

Don.
dela

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS É INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Anales: Tomo XV.

Memoria 2.^a

ECLIPSE TOTAL DE SOL DE 21 DE AGOSTO DE 1914

TRABAJOS DE LA COMISIÓN DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE MADRID

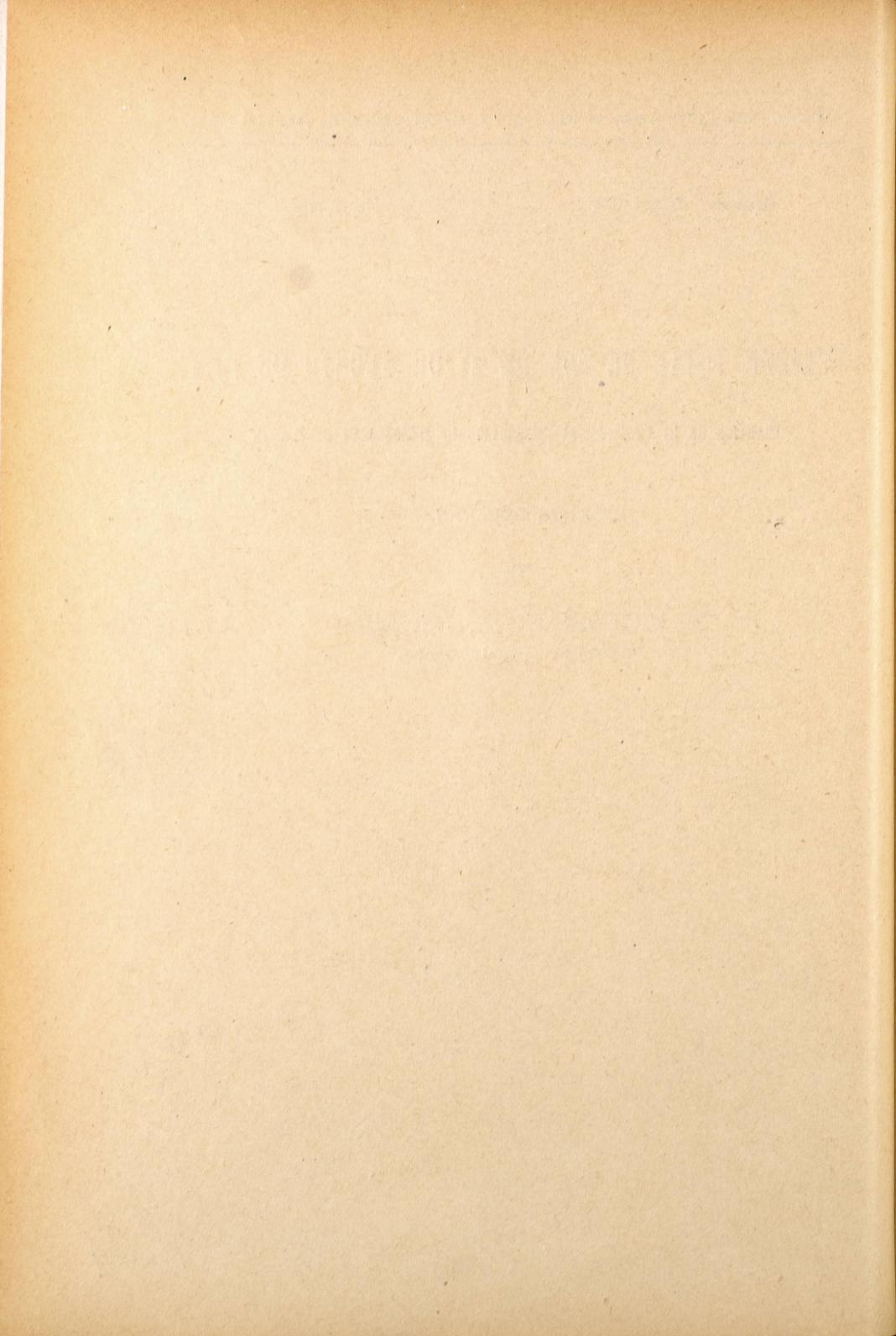
MEMORIA PRELIMINAR

POR

D. VICTORIANO F. ASCARZA

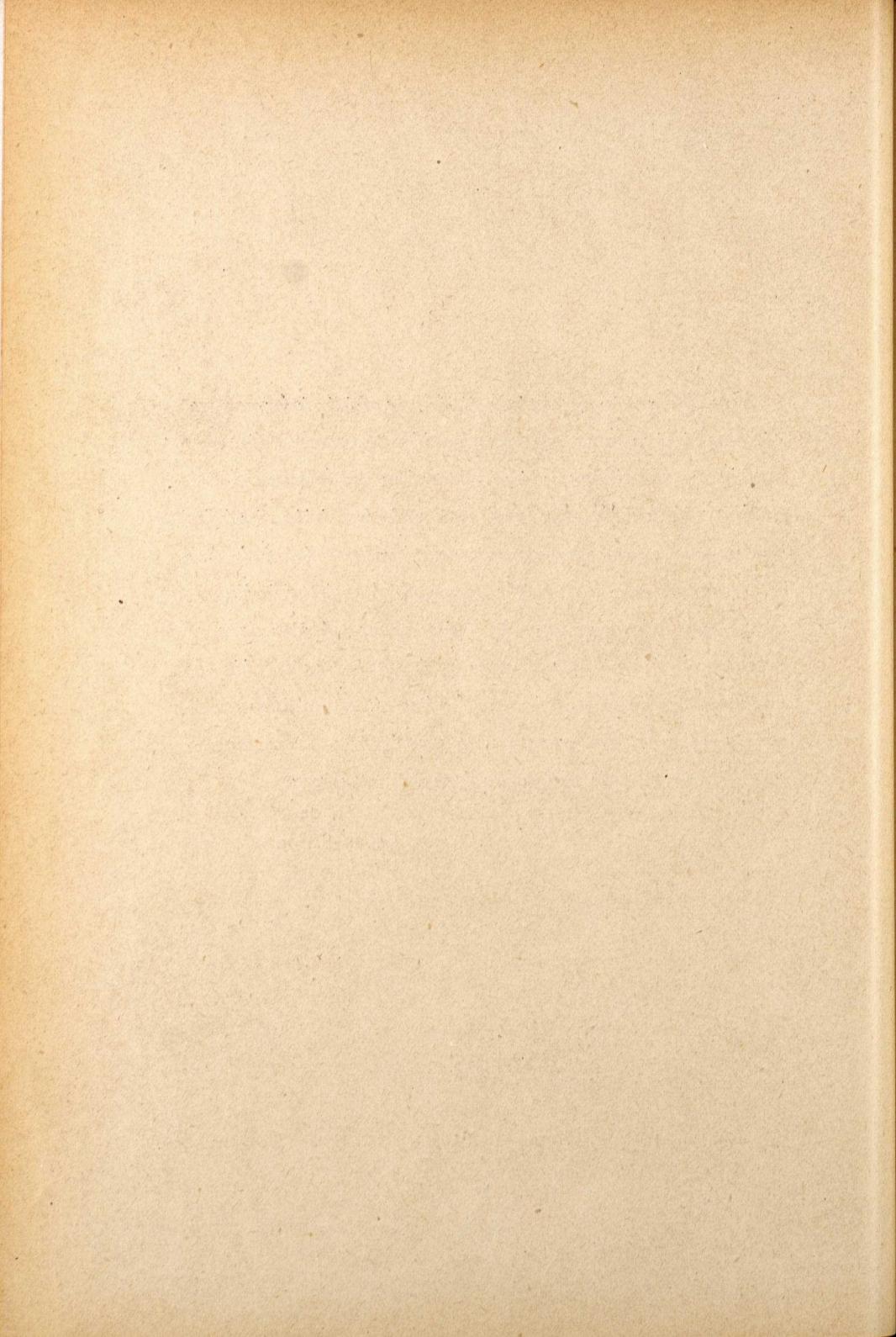
Presidente de la citada Comisión.







Esta Memoria preliminar tiene por objeto informar sucesivamente á la Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas y á la Dirección del Instituto Geográfico y Estadístico de haber realizado la misión científica que se nos confió, para observar el eclipse total de Sol de 21 de Agosto de 1914; comprende los datos indispensables del citado eclipse; trabajos preparatorios para el estudio del mismo, la expedición á Rusia, instalación de instrumentos y observación del fenómeno. El estudio y discusión de las fotografías y datos obtenidos exige mucho más tiempo y serán objeto de trabajos ulteriores.



I

El eclipse de Agosto de 1914.—Invitaciones en el Congreso de Bonn.—Trabajos preparatorios.—Nombramiento de la Comisión española.

En el Congreso celebrado en Bonn (Alemania) en los últimos días de Julio y Agosto de 1913, se trató ampliamente de la observación de eclipses totales de Sol y de los diferentes problemas que, durante los mismos, pueden abordarse, en orden á la Física celeste.

En aquella reunión, á la que tuve la honra de asistir en representación de España, por nombramiento del Ministerio de Instrucción pública y Bellas Artes, se hizo una invitación muy expresiva y apremiante á todos los señores Delegados presentes para que procurasen la concurrencia de las diferentes naciones representadas, al estudio del eclipse total de Sol de 21 de Agosto de 1914, visible como parcial en casi toda Europa y, como total, en una larga zona á través de Escandinavia, Rusia, etc.

Los Delegados rusos, Sres. Belopolsky y Donitch, y el Secretario del Comité de eclipses, señor Conde de Baume Pluvinel, me requirieron personalmente y con insistencia, para que procurase la concurrencia del Observatorio de Madrid, en representación de España, al estudio de dicho eclipse de Sol en Rusia.

Como era mi deber, contesté á dichos requerimientos ofreciendo que, en cuanto estuviese de mi parte, haría todo lo posible para que España acudiera á la observación de un fenómeno que, en las circunstancias de preparación proyectada, tendría el carácter de un concurso internacional.

Regresado á Madrid, procuré cumplir la promesa contraída, é hice durante el año 1913 distintas gestiones que tendían á procurar se consignase en el Presupuesto del Estado una cantidad prudencial, aunque modesta, para atender á los trabajos preparatorios del eclipse y al viaje é instalación de aparatos que exigía el estudio del mismo.

No he de reseñar dichos trabajos, que se malograron á causa de no haber nuevos Presupuestos del Estado, y porque, además, tuvieron principalmente un carácter de gestión particular y amistosa.

Entrado el año 1914, y aproximándose la fecha en que había de verificarse el fenómeno, reanudé los requerimientos, que tuvieron favorabilísima acogida por parte del celoso jefe del Observatorio de Madrid y de la Dirección general del Instituto Geográfico y Estadístico.

Pero no existía capítulo en el Presupuesto para atender, de manera especial y satisfactoria, á los gastos de una expedición de esta clase, y, en consecuencia, nos vimos precisados á formar un programa de observación muy modesto, utilizando, al efecto, los elementos materiales disponibles de momento en el Observatorio de Madrid, y recurrimos con dicho programa á la Junta de ampliación de estudios é investigaciones científicas, por si, dentro de sus funciones, consideraba pertinente la expedición y podía atender á los gastos de la misma.

La Junta de ampliación de estudios é investigaciones científicas, respondió benévolamente á una iniciativa que tenía, en primer término, un manifiesto carácter de investigación científica y, en segundo lugar, un aspecto internacional, relacionado con el buen nombre de España.

Creía el que suscribe, como creyeron las autoridades y la Junta para ampliación de estudios, que España, visitada recientemente por Astrónomos de las más apartadas naciones para la observación de los eclipses de 1900 y 1905, no podía ni debía desentenderse de enviar una Comisión que estudiase un fenómeno parecido, dentro de una nación europea.

El Jefe del Observatorio de Madrid, al aceptar con entusiasmo la idea de que España estuviese representada por una Comisión científica en la observación de un fenómeno de esta importancia, me hizo la honra de designarme para ir al frente de ella y, al propio tiempo, me autorizó para que designase, del personal del Observatorio, aquellos que estuviesen dispuestos á una expedición, no exenta de dificultades y molestias, aun en épocas normales. En estas condiciones, y de acuerdo con dicho jefe, previa la consulta á los interesados, fueron designados para formar parte de la Comisión, juntamente con el Astrónomo que suscribe, los Auxiliares del mismo Observatorio D. Pedro Carrasco y D. José Tinoco.

Elevada propuesta á la Junta de ampliación de estudios, ésta la acogió favorablemente y, como consecuencia de estas gestiones, se dictó la Real orden de 14 de Mayo de 1914, que dice así:

«El señor Ministro me comunica con esta fecha la Real orden siguiente: Excmo. señor: De conformidad con lo propuesto por la Junta para Ampliación de estudios é investigaciones científicas, S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido á bien disponer lo siguiente:

1.^º Se nombra una Comisión compuesta por D. Victoriano Fernández Ascarza, como Presidente, y los Sres. D. Pedro Carrasco y D. José Tinoco, como Auxiliares, con objeto de realizar el estudio en Feodosia (Crimea) del eclipse solar que tendrá lugar el día 21 de Agosto próximo é investigaciones anteriores y posteriores al mismo.

2.^º La excursión durará dos meses y se asigna á cada uno de los comisionados la subvención de 500 pesetas y 850 para gastos de viajes, además de la suma de 3.000 pesetas para todo lo referente al transporte y seguro de material de observaciones, así como para su instalación.

3.^º El tiempo señalado de duración de la excursión se contará desde la salida de Madrid de los comisionados hasta su regreso, cuyas circunstancias, así como la de haber ejecutado el servicio, se acreditará con certificación del jefe del Observatorio.

4.^º Las asignaciones concedidas se abonarán en la forma

siguiente: 1.^a, la de viajes, en totalidad, antes de partir, en atención á los gastos que implica tan largo viaje y en la imposibilidad por la misma causa de hacer oportunamente el giro de la mitad para el regreso; 2.^a, la de 500 pesetas de subvención á cada uno de los miembros de la Comisión, se abonarán también antes de emprender el viaje; y 3.^a, las 3.000 pesetas para gastos de embalaje, transporte, instalación, etc., del material, serán satisfechas á justificar, y se librará á favor de D. Victoriano Fernández Ascarza.

Lo que traslado á V. S. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde á V. S. muchos años. Madrid, 14 de Mayo de 1914. El Subsecretario, *J. Silvela.*»

Por Real orden de 27 de Junio se autorizó al Ingeniero Geógrafo D. Víctor Gosálvez para que, á sus expensas, acompañase á la Comisión, en concepto de agregado á la misma, y pudiera tomar parte en sus observaciones, y es de justicia añadir que el Sr. Gosálvez contribuyó á todos los trabajos, padeció las penalidades todas del viaje, y prestó en todo momento desinteresada y inteligente colaboración, digna de nuestro agradecimiento. Finalmente, acompañaron, además, á los Comisionados, también voluntariamente y por su cuenta, la señorita Ascarza y la señora Pizana de Carrasco.

II

El eclipse.—Datos principales del mismo.—Zona de la totalidad.—Principales poblaciones rusas situadas en la misma.—Elección de lugar.

En la Real orden nombrando la Comisión se señala ya que ha de hacer el estudio del fenómeno en Feodosia (Crimea). Creemos conveniente exponer las razones fundamentales que tuvimos para elegir esa población, y á la vez nos parece de interés resumir las condiciones y circunstancias principales del eclipse; comenzaremos por esta parte, y como consecuencia vendrá explicada la elección del lugar de observación.

Los datos principales de este eclipse, algunos de ellos publicados ya en el *Anuario del Observatorio de Madrid* para 1914 (página 93), eran los siguientes (1):

Momento de la conjunción, en ascensión recta, del Sol y la Luna, á las 11^h 55^m.

Principio del eclipse para la Tierra en general, á las 10^h 12^m en la longitud de 79° 30' W. y la latitud 53° 50' N.

Principio del eclipse central para la Tierra en general, á las 11^h 26^m, en la longitud de 120° 44' W. y la latitud 71° 21' N.

Eclipse central á mediodía, á las 11^h 55^m en la longitud 2° 0' E. y la latitud 70° 43'.

(1) Las horas, como todas las del *Anuario*, cuando no se dice lo contrario, están expresadas en tiempo medio oficial español que, como se sabe, está referido al huso geográfico de Europa occidental, ó sea al meridiano de Greenwich.

Fin del eclipse central para la Tierra en general á las $13^{\text{h}}\ 43^{\text{m}}$, en la longitud $70^{\circ}\ 36'$ E., y la latitud $23^{\circ}\ 52'$.

Fin del eclipse para la Tierra en general, á las $14^{\text{h}}\ 57^{\text{m}}$ en la longitud $47^{\circ}\ 29'$ E., y la latitud $4^{\circ}\ y\ 3'$ N.

La fase de la totalidad, que es la particularmente interesante, recorría, por tanto, una faja que comenzando á las $11^{\text{h}}\ y\ 26^{\text{m}}$ en

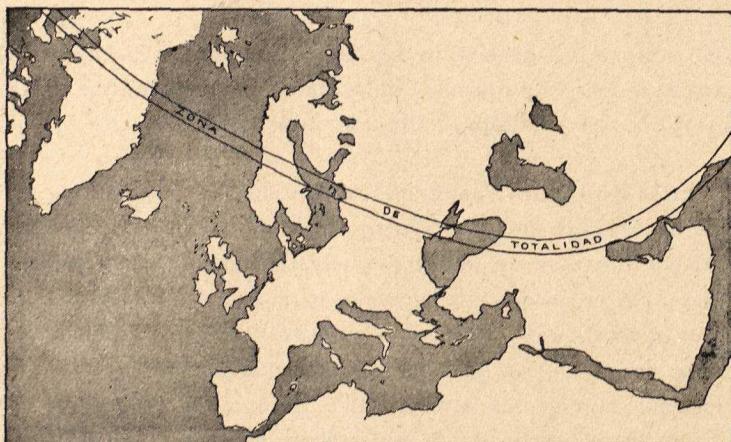


FIG. I.—Zona general de la totalidad del eclipse (las regiones sombreadas son los mares).

un punto de la Tierra situada á los $120^{\circ}\ 44'$ longitud W. y $71^{\circ}\ 21'$ latitud N., situado en las regiones polares de la América del Norte, cruzaba el mar Polar Artico, la Groenlandia, la Península escandinava, el mar Báltico, Rusia, el mar Negro, Asia Menor, etc., hasta un punto de la Tierra situado á los $70^{\circ}\ 36'$ de longitud E. y $23^{\circ}\ 52'$ de latitud N.

Ampliando estos datos generales incluidos en el *Anuario del Observatorio*, copiamos los siguientes referentes á la zona central en las horas de mayor interés para la observación, que están tomadas del *Nautical Almanac* y que expresan las coordenadas geográficas de la línea central en las distintas horas y la duración de la totalidad sobre esa misma línea central:

HORAS — Tiempo medio	LÍNEA CENTRAL: COORDENADAS		Duración sobre la línea central.
	Longitud.	Latitud N.	
11 ^h 50 ^m	5° 24,2' W	73° 9,5'	1 ^m 53,9 ^s
12 0	7° 11,5 E	68 42,8	2 2,2
12 10	15 4,0	64 22,9	2 8,1
12 20	20 41,6	60 13,6	2 11,6
12 30	25 8,2	56 12,3	2 13,5
12 35	27 5,8	54 14,3	2 13,7
12 40	28 56,8	52 17,6	2 13,4
12 50	32 27,8	48 26,1	2 11,7
13 00	35 56,9	44 35,7	2 7,8
13 10	39 40,6	40 42,4	2 2,2
13 20	44 0,6	36 41,4	1 54,2
13 30	49 41,4	32 22,4	1 43,2

La Memoria publicada por la Sociedad de Amigos de la Astronomía de Moscou, contiene los mismos datos fundamentales, aunque mucho más detallados (de minuto en minuto), y da para la fase total del eclipse una duración un poco mayor, aproximadamente unos tres segundos más; téngase esto presente para apreciar algunos datos que aparecerán más adelante.

Los primeros lugares de esta relación corresponden, unos al mar y otros á regiones de Escandinavia; la línea central entra en Rusia por Arensburg y Riga á los 58° de latitud N., próximamente, el máximo de duración del eclipse corresponde todavía á puntos más meridionales dentro de la misma nación. Esa misma línea central abandona Rusia, por Feodosia, en Crimea, á los 45° próximamente de latitud N., y más al S. la duración del eclipse sufre reducción importante. Estos datos hacen ver que dentro de Rusia han de hallarse los lugares más recomendables para la observación del fenómeno.

He aquí ahora las poblaciones rusas de más importancia comprendidas dentro de la zona de la totalidad, las cuales ofrecen medios de acceso relativamente cómodo y probabilidades de hallar recursos indispensables para la instalación. Se indican además los tiempos t_1 , t_2 , t_3 y t_4 , que corresponden á los momentos de los cuatro contactos del fenómeno, expresados en tiempo lo-

cal, y además la duración de la totalidad en las mismas poblaciones, según los datos de la Memoria antes citada:

POBLACIONES	HORAS LOCALES DE LOS CONTACTOS				Duración de la totalidad.
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	
Abo.....	12 39 37	13 49 30	13 49 52	14 57 6	0 22
Arensburg.....	12 43 12	13 53 4	13 55 11	15 2 2	2 7
Mitau.....	12 51 26	14 1 54	14 3 33	15 10 43	1 39
Riga.....	12 53 5	14 3 6	14 5 19	15 12 2	2 13
Wilna.....	13 1 56	14 13 26	14 13 39	15 21 32	0 13
Jakobstadt.....	13 2 22	14 12 15	14 14 15	15 20 46	1 50
Minsk.....	13 14 31	14 24 45	14 27 1	15 33 25	2 16
Bobruisk.....	13 24 4	14 34 24	14 36 8	15 42 19	1 44
Kiew.....	13 34 52	14 45 14	14 47 28	15 53 18	2 14
Elisawetgrad.....	13 47 16	14 57 27	14 59 40	15 5 3	2 13
Krementschug.....	13 51 55	15 2 37	15 3 0	16 8 54	0 23
Genitschesk.....	14 4 13	15 13 58	15 16 19	16 20 44	2 11
Feodosia.....	14 9 11	15 18 52	15 21 2	16 25 24	2 10
Kertsch.....	14 14 12	15 23 56	15 25 11	16 29 38	1 15

Llaman la atención en esta lista, por la duración del eclipse, siete poblaciones de más ó menos importancia, situadas casi en la línea central, que son las siguientes, con sus coordenadas geográficas:

POBLACIONES	Latitud N.	Longitud E. de Greenwich.	Duración.
Arensboug.....	58° 15' 17"	22° 29' 17"	2 ^m 7 ^s
Riga.....	56 56 17	24 8 26	2 13
Minsk.....	53 54 13	27 33 32	2 16
Kiew.....	50 27 12	30 29 45	2 14
Elisawetgrad.....	48 31 14	32 17 25	2 13
Genitschesk.....	46 10 19	36 45 42	2 11
Feodosia.....	45 3 20	35 23 13	2 10

En principio, y atendiendo exclusivamente á la duración, las poblaciones más recomendables eran Riga, Minsk, Kiew y Elisawetgrad; pero, además, en los eclipses es menester contar con un factor mudable, que es la limpieza probable del cielo, la mayor ó menor nubosidad en la época del año en que ocurre el eclipse; para conocer este factor importantísimo nos dirigimos al Sr. Donitch, el cual nos suministró, entre otros datos muy va-

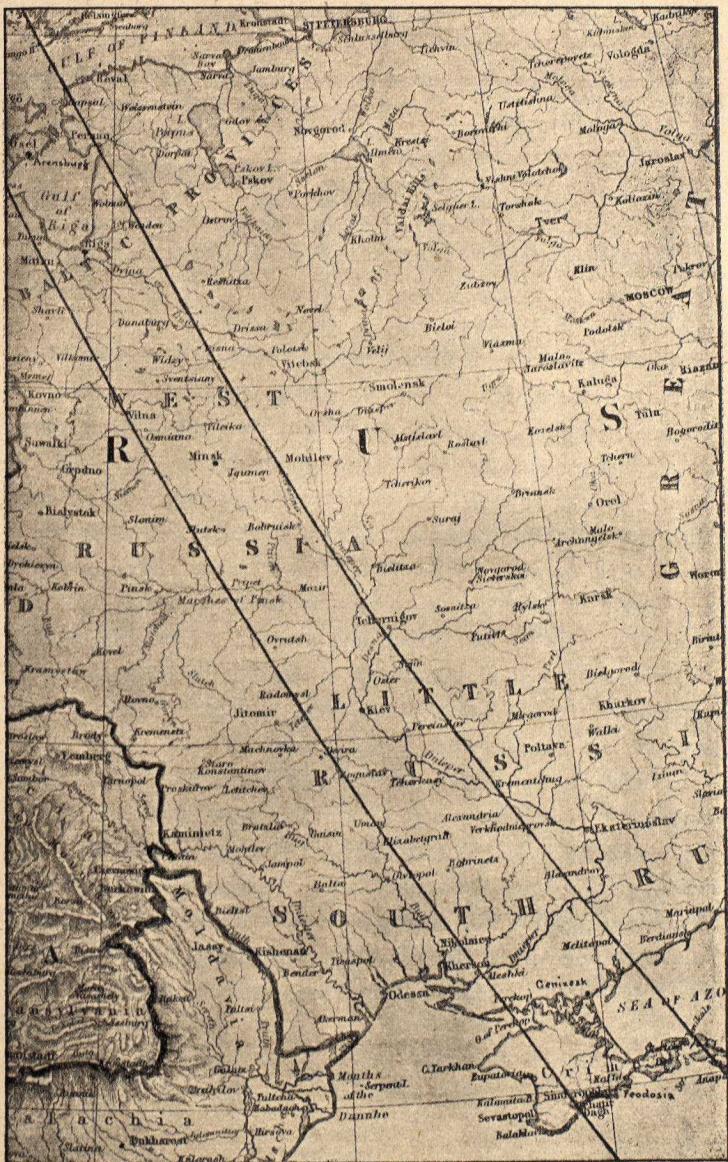


FIG. 2.— Mapa de Rusia, con la zona de totalidad del eclipse, para ver la situación de las distintas poblaciones citadas en el texto.

liosos, los que siguen respecto á la nubosidad probable del cielo en el mes de Agosto:

POBLACIONES	Nebulosidad media en el mes de Agosto.	Número de años de observación.
Riga.....	58 por 100	21
Wilna.....	56 —	21
Kiew.....	47 —	21
Elisawetgrad.....	43 —	17
Kherson	34 —	9
Genitschesk.....	33 —	6
Feodosia.....	24 —	7
Kertsch.....	28 —	17

Estos números son de una elocuencia decisiva; la nubosidad va decreciendo rápidamente de N. á S., y aunque faltan datos de algunas poblaciones (muy recomendables en otro aspecto, como Minsk), por su situación septentrional puede inferirse para ellas una nubosidad probable bastante fuerte. A la vista de estos números, la opinión del Sr. Donitch era francamente favorable á la región meridional y muy especialmente á Crimea, que durante el mes de Agosto ofrece una nubosidad probable mínima en toda la zona. En consecuencia, se eligió definitivamente como lugar de observación Feodosia, á los $45^{\circ} 3' 20''$ de latitud N., y $35^{\circ} 23' 13''$ de longitud E. de Greenwich.

El lugar mencionado ofrecía además estas dos ventajas importantes: 1.^a, facilidad de acceso por mar para llevar los instrumentos, cumplir las formalidades de Aduanas y hacer la instalación, puesto que el transporte por tierra quedaba reducido al mínimo posible; 2.^a, disponer de hora oficial, pues se había anunciado que el día del eclipse se daría á las Comisiones extranjeras hora de Poulkowa, por la telegrafía sin hilos.

III

Trabajos preparatorios en Madrid.—Luminosidad de las distintas partes del eclipse.—Adaptación de aparatos. El celostato.—Los espectrógrafos y sus condiciones ópticas.—Otros instrumentos.—Elección de placas.

Desde los primeros días del año 1914, con la esperanza, muy fundada, de una resolución favorable al envío de la Comisión, comenzamos á estudiar los elementos utilizables que existían en el Observatorio, y á preparar un programa de trabajos é investigaciones.

Entre esos elementos disponíamos de varios espectrógrafos y espectroscopios que, si bien eran inaplicables directamente á la observación que proyectábamos, nos permitían adaptaciones no muy complicadas para acometer el estudio espectroscópico de las distintas fases del fenómeno.

En consecuencia decidimos, de acuerdo con la Dirección del Observatorio, hacer nuestro plan de trabajo sobre la base de acometer lo más ampliamente posible el estudio espectrográfico del eclipse. Este estudio comprende, realmente, tres fases, á saber: espectro de la capa inversora (*flash spectrum*), espectro de la cromosfera y espectro de la corona solar.

El registro de estos espectros había de hacerse fotográficamente, y esto nos planteaba tres problemas distintos, á saber:

a) Adaptación de los elementos materiales disponibles en el Observatorio á la observación espectrofotográfica de un eclipse total.

b) Estudio de la luminosidad de las distintas fases que habíamos de fotografiar para procurar condiciones ópticas adecua-

das que aseguraran, en cuanto fuese posible, la obtención de impresiones luminosas suficientes.

c) Elección de placas y ensayo de las mismas, procurando con ellas avanzar en la investigación todo lo posible hacia la región roja.

Para realizar este plan, necesitábamos en primer término un aparato en montura ecuatorial que moviese dos ó más espectrógrafos, ó un aparato con espejos y movimiento de relojería que enviase la imagen del Sol sobre dichos espectrógrafos, teniéndola fija durante el eclipse. Un celostato de Grubb, aplicado ya en los eclipses anteriores, y que existe en el Observatorio, nos resolvió en principio esta parte de las dificultades.

Pero el celostato tenía un solo espejo, y, por consecuencia, suministraba luz á un espectrógrafo único, lo cual no bastaba á nuestros propósitos; necesitábamos luz para dos ó más espectrógrafos, y después de algunos ensayos, se decidió alargar el eje de dicho aparato y colocarle en el mismo eje un segundo espejo.

La operación se hizo en los talleres del Observatorio por el hábil instrumentista Sr. Cobos.

No era posible aplicarle más espejos, y así resolvimos usar dos espectrógrafos: uno para la capa inversora y la cromosfera, y otro para la corona. Elementos hay en el Observatorio para haber combinado otros que aseguraran nuevos datos de estudio, pero el celostato con dos espejos no permitía ponerlos en función adecuadamente.

El registro fotográfico de la capa inversora y de la cromosfera no ofrece dificultad por lo que se refiere á la luminosidad del fenómeno; ambas ofrecen suficiente luz para obtener impresiones fotográficas con exposiciones reducidas, y dentro de la duración del eclipse total, cabían numerosas combinaciones de tiempos para asegurar el resultado satisfactorio.

Por otra parte, en estos fenómenos tiene un gran interés el registro de la forma y extensión de los distintos elementos, y ello recomienda el empleo de espectrógrafos sin rendija; la imagen, casi lineal, á que queda reducido el Sol durante la totalidad, sus-

tituye á la rendija del aparato y da elementos de estudio que con rendija no podrían obtenerse.

Por esto decidimos en el primer momento acometer el registro espectrográfico de la capa inversora y de la cromosfera con aparato sin rendija, dedicando á ello un resalto plano de excelentes cualidades que forma parte del espeístrógrafo Litrow, existente en el Observatorio.

La fotografía del espectro de la corona ofrece ya mayores dificultades por la escasa luminosidad de esta parte del Sol.

Además de esto, ha de tenerse presente que las fotografías que se obtienen sin rendija, tratándose de un fenómeno como el de la corona solar, de bastante extensión, han tenido siempre y tienen ahora el inconveniente de la indefinición en las medidas de longitud de onda de los elementos coronales. Por esta razón, en los últimos eclipses se ha luchado para obtener fotografías del espectro de la corona mediante aparatos de rendija, y en estos intentos se ha fracasado muchas veces, precisamente por la escasa luminosidad de la corona.

Siendo el fenómeno de un brillo reducidísimo, y habiendo además de espaciar la luz de una ventana estrechísima en una cinta larga, condición indispensable para obtener buenas definiciones de las líneas, se ha llegado muchas veces á carecer de impresiones sobre la placa. Para ilustrar estas consideraciones, ha de permitírsenos citar algunos datos.

El Sr. Fabry hizo un estudio minucioso durante el largo eclipse de 1905, del brillo é intensidad luminosa de la corona solar, llegando á estos números verdaderamente interesantes: á cinco minutos de arco del borde del Sol, y en dirección al Ecuador, la intensidad de la corona equivale á 720 bujías por metro cuadrado; el brillo intrínseco medio de la Luna llena, medida en iguales condiciones atmosféricas, llega, en cambio, á 2.600 bujías por metro cuadrado; es decir, que la intensidad luminosa de la corona solar, muy cerca del borde del Sol, es próximamente la cuarta parte de lo que corresponde á la Luna llena.

Estos números coinciden con otros que años antes había obte-

nido el Sr. Turner por los procedimientos menos delicados, que era posible emplear en el año de 1893.

Añadamos ahora, aunque estos datos no tienen relación con el eclipse, que la intensidad luminosa de la luz difusa en condiciones normales y en las proximidades del Sol es aproximadamente unas 2.000 veces más intensa que la que corresponde á la Luna llena.

Estos datos explican perfectamente los repetidos fracasos cuando se ha pretendido obtener fotografías coronales, mediante espectrógrafos de rendija. No obstante, en el eclipse de 1905 se insistió mucho sobre este punto, y se ha insistido en el año de 1908.

Entre los ensayos que pudiéramos llamar victoriosos, habremos de citar los del Sr. Milochau, que observó en 1905, á las órdenes del ilustre Sr. Janssen. Emplearon dos espectrógrafos de prisma, uno de Flint y otro con todos los elementos ópticos de cuarzo. El primero, con un sólo prisma, se proponía registrar las regiones del espectro visible, y el segundo, con dos prismas de cuarzo, la región del ultravioleta.

Con ambos consiguió impresión lumínosa suficiente, pero han de recordarse estas palabras de la Memoria escrita por el señor Milochau: la rendija tiene una abertura de milímetro y medio «y no sirve más que para limitar las imágenes monocromáticas dadas en cada radiación, por el creciente lunar primero y después por la corona».

De las fotografías obtenidas, la más interesante era la segunda, con exposición desde el segundo 40 al 150, y la describe en la siguiente forma: «El espectro de la corona se compone de la raya verde 530, única raya coronal en esta región visible, y de un espectro continuo que ha impresionado fuertemente la placa.»

Debe notarse que realmente estos espectrógrafos, aunque dotados de rendija, tienen en ésta una abertura tan considerable que no puede aspirarse con ellos á obtener una definición que permitiese medidas de longitud de onda precisas.

En el mismo eclipse de 1905, la Comisión que presidió el señor Bigourdan empleó dos espectrógrafos de rendija con dos prismas, pero no hemos visto publicados sus resultados.

El Sr. Salet, que también abordó este problema en 1905 y obtuvo impresión fotográfica, al describir las placas hace constar que en el espectro ultravioleta aparecen 22 rayas brillantes, pero «todas estas rayas—escribe—deben provenir, como para la parte visual, de la cromosfera superior».

En el eclipse de 3 de Enero de 1908, la Comisión americana que dirigió el Sr. Campbell, y que se instaló en las islas Flint (Océano Pacífico), llevó tres espectrógrafos de rendija para el estudio de la corona: uno, de tres prismas, con el fin de obtener fotografías de la región que contiene la raya coronal 530,3, con el cual «no obtuvo ni rastro de impresión fotográfica»; otros dos, de un solo prisma cada uno, con los cuales obtuvo impresión suficiente, pero la mayor parte de las líneas brillantes «parecen—dice—haberse perdido en el fuerte espectro continuo de la corona». Ha de advertirse que la duración de este eclipse fué 3^m 52^s.

A pesar de estas dificultades, la obtención de espectros con rendija tiene tan gran interés que está incluida en los programas de los eclipses cada vez con más empeño, y cada intento, si no consigue el triunfo, añade nuevos datos para acercarse á él. Por estas consideraciones, y teniendo en cuenta todos los datos anteriores, nosotros combinamos un espectrógrafo de prisma rendija con las características que se detallan más adelante.

Por consecuencia del plan formado y de las consideraciones que acaban de expresarse, los aparatos principales que constituyán el material científico de la Comisión eran los siguientes:

1.^º Un celostato, construido por Grubb, con dos espejos planos de 20 cm. de diámetro cada uno.

2.^º Un espectrógrafo, formado por un sistema resalto objetivo, destinado especialmente á obtener fotografías del *flash*, de la cromosfera y de la parte inferior de la corona.

3.^º Un espectrógrafo de prisma y rendija, con el propó-

sito de intentar la fotografía del espectro de la corona solar.

4.^º Un pequeño anteojos, el cual, provisto de una rendija, sirvió de colimador para los ensayos del espectrógrafo resalto-objetivo, y con un ocular se empleó durante la totalidad del eclipse para obtener por proyección una imagen del fenómeno.

5.^º Dos cronómetros sistema de Ditisheim, números 24.590 y 24.595, y distintos aparatos complementarios para la instalación, niveles, termómetros, substancias para plateado de espejos, si fuera necesario, reveladores, placas, etc.

El celostato construido por Grubb, y provisto de un segundo espejo, como ya se ha dicho, funcionó perfectamente en todos los ensayos hechos en Madrid antes de partir la Comisión, y así mismo durante la observación del eclipse.

El espectrógrafo de resalto objetivo constaba fundamentalmente de los siguientes elementos:

a) Un resalto plano de 7,5 por 5 cm. de superficie rayada, de 590 líneas por milímetro, perteneciente al espectrógrafo de Li-

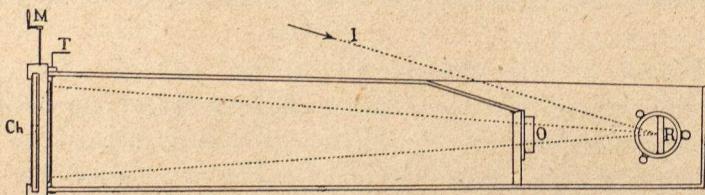


FIG. 3.—Esquema del espectrógrafo de resalto-objetivo: I, haz de rayos solares enviado por el espejo inferior del celostato; R, resalto; O, objetivo fotográfico; Ch, châssis portaplaques; M, manivela para mover el châssis; T, palanca para accionar el obturador.

trow que existe en el Observatorio de Madrid, construido por Hilger, de Londres.

b) Un objetivo del mismo constructor, de 80 mm. de abertura por 120 cm. de distancia focal.

c) Châssis adaptados para la observación, de una magnitud de 24 por 30 cm. para placas de estas mismas dimensiones.

El espectro producido por este aparato mide una longitud de 185 mm. entre las rayas C y K del espectro.

Todos los elementos ópticos mencionados se relacionaban entre sí mediante una caja de madera construída en el mismo Observatorio y provista de unas cuñas para darla la inclinación conveniente. Entre el resalto y el objetivo existía una distancia de 30 cm. Sobre la culata se fijó una armadura para llevar los châssis, y estos se movían de arriba abajo mediante un piñón y una cremallera, de suerte que en cada placa se podían hacer impresiones sucesivas. Delante de la placa se colocó un obturador consistente en una lámina metálica, pintada de negro mate, que se levantaba para descubrir la placa y se bajaba para taparla mediante una palanca exterior, con gran seguridad.

El aparato fué ensayado repetidamente en el Observatorio, usando para ello un colimador auxiliar convenientemente enfocado al infinito, á fin de determinar con toda precisión el foco fotográfico del aparato, y medir la sensibilidad de las placas.

En estos ensayos fué menester cambiar varias veces la inclinación del châssis hasta obtener una definición que, preferentemente, y dado el propósito de la investigación, se acentuase en las regiones del rojo y verde.

El espectrógrafo de prisma y rendija se componía de los siguientes elementos:

a) Un objetivo Zeiss, marca Tessar, núm. 219.741, de 84 milímetros de abertura y 30 cm. de distancia focal, destinado á proyectar la imagen del Sol sobre la rendija del aparato.

b) Una rendija de 9 mm. de longitud, perteneciente á un espectrógrafo de Pellin, que existía en el Observatorio y que se abría y cerraba mediante un tornillo.

c) Un objetivo de 40 mm. de abertura y 16 cm. de distancia focal, que fué empleado como colimador.

d) Un prisma de Flint de 60° de ángulo y de un índice de refracción de 1,634 para la raya F del espectro.

e) Un objetivo fotográfico de 60 mm. de abertura y 60 centímetros de distancia focal, que producía el espectro sobre la placa.

Este aparato fué objeto de reiterados ensayos. Primeramente

se ensayó con dos prismas, pero los espectros, muy bellos por cierto, producidos por la luz del Sol, no pudimos obtenerlos con la luz de la Luna, sino prolongando la exposición de una manera extraordinaria, que excedía los límites de duración del eclipse.

Estos ensayos nos convencieron de que la intensidad luminosa de la corona solar sería insuficiente de todo punto para producir

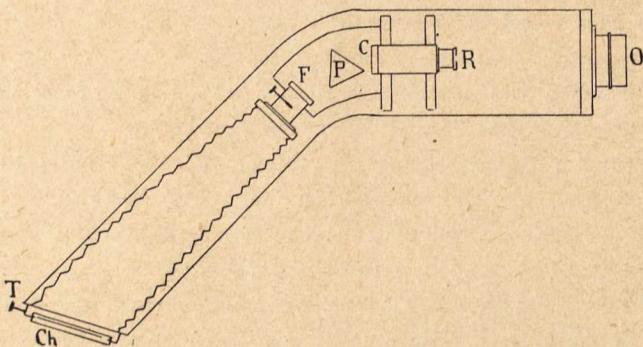


FIG. 4.—Esquema del espectrógrafo de prima y rendija: O, objetivo Zeiss, que proyecta la imagen del Sol sobre la rendija R; C, lente colimadora; P, prisma; F, objetivo fotográfico; Ch, chasis; T, piñón para mover el chasis.

impresiones sobre la placa. Por esta razón redujimos los elementos de aparato á un solo prisma, y en estas condiciones obteníamos impresiones luminosas con la Luna llena en poco más de un minuto de exposición.

El anteojo colimador á qué antes hemos hecho referencia pertenece á un espectrógrafo de Pellin que existe hace años en el Observatorio.

Los cronómetros fueron facilitados generosamente por el señor Director del Instituto Geográfico y Estadístico de los que dicho Establecimiento emplea para sus trabajos, y hemos de hacer constar que han funcionado con una regularidad extrema.

Finalmente, otro de los asuntos que nos preocupó bastante tiempo, durante la preparación de los trabajos, fué el de la elección de placas fotográficas más adecuadas para la investigación que nos proponíamos.

Debe recordarse á este propósito, como ya se ha indicado anteriormente, que aspirábamos á registrar con el mayor cuidado posible la parte del espectro menos refrangible, es decir, hasta las regiones del rojo y el verde, ambos inclusive.

Para este propósito hubimos de recurrir á placas isocromáticas ó pancromáticas y que además tuviesen el máximo de sensibilidad posible, toda vez que el fenómeno que pretendíamos registrar, especialmente en lo que se refiere al espectro de la corona, se caracteriza por una luminosidad sumamente pequeña.

Después de numerosos ensayos sobre las distintas clases de placas, que no hemos de citar, optamos por las placas pancromáticas Wratten é Ilford. Durante los ensayos hechos con ellas nos dieron resultados muy satisfactorios y revelaron una sensibilidad extraordinaria para la radiación antes mencionada.

Tales fueron el plan, los aparatos y los preparativos más importantes de la Comisión antes de su partida.

IV

El viaje.—Plan del mismo.—La declaración de guerra. Dificultades.—Llegada á Feodosia.—El regreso.

El viaje á Feodosia podía hacerse por tierra y por mar; la primera vía ofrecía ventajas de la rapidez, y en cierto aspecto la economía; la vía marítima aseguraba, en cambio, la conducción de los instrumentos bajo la vigilancia inmediata de la misma Comisión.

Esta circunstancia, tratándose de un eclipse, era de importancia decisiva; ante todo era menester asegurar la llegada de los aparatos, saber en cada momento dónde estaban, porque su extravío ó un retraso podían tener consecuencias irreparables, y á esa conveniencia se sacrificaron todas las demás ventajas personales.

En consecuencia, se decidió el viaje de ida por la vía marítima de Marsella, Constantinopla, Sebastopol á Feodosia, y el regreso por ferrocarril en la forma que la Comisión tuviese por conveniente, dentro del plazo de dos meses.

Antes de partir la Comisión se puso en relación directa con la Embajada imperial de Rusia en Madrid, la cual dió toda clase de referencias y facilidades; telegrafió á su Gobierno el viaje de los comisionados españoles; obtuvo autorización para la entrada de los instrumentos en franquicia, por la Aduana de Sebastopol, y entregó al Presidente de la Comisión una carta de recomendación expresiva para todas las autoridades provinciales, locales y de las Aduanas rusas, explicándoles el objeto del viaje y rogando nos prestaran todo su apoyo. Esta carta, en varios momentos difíciles del viaje, fué de una gran eficacia.

El viaje fué proyectado en detalle, como sigue:

Día 28 de Junio.—Envío de los instrumentos á Marsella, á la consignación de la Compañía *Messageries Maritimes*, y á la disposición del Sr. Ascarza; en el barco *Equator* de dicha Compañía se habían tomado ya los pasajes para los comisionados; el 10 de Julio se tuvo noticia de que los instrumentos estaban en Marsella.

Día 18 de Julio.—Salida de Madrid de la Comisión para llegar á Marsella el 20, recoger los instrumentos y embarcar con ellos el día 25 del mismo mes.

Día 29 de Julio.—Llegada á Constantinopla, desembarco, transbordo de los instrumentos al barco de la Compañía rusa de Navegación y Comercio, que hace servicio semanal á Sebastopol, y que debía salir el día 3 de Agosto.

Día 5 de Agosto.—Llegada á Sebastopol, cumplimiento de las formalidades de Aduanas y traslado á Feodosia, que está á catorce horas de Sebastopol, con barco diario de la misma Compañía. El día 7 de Agosto, lo más tarde, debían hallarse los comisionados en Feodosia para elegir lugar de instalación y proceder á la misma y á todos los trabajos preparatorios de la observación.

Este plan fué aprobado por la superioridad, y ejecutado rigurosamente hasta llegar á Constantinopla.

Todo estaba listo desde el 30 de Julio para embarcar el 3 de Agosto con rumbo á Sebastopol. El servicio marítimo funcionaba normalmente; teníamos encargado el pasaje, y estaban cumplidas todas las formalidades de la Aduana en Constantinopla para pasar nuestros instrumentos al barco ruso.

En estas circunstancias sobrevino la guerra europea.

- La noticia de la ruptura de hostilidades entre Alemania y Rusia llegó á Constantinopla el día 2 de Agosto, y en el mismo momento el Gobierno ruso disponía que los barcos que hacían el servicio de Constantinopla á Sebastopol retrocediesen inmediatamente á Odessa, y que Sebastopol, como plaza fuerte, quedaría cerrada á la navegación.

Aquella misma tarde del día 2 de Agosto, el barco ruso retrocedió á Odessa; el servicio de Sebastopol quedó cortado definitivamente, y las comunicaciones con Rusia se suspendían igualmente, al parecer, de un modo definitivo, aunque pasado el pánico de los primeros momentos, volvieron afortunadamente á restablecerse.

Ante la declaración de guerra y ante los peligros que ésta pudiera ofrecer dentro de uno de los países beligerantes, se presentaban á la Comisión dos caminos: uno de ellos era suspender el viaje, según consejo de algunas personas prudentes, y otro, tomar inmediatamente el barco é ir á Odessa, procurando desde ésta población seguir el rumbo proyectado hasta Feodosia, ó si esto no era posible, por la suspensión de las comunicaciones marítimas (según se decía en aquellos momentos), procurar llegar á Kiew por tren, para hacer en esta población las observaciones del eclipse.

La Comisión no tuvo la menor vacilación, y de estos dos caminos eligió por unanimidad y sin discusión siquiera el segundo, es decir, el de llegar á Rusia á todo trance, é intentar por todos los medios ir después á Feodosia, ó á cualquiera otra población, donde el eclipse pudiera observarse en buenas condiciones.

Con este plan embarcamos en la tarde del 2 de Agosto en el buque *Emperador Nicolás*; y embarcamos después de grandes dificultades, pues el buque tenía orden de partir sin tomar pasajeros, y solamente después de presentar la carta de recomendación de la Embajada rusa de Madrid se nos admitió á bordo, considerándonos, en cierto modo, como súbditos rusos.

La salida de Constantinopla fué en extremo emocionante. En toda la ciudad, y especialmente en los barrios turcos y en los muelles, reinaba una agitación popular creciente. El comienzo de la guerra, temido y esperado, había producido una verdadera exaltación entre los turcos; se hablaba de movilización inmediata, se daba por seguro que Turquía tendría que intervenir en seguida en favor de Alemania; y allá donde se encontraban dos

turcos discutían á gritos con una vehemencia que parecía se iban á venir á las manos.

Sobre la base de una intervención casi fulminante de Turquía en la guerra, se deducía que el Bósforo quedaría cerrado á los barcos rusos desde luego y, por consiguiente, la vuelta desde Rusia á Occidente imposibilitada por mucho tiempo.

El odio entre turcos y rusos adquirió manifestaciones ruidosas y exaltadas al partir nuestro barco: de la tripulación rusa á las gentes del muelle y de éstas á la tripulación se cruzaron improperiros de todo género; unos á otros se insultaban con la palabra, con silbidos, con gritos, con gestos, con todo el cuerpo... Un desolador ambiente de guerra lo envolvía todo.

A toda máquina cruzamos el Bósforo y el Mar Negro, y en la noche del 3 al 4 de Agosto llegamos á la vista de Odessa; los barcos de guerra rusos, destacados estratégicamente en la costa, nos iluminaron varias veces con sus poderosos reflectores. No pudimos desembarcar hasta las diez de la mañana del día 4, y en el puerto de Odessa vimos varios barcos alemanes hechos prisioneros.

Llegamos á Odessa en plena movilización militar. Nos pusimos al habla inmediatamente con el cónsul español, D. José María Sempere, y con el director del Observatorio de la Universidad de Odessa, profesor Orloff; después fuimos presentados al súbdito español D. Jaime Sanz, que residía en Odessa hace muchos años y habla el ruso; y los tres, con una amabilidad que nunca agradeceremos bastante, nos atendieron y nos prestaron excelentes servicios.

En Odessa reinaba una tranquilidad externa absoluta; las noticias de la guerra escaseaban; no llegaban cartas ni periódicos extranjeros, y nuestra incomunicación con España fué absoluta. Pero por encima de esa tranquilidad externa reinaba una alarma espiritual muy explicable: la movilización dejaba los hogares vacíos; la frontera austriaca no estaba lejos de Odessa, y todo ello era suficiente para la zozobra. Pruébalo este hecho, presenciado por nosotros: una noche, Júpiter brillaba sobre el horizonte con

gran intensidad; ligeros celajes, invisibles por la noche, hacían variar el brillo del astro, y en aquel fenómeno tan natural y sencillo vió una gran parte del pueblo de Odessa un dirigible alemán; la luz era un poderoso foco de la aeronave, las variaciones de la luz eran señales convenidas, etc.

En Odessa nos convencimos pronto de que era imposible ir á Kiew por tren; las vías férreas en aquellos momentos estaban todas ocupadas en el transporte de soldados, de pertrechos, de provisiones, etc., etc. Era menester embarcar de nuevo y llegar á Feodosia, aunque otra vez se nos aconsejó que renunciásemos al viaje y regresáramos á España, pues aún podían cruzarse el Bósforo y los Dardanelos, único camino para regresar, y se temía que quedaran cerrados de un momento á otro, como ocurrió después; de nuevo rechazamos esas indicaciones.

La guerra nos causó una infinidad de dificultades en relación con nuestros instrumentos de observación; dificultades que fueron salvadas gracias á las autoridades rusas, al Director del Observatorio de Odessa, señor Orloff; al cónsul de España, Sr. Sempere, y al súbdito español D. Jaime Sanz, quienes nos ayudaron eficazmente.

Vencidas las dificultades y vista la casi imposibilidad de llegar por tierra á Kiew, decidimos ir á Feodosia y logramos tomar pasaje en el barco ruso *Olga*, que hacía el servicio en la línea interior del Mar Negro, llegando á dicha población en la madrugada del día 17 de Agosto. Habíamos perdido diez días, que procuramos ganar después, y procedimos á la instalación en la forma que se expone más adelante.

Debe advertirse que desde Odessa habíamos escrito al vicecónsul de España en Feodosia, Sr. Bertren, notificándole nuestra llegada, encargándole que previniese de ello á las autoridades para la elección de lugar donde instalar nuestros aparatos y previniéndole que nos buscara habitaciones en un buen hotel. Gracias á estas precauciones, el mismo día de nuestra llegada pudimos comenzar la instalación. El Sr. Bertren nos tenía encargadas habitaciones en el Hotel Central, y había prevenido al señor

Sarandinaki, Director del Instituto Meteorológico del Mar Negro, y al Sr. Kolly, Director del Museo de Feodosia; ambos son personas influyentes, hablan correctamente al francés y nos ayudaron eficacísimamente á vencer todas las dificultades, que no fueron pocas.

La instalación de nuestros aparatos quedó hecha rápidamente, según se indica en el capítulo siguiente, y el eclipse observado con felicidad.

El día 21 de Agosto, apenas terminó la observación del eclipse, comenzamos á recoger los instrumentos, y trabajando aquella misma tarde y durante la mañana siguiente hasta el mediodía, pudimos dejarlos recogidos y embalados. Procedimos con esta diligencia porque el mismo día del eclipse nos telegrafiaba el señor Sempere desde Odessa que el martes siguiente, día 25 de Agosto, debía salir de dicha población un barco italiano de comercio que admitía pasajeros. Seguía entonces el temor de que las comunicaciones por mar, únicas que existían, quedasen cortadas de un momento á otro (como ha ocurrido después), y era para nosotros de gran interés y de elemental prudencia aprovechar dicho barco. Además de esto, todos sentíamos el natural y vehemente deseo de vernos en España, con tanto más motivo cuanto que en Feodosia circularon rumores de que en nuestra Patria habían ocurrido sucesos desagradables que hacían entrar á España en la conflagración universal.

El sábado 22 de Agosto recibimos por la tarde la visita del Sr. Sarandinaki, con encargo expreso de S. A. el Príncipe de Galitzine de reiterar la invitación, que ya nos había hecho personalmente, á una excursión que debía verificarse al día siguiente á sus grandes posesiones y palacio próximo á Soudak. En los términos más afectuosos y expresivos agradecimos tan honrosa invitación, que nos era imposible aceptar, y el domingo 23 de Agosto embarcamos para Odessa, después de haber hecho varias obligadas visitas de agradecimiento y de despedida.

El día 25 de Agosto llegábamos á Odessa, á las once de la mañana, y el mismo día, á las cuatro de la tarde, partímos para

Italia á bordo del vapor *Giava*. En este barco, padeciendo toda suerte de incomodidades, hemos permanecido hasta el día 5 de Septiembre; en ese día llegamos á Siracusa, y nos apresuramos, casi todos los pasajeros, á abandonar el barco y bajar á tierra. Habíamos estado parados en Constantinopla; habíamos sido retenidos en los Dardanelos, mientras funcionaban las baterías de las costas disparando formidables cañonazos; habíamos atravesado por entre minas submarinas con infinitas precauciones y con alarmas proporcionadas; nos había detenido la escuadra inglesa en el mar Egeo; nos llevaron aburridamente á Dedeagatch, á Kaballa, á Salónica, etc., etc., y para fin dè este viaje marítimo hubimos de estar en Sicilia cinco días sometidos á inspección sanitaria, porque Salónica estaba infestada de peste bubónica.

No hemos de entrar en más detalles sobre otras dificultades y molestias padecidas; sobre el encarecimiento de los pasajes y de los seguros marítimos con ocasión ó pretexto de la guerra; sobre las pérdidas en los cambios de moneda; sobre las dificultades de cobrar cheques, que en algunos momentos nos colocó en situación verdaderamente apurada, etc.

Todo ello y otras cosas más lo dimos por bien empleado al llegar al puerto de Barcelona el día 18 de Septiembre, después de haber observado el eclipse y de haber realizado nuestra misión á través de peligros y obstáculos que no podíamos prever al salir de Madrid.

V

La instalación de los aparatos.—Las variaciones meteorológicas—Plan de trabajo.—La observación del eclipse.

Como ya hemos indicado, llegamos á Feodosia en la madrugada del 17, después de haber prevenido á nuestro vicecónsul en la forma expuesta.

Para la instalación se nos ofreció un gran campo rectangular, cercado completamente de muro, con dos grandes pabellones, en los lados Oeste y Norte, destinados á almacenes de trigo; almacenes que á la sazón estaban casi completamente vacíos.

Toda esta propiedad tiene un conserje que la guarda á toda hora. Podíamos disponer del campo para colocar los instrumentos y de uno de los pabellones para laboratorio. En el mismo lugar estaban instaladas ya las Comisiones francesas, dirigidas por el señor Conde de la Baume-Pluvinel, de París, y por el Sr. Chretien, de Niza, que habían llegado antes de la declaración de guerra. Hagamos constar, para rendir cuanto antes testimonio de justicia y de gratitud, que todos ellos, y muy especialmente el señor Conde de la Baume-Pluvinel, nos ofrecieron cooperación y pusieron á nuestro servicio algunos de sus ya avanzados preparativos y nos dieron la hora local, pues el servicio telegráfico de Poulkowa, que se nos había anunciado y ofrecido, no pudo funcionar por la guerra.

En las instalaciones francesas había, como agregado, un estudiante ruso, el Sr. Salomón, que hablaba perfectamente el francés y que nos prestó igualmente excelentes servicios.

Aceptamos inmediatamente y con gratitud el lugar que nos ofrecía el Sr. Sarandinaky, á nombre del dueño D. Isaac Hadji,

encargamos que se le diesen á éste gracias por su generosidad, y comenzamos en seguida y ardorosamente los trabajos de instalación.

Afortunadamente todos nuestros instrumentos llegaron admirablemente bien, sin el menor accidente ó desperfecto; todos habían sido previamente ensayados en Madrid, y utilizando obreiros que se nos ofrecieron pudimos hacer la instalación con la mayor rapidez.

Para ganar el tiempo perdido, adoptamos el siguiente plan de vida y de trabajo: á las siete, estábamos trabajando en el campamento; á las ocho ú ocho y media, nos servían un ligero desayuno, compuesto de té y fiambres; de las once á las doce, tomábamos otro refrigerio análogo, ambos sin interrumpir el trabajo de instalación; á las cinco de la tarde, suspendíamos la tarea para ir á comer seriamente en el hotel; de esta suerte vivimos desde el día 17 hasta después del eclipse.

El día 19 pudimos ya dedicar un rato por la tarde á visitar á las Comisiones extranjeras, llegadas antes de la declaración de la guerra é instaladas en distintos lugares del mismo Feodosia y de sus alrededores.

El día 20 fué uno de los más afanosos en nuestro trabajo, pero por la tarde tuvimos la satisfacción de que todo funcionase normalmente; se hizo un plan general de observación, que fué repetidamente ensayado, rectificándolo según aconsejó la experiencia, y quedó adoptado definitivamente; ese plan se expone más adelante.

Amaneció el día 21 de Agosto con cielo limpio, radiante, sin una nubecilla. De madrugada nos trasladamos al campamento. Dimos á la instalación los últimos toques y reprodujimos varias veces el ensayo del eclipse.

A las once de la mañana comenzaron á salir nubes. Primera-mente eran pocas y tenues, luego aumentaron; á la una de la tarde el cielo estaba casi cubierto y amenazaba llover. Preparado tuvimos todo para cerrar la instalación y defender nuestros ins-trumentos de una lluvia inoportuna.

Nuestro temor de haber perdido el tiempo estaba justificado; sentíamos una verdadera opresión; las nubes aclaron un poco, perdieron su cariz lluvioso, pero continuaron durante casi todo el tiempo del eclipse.

Para que pueda formarse idea de estos momentos emocionantes, damos aquí copia literal de las notas tomadas durante la observación, referentes á las variaciones atmosféricas ocurridas desde momentos antes de comenzar el eclipse hasta la terminación del mismo. Las horas están expresadas en tiempo local de Feodosia.

14^h 0^m 0^s; densos cúmulos cubren casi todo el cielo, y especialmente la región ocupada por el Sol; éste se halla completamente tapado.

14^h 9^m 11^s; es el momento calculado para el primer contacto; el Sol sigue completamente cubierto; se pierde la observación del contacto.

14^h 17^m 0^s; aparece el disco del Sol al avanzar el nubarrón que lo cubría; el disco está ya muy mordido por la sombra de la Luna; aclara un poco la región del cielo ocupada por el Sol.

14^h 24^m 0^s; nubes ligeras tapan al disco; pasan pronto.

14^h 24^m 30^s; aclara nuevamente, y nos preparamos á observar el momento en que la sombra de la Luna llega á una mancha del Sol, que aparece bien visible y perfectamente definida en la proyección.

14^h 26^m 48^s; nubarrón densísimo que cubre el Sol completamente; el borde lunar estaba ya muy próximo á la mancha, pero ha sido imposible observar el momento de llegar á ella.

14^h 35^m 12^s; reaparece el Sol entre nubes; la mancha está completamente tapada por la Luna; se aprovecha este claro para comprobar la buena marcha del celostato y la exacta posición de los espectros.

14^h 44^m 59^s; otro nubarrón densísimo tapa completamente el Sol.

14^h 52^m 44^s; reaparece el Sol; trozo de cielo muy limpio y transparente, aunque de pequeña extensión.

14^h 59^m 54^s; nuevo nubarrón, occultación absoluta del Sol. (Véase la fotografía del cielo en estos momentos, en la lámina I.^a).

15^h 6^m 48^s; reaparece el disco del Sol; el eclipse está muy avanzado; se comprueba nuevamente la posición de los espectros sobre los espectrógrafos y en el de resalto objetivo se aprecia el espectro de Fraunhofer.

15^h 18^m 53^s; comienza la totalidad; poco antes y durante ella pasa por el disco una nubecilla que no impide la observación del fenómeno; luego sigue claro hasta las

15^h 25^m 0^s; nuevo nubarrón que oculta el Sol.

15^h 31^m 30^s; se descubre nuevamente el Sol y aclara rápidamente.

16^h 10^m 0^s; ha despejado por completo; no queda ni una sola nube en el cielo; sigue el eclipse parcial; el cuarto contacto puede observarse con toda claridad.

Tales fueron las principales variaciones ocurridas antes del eclipse y durante el mismo. Las nubes, grandes, densas, grises, con amenazas de lluvia en algunos momentos, venían sueltas y marchaban empujadas por el viento, con rapidez notable y en dirección aproximada de NO. á SE. Los claros del Sol eran solamente los intervalos que mediaban desde el paso de una nube hasta la llegada de otra; intervalos que pudimos aprovechar felizmente, por coincidir uno de ellos con la totalidad del fenómeno.

Se nos permitirá consignar que esas variaciones atmosféricas y esa amenaza insistente de no poder observar el fenómeno nos hicieron pasar hora y media de emoción verdaderamente angustiosa, de exaltación de ánimo hondamente cruel. En este viaje azaroso y á ratos comprometido serán esos momentos quizás los que más perduren en nuestra memoria por la indeleble impresión que nos causaron.

Veamos ahora el plan de observación y cómo se realizó.

Este plan comprendía el trabajo para las seis personas ya citadas al principio, pues todas ellas habían expresado con insistencia el deseo de hacer algo; en resumen, fué el siguiente:

a) Cronómetro; contar tiempo en voz alta; observación de

contactos por proyección; inspección de la marcha de los aparatos y de todos los observadores; órdenes: Sr. Ascarza.

- b) Manejo del espectrógrafo de resalto objetivo: Sr. Carrasco.
- c) Manejo del espectrógrafo de rendija: Sr. Tinoco.
- d) Observación de temperaturas y de sombras volantes: señor Gosálvez.
- e) Fotografías del campamento para apreciar el efecto de la disminución de la luz: señorita Ascarza.
- f) Aparición de estrellas: señora Pizana de Carrasco.

Cada observador tenía una nota escrita, puesta al alcance de

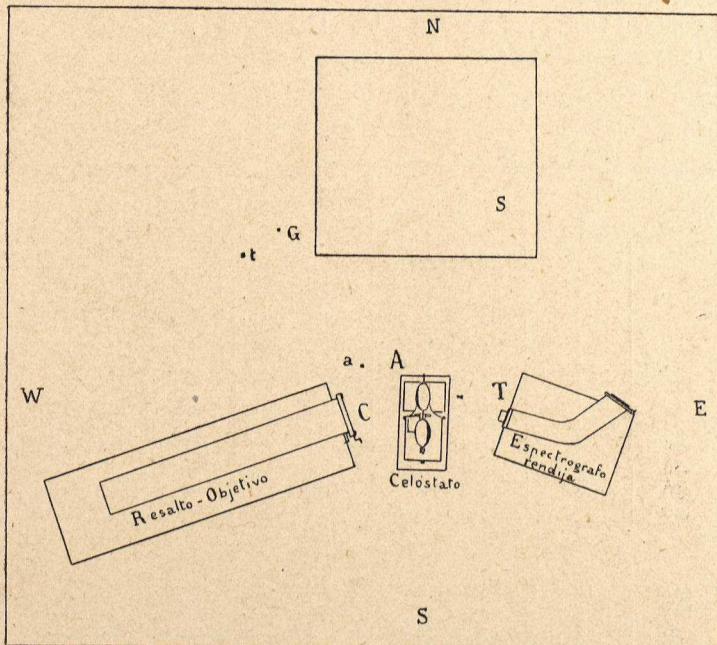


FIG. 5.—Plano general de la instalación: A, C, T y G indican la situación de los observadores Sres. Ascarza, Carrasco, Tinoco y Gosálvez; a, anteojos auxiliares para observar por proyección; t, termómetro; S, lienzo para observar las sombras volantes.

la vista, en la cual constaba minuciosamente lo que había de hacer en cada momento: esta nota había sido entregada con anti-

cipación suficiente para que cada uno se pudiera enterar bien de su misión.

Además, el Sr. Tinoco, debía observar atentamente la corona durante todo el tiempo que la tuviese proyectada sobre la rendija de su espectrógrafo; los demás observadores debían hacer lo mismo durante los momentos que les permitiese su trabajo propio.

El tiempo se comenzó á contar en voz alta veinticinco segundos antes del momento calculado para la totalidad, ó sea á las 15^h 18^m 28^s, tiempo medio de Feodosia; se contó sin interrupción hasta 180^s; el segundo contacto se apreció cuando se contaba el segundo veintiséis, es decir, á las 15^h 18^m 54^s; el tercero al contar 151 segundos ó sea á las 15^h 20^m 59^s.

Con el espectrógrafo resalto objetivo se hicieron las impresiones que se expresan á continuación, con los momentos, la exposición y clase de placas, y asunto registrado:

Tiempo.	Exposición.	Tiempo local de la impresión.	Placas.	Asunto.
0 ^s	1 ^s	15 18 28,5	Wratten.....	Falce solar.
5	1	15 18 33,5	Ilford.....	»
9	1	15 18 37,5	»	»
13	1	15 18 41,5	»	»
16	1	15 18 44,5	»	»
19	1	15 18 47,5	»	»
22	1	15 18 50,5	»	Cromosfera; flash.
25	1	15 18 53,5	»	Flash, 2. ^o contacto.
28	2	15 18 57	»	»
32	5	15 19 2,5	Wratten....	Corona.
39	10	15 19 12,0	»	»

Cambio de châssis.

131	10	15 20 44,0	Wratten....	Corona.
143	5	15 20 53,5	Ilford.....	Flash.
150	3	15 20 59,5	»	Idem, 3. ^{er} contacto.
155	2	15 21 4,0	»	»
159	1	15 21 7,5	»	Falce solar.
162	1	15 21 10,5	»	»
165	1	15 21 13,5	»	»
168	1	15 21 16,5	»	»
171	1	15 21 19,5	»	»
174	1	15 21 22,5	Wratten....	»
177	1	15 21 25,5	»	»

Con el espectrógrafo de rendija se hicieron las siguientes impresiones sobre placa Ilford pancromática:

Tiempo inicial.	Exposición.	Tiempo local al medio.	Asuntos.
10 ^s	5 ^s	15 ^h 18 40,5	Referencia.
30	115	15 19 55,5	Corona.
158	5	15 21 6	Referencia.

El tiempo inicial se refiere al segundo, contado en alta voz por el Sr. Ascarza, que, como queda indicado, comenzó 25 segundos antes del momento calculado para la totalidad. El tiempo local de la impresión corresponde al momento medio de ella.

Las temperaturas se tomaron sobre un termómetro centígrado colocado al aire libre, pero resguardado de la acción directa del Sol.

Las sombras volantes se observaron sobre un lienzo blanco rectangular colocado horizontalmente sobre el terreno y orientado de N. á S. en su mayor dimensión.

Las fotografías del campamento se hicieron con una cámara de mano con objetivo Tessar Zeiss f/6,3 diafragmado á f/9, con un cincuentavo de segundo de exposición sobre película Kodak.

Finalmente, los astros visibles se anotaron señalando los que aparecieron sobre un mapa de la región del cielo ocupada por el Sol.

Los resultados: contactos; descripción de las fotografías; sombras volantes; temperaturas; obscuridad durante el fenómeno; conclusión.

No podemos en esta Memoria exponer los resultados de nuestros trabajos; comienza ahora el estudio de las placas fotográficas, el cual ha de ser minucioso; exige muchas mediciones y requiere tiempo proporcionado. Aquí, al dar cuenta sucinta de la observación, hemos de limitarnos, según es uso y costumbre en casos tales, á una descripción superficial de dichas placas y á consignar escuetamente algunos datos de la observación. El análisis y discusión razonada de todo ello será objeto de otro trabajo; ahora, para satisfacer la justa curiosidad del público y para terminar esta Memoria, consignaremos lo siguiente:

Contactos.—El primero no pudo observarse por las nubes; el segundo se apreció á las 15^h 18^m 54^s, tiempo medio de Feodosia; el tercero, á las 15^h 20^m 59^s; la duración fué, por tanto, dos minutos cinco segundos; la duración calculada para Feodosia era 2^m 10^s según la «Memoria de la Sociedad de Amigos de la Astronomía de Moscou», y unos tres segundos menos según el *Nautical Almanac*. El segundo contacto se retrasó un segundo de tiempo; el tercero se adelantó cuatro segundos.

Las fotografías.—Las obtenidas con el espectrógrafo de resaltito-objetivo fueron seis en dos series de tres: una serie á la entrada de la Luna (segundo contacto) y otra á la salida (tercer contacto); un examen ligero de las placas da los siguientes resultados:

- 1.^a serie, 3 placas: 1.^a A. Wratten, 6 × 24.
- 2.^a B. Ilford, 18 × 24.
- 3.^a C. Wratten, 6 × 24.

A. Dos exposiciones: sólo existe un débil rastro de impresión en la región de mayor sensibilidad de la placa; el Sol estaba velado por algunas nubes.

B. Tiene siete exposiciones: en las cuatro primeras el Sol seguía velado por las nubes, dando sólo una impresión débil en la región H y K; estas impresiones débiles acusan sobre la falce solar el espectro de absorción perfectamente definido.

La quinta impresión es muy buena; el Sol había quedado limpio de nubes y corresponde á unos momentos anteriores al contacto. Presenta una ráfaga muy intensa central correspondiente al punto del contacto, y dos más estrechas donde se acusa el *flash*. Entre estas dos ráfagas finas aparecen los grandes arcos cromosféricos que se prolongan fuera de las ráfagas. Los arcos de rojo hasta la entrada del azul son de excelente definición, y en la línea H α es visible, con una gran delicadeza, un hermoso grupo de protuberancias, perceptible también en la línea del Helio D $_3$.

El espectro se extiende de 7050 U. A. en el extremo rojo á 3790 en el ultravioleta; pero estaba la cámara especialmente enfocada y dispuesta para la región de mayor longitud de onda, y la definición no es tan buena desde H β al final del violeta. En los grandes arcos se reconocen, aparte de la serie del hidrógeno, las líneas más características del Helio y las intensas del Magnesio (grupo de las b), líneas del Sodio (las dos D), líneas del Ca, Sr, etcétera.

La exposición sexta se encuentra cruzada tan sólo por una estrecha ráfaga central, á cuyos bordes, principalmente en el correspondiente á las ráfagas finas de la anterior fotografía, se encuentra el espectro cromosférico. En sus caracteres de aparición de líneas es casi idéntica á la anterior. La séptima fotografía y última de esta placa corresponde á un instante inmediatamente posterior al contacto, y sobre ella aparecen los grandes arcos cromosféricos y un *flash* de las líneas más intensas tan sólo. Subsisten con gran definición las D del Sodio, grupo de las b del Magnesio y otras.

C. Esta placa contiene dos fotografías correspondientes á la totalidad. La primera presenta los arcos del Hidrógeno y Helio con un grupo de protuberancias bien definidas; se acusa, además, un débil espectro continuo coronal. La segunda tiene los mismos caracteres y las ráfagas coronales más intensas. Es la mejor fotografía de la totalidad.

2.^a serie, 3 placas. Salida de la totalidad.

1.^a A', Wratten 6 \times 24.

2.^a B', Ilford, 18 \times 24.

3.^a C', Wratten 6 \times 24.

A'. En esta placa aparece una sola exposición; corresponde á la totalidad segundos antes de finalizar. Las ráfagas de espectro continuo coronal son bastante intensas. Sólo son visibles las líneas del Hidrógeno y del Helio en el examen superficial que hacemos.

B'. Esta placa tiene ocho exposiciones. En las tres primeras aparece *flash* y cintas correspondientes á la falce solar con apuntamiento de arcos cromosféricos en las restantes.

La primera fotografía presenta un *flash* limpio de ráfagas, débil en la región roja; los bordes de la fotografía presentan bastante acentuadas ráfagas de espectro continuo coronal. Los grandes arcos hacen visibles pequeñas protuberancias de una corta elevación.

El segundo espectro tiene una ráfaga central acompañada á un costado por dos, finas y débiles, sobre las que se acusa el *flash* con gran riqueza de líneas. Es tal vez este espectro el más rico en líneas, á juzgar por el ligero examen que supone esta nota.

En la tercera fotografía, la cinta central es ya de cierta anchura y está cortada por los grandes arcos que se prolongan por ambos lados; en uno de ellos una fina ráfaga hace observable el *flash*.

Sobre la cuarta y quinta se acentúan los caracteres de la anterior con ensanchamiento de la cinta, debida al arco solar visible; presentan ambas en un costado dos tenues ráfagas.

La sexta, séptima y octava son fases ya avanzadas después del tercer contacto, y no ofrecen particularidades dignas de mención. Resultan, además, sobreexpuestas; las grandes líneas del Hidrógeno, y D sigue prolongándose á sus dos costados.

C'. En esta placa se obtuvieron dos fotografías del mismo tipo que las tres últimas descritas. No han desaparecido los apuntamientos del Hidrógeno y Helio.

Con el espectrógrafo de rendija se obtuvo una sola placa con tres impresiones en los tiempos señalados anteriormente. La rendija estaba colocada de modo que cruzaba la imagen del Sol, según una cuerda, la cual formaba un ángulo de unos 17° con la línea N.-S.

El examen ligero de estas tres fotografías revelan:

1.^a Impresión imperceptible; correspondió al paso de una nube por el Sol, que hemos señalado ya anteriormente y que produjo una fortísima absorción de luz.

2.^a Ofrece un espectro coronal continuo intenso, con impresiones coronales de rayas brillantes muy tenues, que no han sido estudiadas todavía; probablemente algunas de estas rayas tienen origen en la región más elevada de la cromosfera; y

3.^a Espectro coronal continuo muy débil, y además, varias rayas brillantes correspondientes á la porción de cromosfera que, durante la exposición, caía sobre la rendija; entre esas rayas se destacan vigorosamente la H α del Hidrógeno y las H y K del Calcio.

Las impresiones del espectro coronal ofrecen sobre la placa dos máximos de intensidad: uno en el rojo y otro en el azul, presentándose más débil en el verde y principios del amarillo; en este efecto puede influir la sensibilidad de las placas empleadas.

Todas las fotografías, ligeramente descritas, exigen su estudio muy minucioso y medidas escrupulosas para poder dar números y establecer deducciones; esta nota, como ya hemos indicado anteriormente, sólo puede apreciar una descripción somera y provisional de resultados.

Dibujo de la corona.—La corona fué observada visualmente por el Sr. Tinoco durante casi todo el tiempo de la totalidad proyectada sobre la rendija del espectrógrafo; por el Sr. Carrasco, que pudo mirarla durante algún tiempo en el centro de la totalidad; por el Sr. Ascarza, que sin dejar de contar segundos, observó también algunos momentos en la proyección preparada para la determinación de los contactos, y por el Sr. Gosálvez, que miró igualmente la corona.

Con estas indicaciones se procedió inmediatamente, después de terminado el fenómeno, á hacer un dibujo que reprodujese la forma general de la corona, y principalmente la longitud de sus ráfagas, tal como había sido apreciada en las condiciones descritas.

Ha de advertirse que respecto á la forma general de la corona, á sus radiaciones más importantes y á la longitud, hubo perfecta concordancia en la observación hecha por las distintas personas.

El resumen de esas impresiones personales es el dibujo que acompaña á este trabajo; en rigor, la corona corresponde aproximadamente al tipo de los mínimos de manchas, aunque las radiaciones solares se encuentren ligeramente más pronunciadas de lo que en ellas suele hallarse. (Véase el dibujo de la corona de la lámina I.^a).

Las temperaturas.—Las temperaturas fueron tomadas de diez en diez minutos, á contar de las dos horas de la tarde hasta las cuatro y veinticinco minutos en que terminaba el eclipse. Por excepción, se tomaron cada cinco minutos desde poco antes á poco después de la totalidad. Es deber nuestro hacer constar que para la apreciación justa de los datos que damos á continuación, ha de tenerse presente que se hallan influídos, sin duda alguna, por las variaciones atmosféricas correspondientes al paso de las nubes, que queda expuesto en líneas anteriores. He aquí ahora los datos de tiempo, observación y estado del cielo:

Hora.	Temperatura.	Cielo alrededor del Sol.
14 ^b 0 ^m	26° 0	Nubes.
14 10	25 5	»
14 20	23 5	Despejado.
14 30	23 3	Nubes.
14 40	24 7	Despejado.
14 50	22 8	Nubes.
15 00	23 3	»
15 10	22 3	Despejado.
15 15	22 0	»
15 20	22 0	»
15 25	21 7	Nubes.
15 35	21 5	Despejado.
15 45	22 2	»
15 55	22 5	»
16 5	23 5	»
16 15	24 0	»
16 25	25 0	»

En estos números se advierten dos anomalías: la elevación de temperatura de las catorce horas y treinta minutos á las catorce y cuarenta, y la de las catorce y cincuenta á las quince; ambas coincidieron con dos ratos en que el Sol lució sobre nuestro campamento; pues aunque la observación de las quince se hizo con nubes sobre el disco del Sol, esas nubes habían comenzado á taparlo seis segundos antes de la misma.

Las sombras volantes.—Esta observación se hizo visualmente por el Sr. Gosálvez en un lienzo blanco tendido en el suelo y orientado de N. á S. en su mayor longitud y de E. á O. en la otra.

Las bandas aparecieron unos 40^s antes del segundo contacto, es decir, del comienzo de la totalidad. Se observaron con vigor y claridad durante unos 30^s de tiempo. Aparecieron lentamente, muy poco pronunciadas; desaparecieron luego unos instantes y reaparecieron en seguida más intensas, para extinguirse después unos 10^s antes de comenzar la totalidad.

Mediante unos listones rectilíneos de madera, preparados de antemano y colocados oportunamente sobre el lienzo, se fijó la dirección y el movimiento de las bandas. Éstas marchaban sensiblemente de N. á S. y formaban con esta dirección un ángulo

aproximado de 55° , según medidas hechas después, lo más escrupulosamente posible. Este ángulo cambió unos 14° desde la primera aparición á la segunda en la primera parte del fenómeno, es decir, antes de la totalidad.

El fenómeno se repitió momentos después de la totalidad; parecía mucho más intenso, ó al menos tal era el efecto á la vista, quizá por hallarse ésta habituada más á la obscuridad que había producido el eclipse, pero se extinguieron muy pronto: la duración se estimó en unos 10^s . Sin duda la luz del disco solar, que reapareció brillantemente, consiguió extinguirlas más pronto.

La propagación fué también de N. á S., y las curvas de estas bandas tendrían unos cuatro metros de radio. En esta segunda fase tuvieron también un ligero movimiento de rotación, pero tan rápido fué el fenómeno, que no pudo ser medido.

Obscuridad durante el eclipse.—Pretendimos medir la obscuridad por dos medios distintos, á saber: la obtención de fotografías con el mismo tiempo de exposición y la misma abertura de objetivo á partir de las 14^h y 10^m y con intervalos de 20^m cada una. De esta manera se obtuvieron ocho impresiones.

Reveladas todas en igualdad de condiciones, se advierte que en las primeras la exposición es excesiva y sucesivamente va disminuyendo hasta la obtenida durante la plena totalidad, en la cual no existe absolutamente ninguna impresión. En cambio la obtenida á las quince y quince minutos, es decir, cuando apenas faltaban 3^m para comenzar la totalidad del fenómeno, se ve la línea que separa el cielo de la parte superior del paisaje. Sólo el azul del cielo había conseguido impresionar ligeramente la película.

No es posible realmente hacer un estudio más minucioso de las fotografías obtenidas para este propósito, habida cuenta de las variaciones de la luz producida por el paso de las nubes sobre el disco del Sol, que ha producido aquí, como en las temperaturas, variaciones importantes, aunque difíciles de apreciar.

Durante el eclipse se pudieron observar, entre otros, los siguientes astros: Mercurio, que comenzó á brillar bastante antes

de la totalidad y siguió visible después de ésta, y sucesivamente las estrellas α , γ , ε , η , π y σ de la constelación del León.

Desde las catorce cuarenta y cinco minutos, es decir, más de media hora antes de la totalidad, el paisaje había tomado aspecto de crepúsculo avanzando, que fué acentuándose hasta acabar la fase total; para la lectura durante la mayor obscuridad se empleó luz artificial, producida por un farol de acetileno.

Otras observaciones.—El aspecto del campo y de los edificios, á medida que avanzaba el eclipse parcial, fué alterándose por la disminución de la luz y por los matices de ésta. A las catorce cuarenta y cinco minutos, juntamente con el aspecto crepuscular ya señalado, ofrecía la luz un matiz azulado-verdoso, que fué aumentando cada vez más.

Este aumento, sumado con la obscuración y con el descenso de temperatura, produjeron pronto á las gallinas y palomas que pululaban por nuestro campo efectos de inquietud y de temor. A las catorce horas cuarenta y seis minutos y veinte segundos (treinta y dos minutos antes de la totalidad) se oyó, por primera vez, cantar un gallo en nuestro campo, y sucesivamente otros después; poco más tarde, gallos, gallinas y palomas habían entrado en sus refugios.

Al reaparecer el Sol, las manifestaciones fueron análogas, aunque en orden inverso.

Conclusión.—Estos han sido los principales trabajos hechos por la Comisión para el estudio del eclipse total de Sol de 21 de Agosto de 1914, tales como pueden consignarse sumariamente en una Memoria preliminar destinada á dar cuenta rápida de la expedición. Como queda expuesto anteriormente, el estudio de los datos recogidos será objeto de otros trabajos.

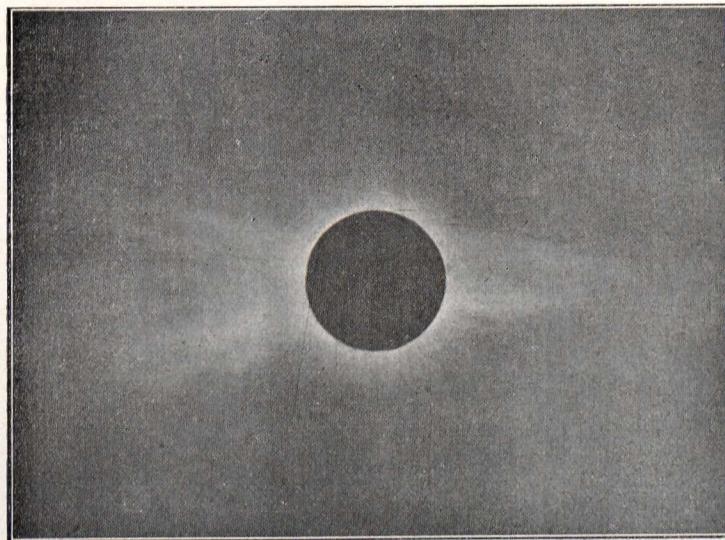
Para terminar esta sucinta relación de todo lo hecho, séanos permitido expresar de nuevo la gratitud á la Dirección general del Instituto Geográfico y Estadístico, á la Junta para ampliación de estudios y al jefe del Observatorio Astronómico, por habernos confiado la honra de dirigir la Comisión; á la Embajada Imperial de Rusia en Madrid y á la Dirección general de Aduanas de

España, por las facilidades extremas que cada uno, dentro de sus atribuciones, nos dieron; al señor Embajador de España en Constantinopla, por las atenciones exquisitas que nos guardó; á los Sres. D. José María Sempere (Cónsul de España en Odessa), D. Jaime Sanz, súbdito español en la misma población, y profesor Orloff, Director del Observatorio de Odessa, por la eficaz, decidida y desinteresada coöperación para vencer las dificultades que se nos presentaron en las anormales circunstancias creadas por la guerra; á los Sres. Conde de la Baume Pluvinel, Chretien y Legoula, con algunos de sus compañeros, por las facilidades que nos dieron para nuestros primeros trabajos en Feodosia y la acogida fraternal que nos dispensaron; á S. A. el Príncipe de Galtzine, á D. Miguel de Sarandinaky, D. Luis Kolly, D. Isaac Hadji, Vicecónsul de España en Feodosia y Director de la Aduana en el mismo punto, por sus atenciones asiduas y por su cooperación en el vencimiento de distintas dificultades presentadas en nuestro azaroso viaje. Y finalmente, es de justicia hacer constar también que el comportamiento ejemplar de mis compañeros D. Pedro Carrasco, D. José Tinoco y D. Víctor Gosálvez, que no solamente demostraron celo, inteligencia y laboriosidad para secundar todos los trabajos y para cumplir escrupulosamente la misión ó tarea que en cada momento hube de asignarles, sino que además revelaron serenidad y abnegación dignas de elogio y de recompensa, siempre que las circunstancias lo hicieron preciso.

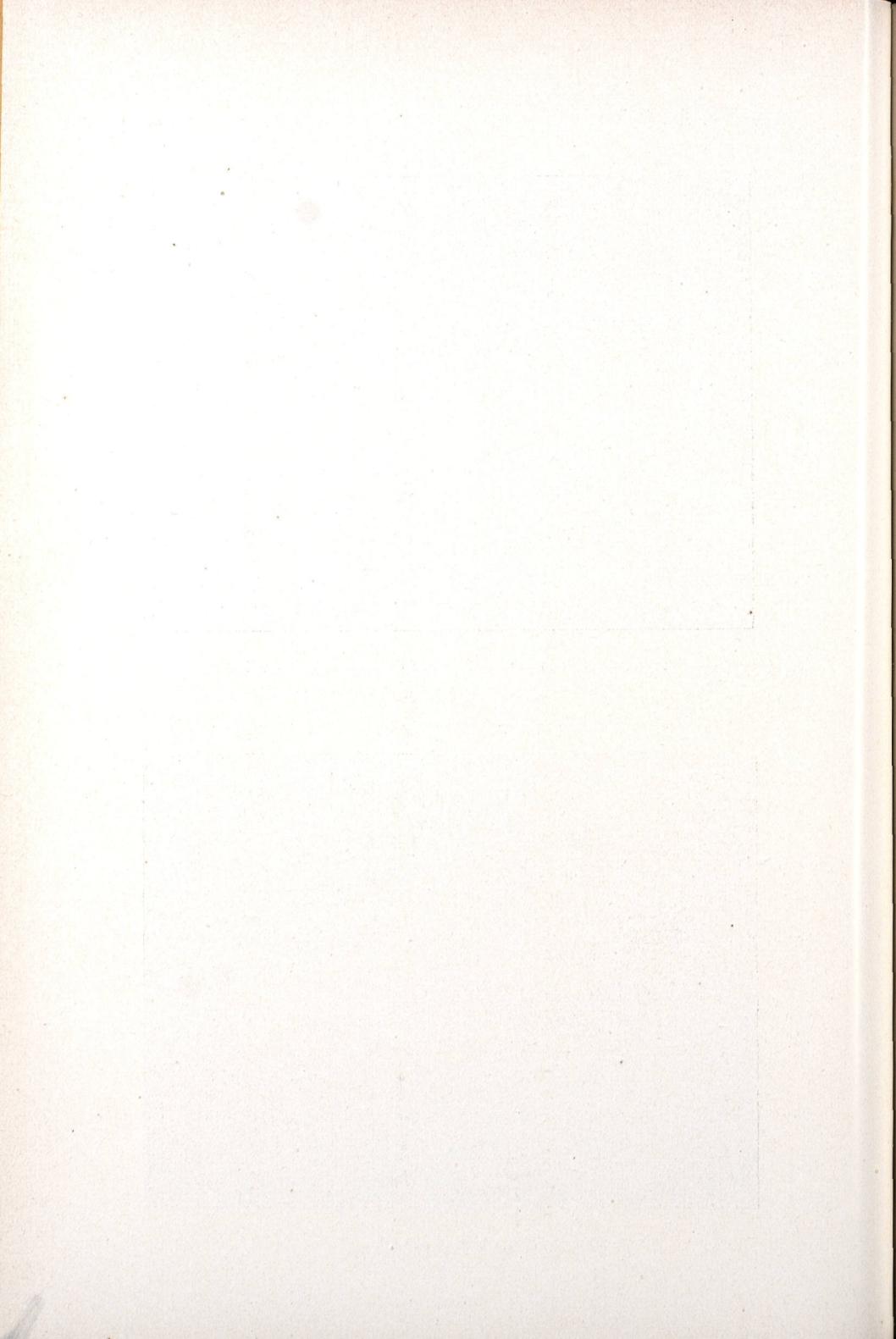
Madrid, 15 de Octubre de 1914.

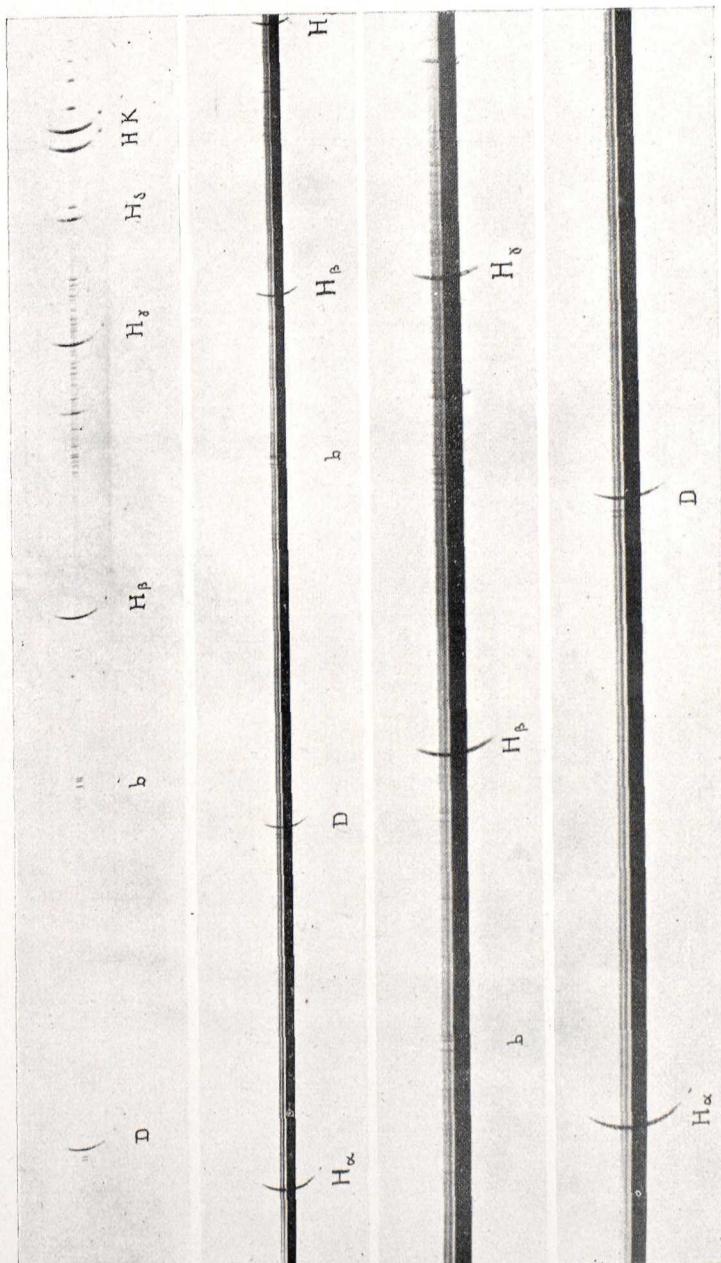


Fotograffía del cielo momentos antes de comenzar la totalidad.



La corona solar.





Reproducción, como muestra, de dos negativas, de las varias obtenidas con el espectrógrafo de resalto-objetivo (pág. 37). Las dos primeras son de la misma escala que el original, pero no comprenden todo el espectro obtenido; la 3.^a y 4.^a, son ampliación de la 2.^a; en la reproducción se pierden gran número de detalles del original.

