 47 54	114 25 30
[7] ... $\log \operatorname{sen} N$	9,96199	9,95798	9,95928
$\log \xi$	9,92386	9,50780	9,42906
Tablas... $\log \operatorname{tg} f$	7,66576	7,66368	7,66577
$\log \xi \operatorname{tg} f$	7,58962	7,57641	7,51821
$\xi \operatorname{tg} f$	+ 0,00389	+ 0,00377	+ 0,00330
Tablas... l	+ 0,53764	- 0,00882	+ 0,53740
[7] ... $L = l - \xi \operatorname{tg} f$	+ 0,53375	- 0,01259	+ 0,53410
M	294° 16' 0"	281° 32' 6"	115° 3' 46"
N	113 37 20	114 47 54	114 25 30
$M - N$	180 38 40	166 44 12	0 38 16
$\log m$	9,73219	8,03946	9,71633
$\log \operatorname{sen}(M - N)$	8,05105 _n	9,36064	8,04654
[8] ... $\operatorname{Comp}^\circ \log L$	0,27266	1,89997 _n	0,27238
$\log \operatorname{sen} \psi$	8,05590 _n	9,20007 _n	8,08525
ψ	180° 39' 6"	189° 7' 15"	0° 37' 17"
$\log \cos \psi$	0,00000	9,99447	0,00000
[9] ... $\operatorname{Comp}^\circ \log n$	0,41300	0,40220	0,37094
$\log L$	9,72734	8,10003	9,72762
$\log I$	0,14034	8,49670	0,09856
I $\frac{L \cos \psi}{n}$	+ 1 ^h ,3815	+ 0 ^h ,0314	+ 1 ^h ,2548
$\log m$	9,73219	8,03946	9,71633
$\log \cos(M - N)$	9,99997 _n	9,98826 _n	9,99997
[9] ... $\operatorname{Comp}^\circ \log n$	0,41300	0,40220	0,37094
$\log II$	0,14516 _n	8,42992 _n	0,08624
II $\frac{m \cos(M - N)}{n}$	+ 1 ^h ,3969	+ 0 ^h ,0269	- 1 ^h ,2197

	Comienzo del eclipse. $T_0 = 11^h 48^m$	Medio del eclipse. $T_0 = 13^h 10^m$	Fin del eclipse. $T_0 = 14^h 29^m$
I	$\frac{L \cos \psi}{n}$	- 0 ^h .0314	+ 1,2548
II	$\frac{m \cos (M - N)}{n}$	+ 0,0269	- 1,2197
	τ_1	- 0,0045 = - 0 ^h 0 ^m 55 ^s	+ 0,0351 = 0 ^h 2 ^m 6 ^s
	T	11 48 0	14 29 0
	T + τ_1	Principio = 11 ^h 48 ^m 55 ^s	Fin = 14 ^h 31 ^m 6 ^s
		+ 0,0314	
		+ 0,0269	
		+ 0,0583 = + 0 ^h 3 ^m 30 ^s	
	Fin t.	13 10 0	
		13 ^h 13 ^m 30 ^s	
	Duración Medio	0 ^h 3 ^m 46 ^s	
		13 11 37	

ÁNGULO DE POSICIÓN A PARTIR DEL N. DEL SOL

	PRINCIPIO			FIN		
[10] N.....	113°	37'	20''	114°	25'	30''
ψ.....	180	39	6	0	37	17
P.....	294	16	26	115	2	47

ÁNGULO DE POSICIÓN A PARTIR DEL VÉRTICE DEL SOL

	PRINCIPIO			FIN		
log ξ'.....	9,28917			9,20671		
log τ.....	8,18752			8,54531		
log ξ' τ.....	7,47669			7,75202		
ξ' τ.....		+ 0,00300			+ 0,00565	
ξ.....		- 0,07701			+ 0,42416	
p sen C.....		- 0,07401			+ 0,42981	
log η'.....	7,48661 _n			8,24573		
log τ.....	8,18752			8,54531		
log η' τ.....	5,67413 _n			6,79104		
η' τ.....		- 0,00004			+ 0,00062	
η.....		+ 0,53611			+ 0,55705	
p cos C.....		+ 0,53607			+ 0,55767	
log p sen C.	8,86929 _n			9,63328		
log p cos C.	9,72922			9,74638		
log tg C.	9,14007 _n			9,88690		
C.	352	8	20	37	35	30
P.	654	16	26	115	2	47
V.	302°	8'	6''	77°	27'	17''



Aspecto de la corona solar, según las fotografías obtenidas en 1900



1074059

