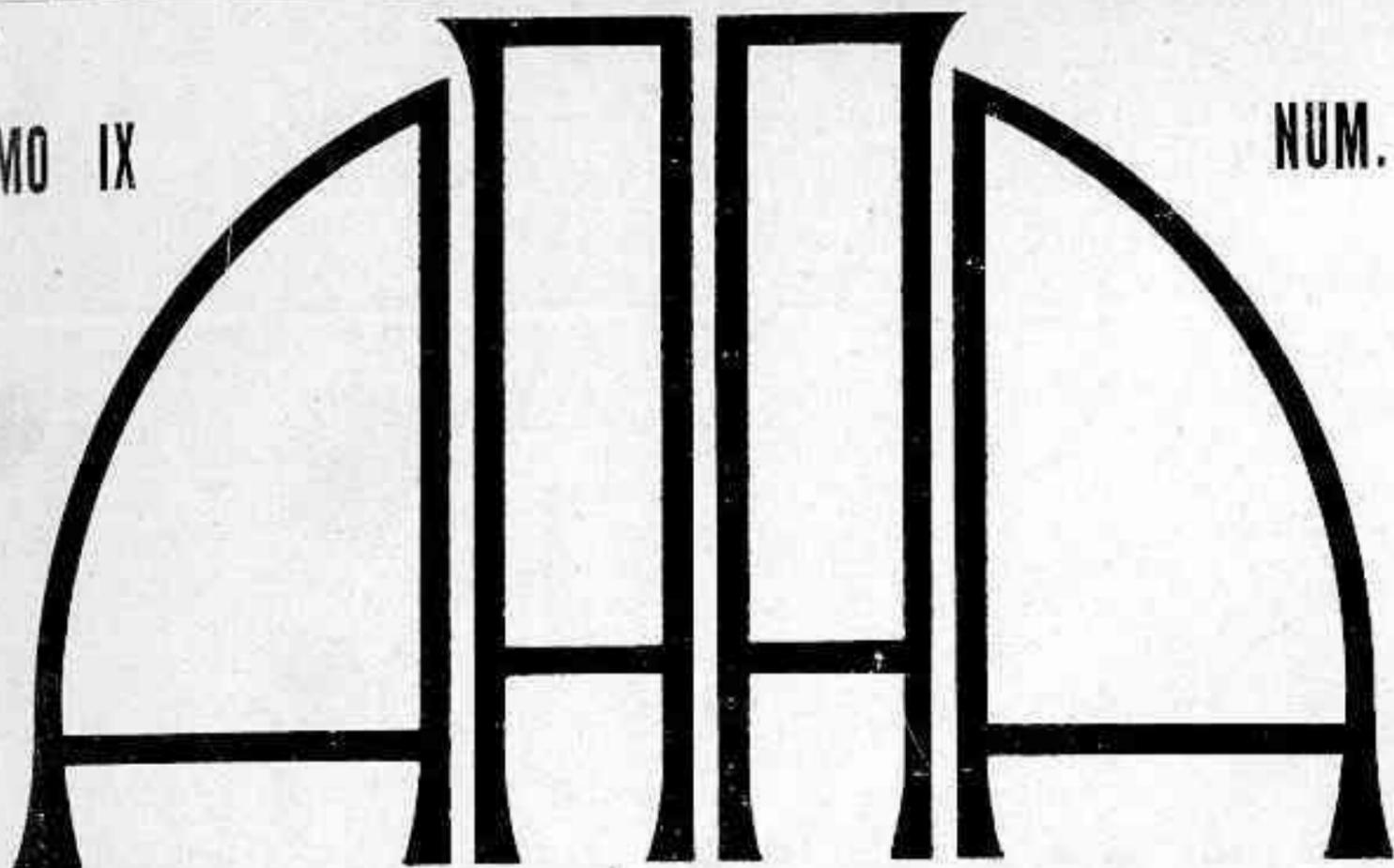


TOMO IX

NUM. III



REVISTA ASTRONOMICA

FUNDADOR: CARLOS CARDALDA

ORGANO BIMESTRAL DE LA
ASOCIACION ARGENTINA "AMIGOS DE LA ASTRONOMIA"

(Personería Jurídica por decreto de mayo 12 de 1937.)

— SUMARIO —

	Pag.
Periodicidades en las oposiciones de Marte, por Bernhard H. Dawson.	153
Cómo construir un telescopio de 8 pulgadas de apertura, por Ernesto Sabato.	160
Las estrellas variables, por Carlos L. Segers.	179
Nuevo director del Observatorio Nacional de Córdoba, D. Juan José Nissen.	188
Los aspectos más simples de la mecánica celeste, por Homar H. Harvey.	192
Noticiario Astronómico	200
Consultorio del Aficionado	205
Noticias de la Asociación	207
Biblioteca - Publicaciones recibidas	210



Director Honorario: Bernhard H. Dawson

Director: Angel Pegoraro

Secretarios:

Juan José Nissen — José Galli

Dirigir la correspondencia al Director.
No se devuelven los originales.

DIRECCION DE LA REVISTA:

DIRECTORIO 1730 — U. T. 63, Volta 1557

BUENOS AIRES

●

CASA IMPRESORA
CORLETTA & CASTRO
PARAGUAY 563
Bs. As.



FOTOGRAFIA DE LA LUNA

Obtenida el 24 de setiembre de 1936

Telescopio 160 mm. Exposición 2 seg. Placa Agfa Isochrom

PERIODICIDADES EN LAS OPOSICIONES DE MARTE

Por BERNHARD H. DAWSON

(Para la "REVISTA ASTRONÓMICA")

COMPLETANDO la información sobre la oposición actual de Marte, dada en el "Manual del Aficionado" de este año, presento para los lectores de la REVISTA ASTRONÓMICA unos apuntes sobre la periodicidad de este fenómeno y un par de diagramas mostrando las condiciones en que se presenta la actual oposición, comparada con las anteriores y algunas subsiguientes.

La tercera ley de Kepler nos dice que los cuadrados de los tiempos de revolución de dos planetas están entre sí como los cubos de los semiejes mayores de sus órbitas. Siendo la unidad astronómica el semieje de la órbita de nuestra Tierra, el semieje de la órbita de Marte es de 1.523688. Elevando esta cantidad al cubo y extrayendo la raíz cuadrada, obtenemos 1.88081, que es (despreciando la diferencia de masas entre Marte + Sol y Tierra + Sol) el período sidéreo de Marte en años sidéreos. (*)

Se llama *período sinódico* de un planeta (respecto a otro que generalmente se sobreentiende sea la Tierra) el valor medio del intervalo en que una dada configuración de los planetas con respecto al Sol, tarda en reproducirse (conjunción superior, conjunción inferior, oposición etc.). Si P_e es el período sidéreo del planeta exterior y P_i el del interior, expresados en una misma unidad de tiempo

(*) El año *sidéreo* es el período sidéreo de la Tierra, o sea el intervalo en que la línea Tierra-Sol llega a ocupar otra vez la misma dirección en el espacio, referida a las estrellas. Al decir "año", pensamos generalmente en el año *tropical*, que es el intervalo entre dos pasos consecutivos de dicha línea por el equinoccio vernal. Debido a la precesión, el equinoccio en cada encuentro antecede a la posición que ocupó en el paso anterior, y por consiguiente el año *tropical* es más corto que el año *sidéreo*, siendo éste igual a 1.000038 años *tropicales*.

po, el período sinódico de ellos P_s queda expresado en la misma unidad por la relación:

$$P_s = \frac{P_e}{P_e - P_i}$$

Empleando como unidad el año sidéreo y siendo Marte exterior a la Tierra, tenemos $P_i = 1$ y entonces para Marte:

$$P_s = \frac{1,88081}{0,88081} = 2,13532 \text{ años sidéreos.}$$

Reduciendo esta cantidad a años trópicos, resulta ser de 2,13539.

Si las órbitas fuesen circulares, tendríamos entonces una oposición de Marte cada 780 días, y serían todas sensiblemente iguales, excepto por la variación de la declinación del planeta. Pero la órbita de Marte tiene la considerable excentricidad de 0,93345, y los efectos que de ello resultan son aumentados en parte por la excentricidad de 0,016736 que tiene la órbita de la Tierra, pues hay cerca de 127° de diferencia entre las longitudes de los respectivos perihelios. El resultado de estas circunstancias es que el intervalo de una oposición a otra oscila entre 768 días y 800 días y que en las oposiciones más favorables el diámetro aparente del planeta alcanza a casi el doble de lo que es su valor máximo en la oposición más desfavorable ($25'',11$ en 1924 contra $13'',82$ en 1901).

Cuando la oposición ocurre cerca del perihelio de Marte, la velocidad de éste en su órbita se acerca más a la de la Tierra en la suya, de manera que los planetas corren casi a la par, y por eso es mayor en tal caso la duración del acercamiento dentro de cierta distancia arbitraria, o bien el intervalo durante el cual el diámetro aparente de Marte pasa de cierto valor. Así por ejemplo, el diámetro aparente era de más de $10''$ durante 106 días en 1901 y durante 218 días en 1924. La observación provechosa del planeta puede realizarse aproximadamente desde cuadratura al Este hasta cuadratura al Oeste, que abarca 189 días en 1901 y 256 días en 1924.

Estas y otras relaciones quedan representadas gráficamente en la figura 8. La curva marcada 1900 1901 1902 presenta la marcha del diámetro aparente de Marte desde octubre de 1900 hasta enero de 1902 inclusive, estando las fechas de cuadratura indicadas por pequeños trazos verticales que cruzan la curva. La curva marcada

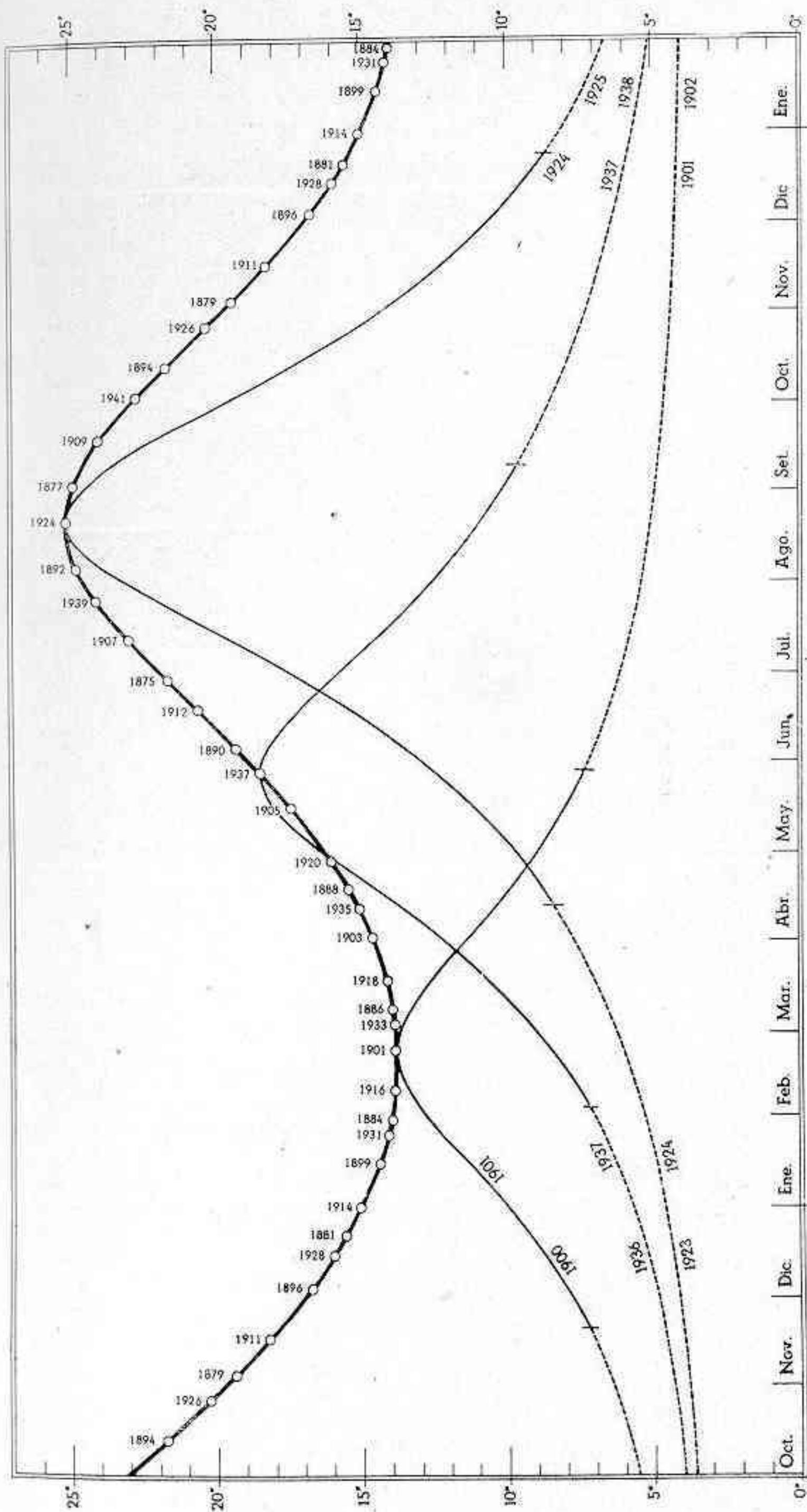


Fig. 8.—Diámetro aparente de Marte durante las apariciones de 1901, 1924 y 1937, y diámetros alcanzados en las oposiciones desde 1875 hasta 1941.

1923 1924 1925 presenta el mismo dato desde octubre de 1923 hasta enero de 1925. Otra curva semejante muestra la marcha desde octubre de 1936 hasta enero de 1938. Esta vez el diámetro del planeta alcanza un máximo de $18''{,}41$ y queda mayor de $10''$ durante 174 días, siendo el intervalo entre cuadraturas de 218 días. Resulta, pues, que la oposición de 1937 ocupa una posición intermedia entre la más favorable y la más desfavorable.

Las configuraciones en el espacio que conducen a éstas oscilaciones están presentadas en la figura 9. En ella el disco central re-

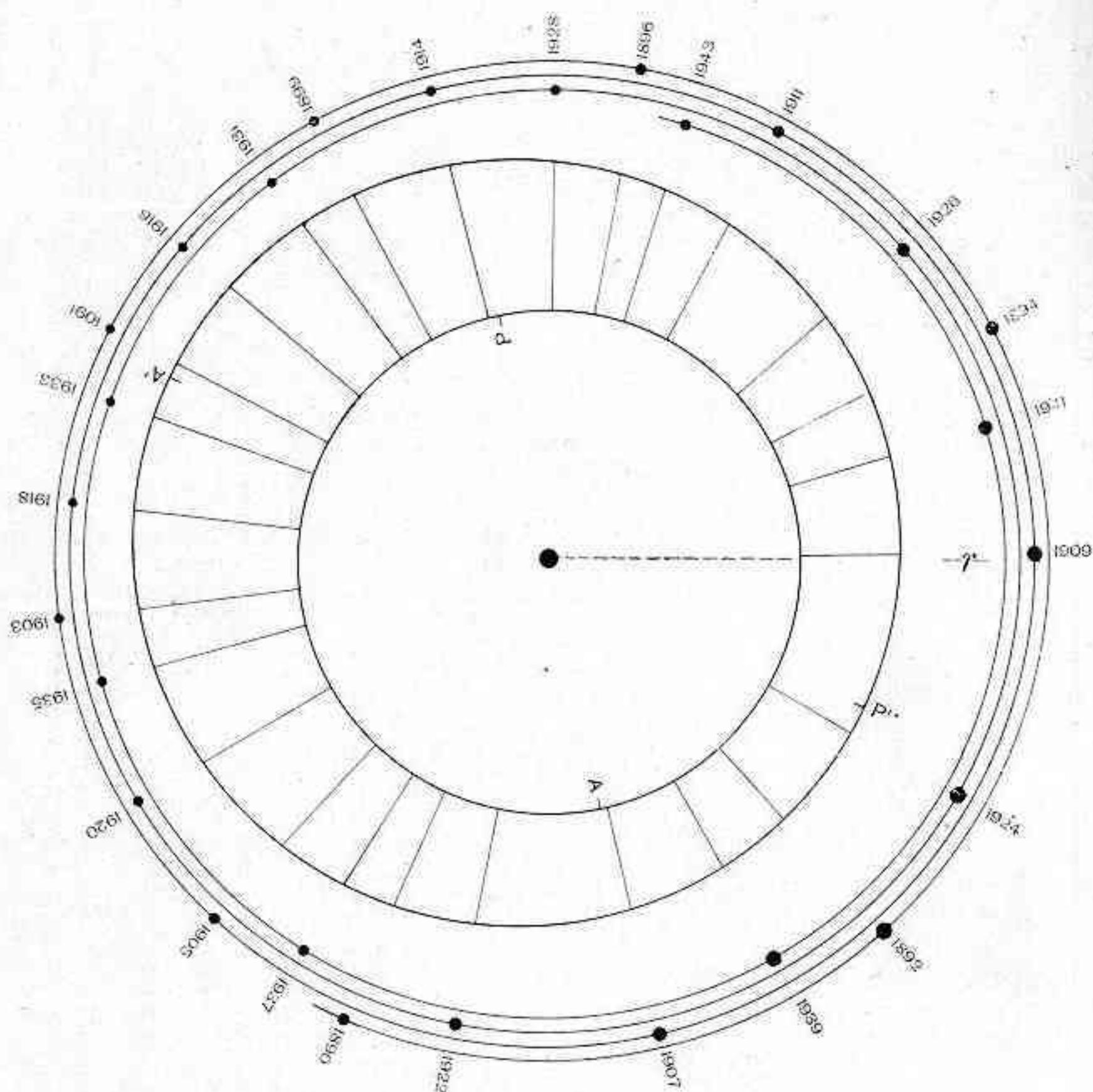


Fig. 9.—Posiciones relativas de Marte y la Tierra con respecto al Sol en los momentos de oposición desde 1890 hasta 1943, con indicación del tamaño aparente de Marte en dichos momentos.

presenta el Sol y el círculo interior la órbita de la Tierra. La diferencia de forma entre un círculo y la elipse verdadera es completamente imperceptible, pero he tomado la precaución de ubicarlo con la debida excentricidad, siendo *P* el punto de perihelio, ocupado

por la Tierra el 1º de enero, y *A* el afelio ocupado el 4 de julio. La dirección del equinoccio vernal, punto de partida para contar longitud, queda indicada por la línea punteada; la Tierra se halla en esta dirección el 23 de septiembre.

Felizmente la inclinación de la órbita de Marte es sumamente pequeña, de manera que las órbitas pueden considerarse prácticamente coplanares, y así he dibujado, en la misma escala, la órbita de Marte, cuyo perihelio se halla en *P'* y el afelio en *A'*. He hallado luego la longitud heliocéntrica de Marte en el momento de cada oposición desde 1890 hasta 1943. Poniendo la regla en dirección de una de estas longitudes, trazo el segmento de recta que une las órbitas. Las intersecciones de este segmento con las órbitas definen las posiciones de los respectivos planetas en la época correspondiente, y el diámetro aparente de Marte será inversamente proporcional a la separación de los dos puntos. Marcando entonces la intersección de la regla con la correspondiente vuelta de la espiral que circunda la figura, dibujo en esa intersección un pequeño disco circular cuyo diámetro es aproximadamente proporcional al de Marte en el momento de la oposición correspondiente.

Recorriendo entonces la espiral, el lector puede observar la sucesión de oposiciones señaladas por estos discos; su carácter favorable o desfavorable, por el tamaño del disco, y las posiciones correspondientes de los planetas en sus órbitas, refiriéndose a la parte interior del diagrama. Es digno de notarse que, a pesar de haber cuatro espiras dibujadas frente al perihelio de Marte, contra tres frente al afelio, las oposiciones son más numerosas en esta parte. Esto nos dice que las oposiciones desfavorables son bastante más frecuentes que las favorables.

Volviendo a la figura 8, en la curva que ocupa su parte superior están indicadas por las abscisas, las fechas de mayor acercamiento (que no es exactamente la fecha de oposición), en cada oposición desde 1875 hasta 1941, y por las ordenadas el diámetro máximo correspondiente. Sabiendo que cada uno de los puntos señalados es el vértice de una curva semejante a las otras tres ya dibujadas, puede darse cuenta el lector de las características generales de cualquiera de estas oposiciones.

Los puntos marcados en la curva superior de la figura 8 corresponden aproximadamente a los de la superposición de las espiras (más una vuelta anterior) de la figura 9. Se notará que, a pesar de abarcar 66 años, no se producen superposiciones de puntos

señalados. Esto se debe a que el período sinódico de Marte es incommensurable con el año. Sin embargo, no dejará de notarse cierta periodicidad, pues entre dos puntos correspondientes a oposiciones consecutivas hay otros dos, uno correspondiente a quince años antes de la primera y el otro a quince años después de la segunda. Estos dos puntos, que corresponden a oposiciones separadas por 32 años aproximadamente, están además, a menor distancia sobre la curva que los correspondientes a oposiciones separadas por menos años. Podemos confirmar estas periodicidades y hallar otras, desarrollando el período sinódico en forma de "fracción continuada"; desarrollo que se obtiene paso por paso, dividiendo cada vez la unidad por la fracción decimal resultante de la división anterior. Así tenemos:

$$\frac{1}{0,13539} = 7,38607; \frac{1}{0,38607} = 2,5902, \text{ etc.}$$

lo que nos conduce a la expresión:

$$P_s = 2 + \frac{1}{7 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \dots}}}}}}}$$

Utilizando luego esta expresión, hallamos los siguientes valores correspondientes:

Rotaciones sinódicas	Años (aprox.)	Valor real
1	2	2,135
7	15	14,948
15	32	32,031
22	47	46,979
37	79	79,009
96	205	204,997
325	694	694,002
421	899	898,999

También el hecho de ser desarrollo en fracción continuada nos asegura que cualquier par de números de este cuadro es una aproximación mejor que la de cualquier otro par de números enteros que no sean los de la próxima línea del cuadro, u otros mayores. Debido a la misma inconmensurabilidad de los períodos, no es posible llegar por este método a un valor realmente exacto, aunque el cociente:

$$\frac{899}{421}$$

expresa el valor del período sinódico con la misma exactitud que la fracción decimal antes hallada.

La periodicidad de 15 años que ya habíamos notado viene a confirmarse con la segunda línea del cuadro. En estos intervalos vienen series de cuatro o cinco oposiciones desfavorables, seguidas de dos o tres favorables, otras desfavorables, etc. También habíamos notado ya la mayor aproximación de 32 años, expresada en la tercera línea. Los datos de las líneas cuarta y tercera, en combinación con la evidente situación de privilegio que tiene la oposición de 1924 sobre la curva, nos indican que las mejores oposiciones en lo que resta del presente siglo serán las de 1971 y 1956, y la quinta línea indica que la del año 2003 será mejor todavía.

CÓMO CONSTRUÍ UN TELESCOPIO DE 8 PULGADAS DE APERTURA

Por **ERNESTO SABATO**

(Para la "REVISTA ASTRONÓMICA")

A manera de prólogo: una carta del Dr. Enrique Gaviola

Sr. D. Angel Pegoraro, Director de la REVISTA ASTRONÓMICA.

Estimado amigo:

El problema de escribir el contenido de la conferencia que sobre el tema: "La construcción de telescopios por el aficionado" tuviera el placer de pronunciar el 29 de diciembre último, para los "Amigos de la Astronomía", o, por lo menos, un resumen de la misma, es de difícil solución. En la conferencia, a pesar de que abusé de la paciencia del auditorio, no pude sino tocar algunos aspectos del tema. Si tratara de redactarla "in extenso", tendría que llenar muchas lagunas, y el resultado sería un libro sobre la materia. Tengo el deseo y la intención de escribirlo, pero más adelante. Aún no tengo suficiente experiencia personal sobre el arte — o la técnica — de hacer telescopios. En lo que va desde la conferencia hasta ahora, mis amigos el Dr. Ernesto Sabato, y los estudiantes señores Adolfo Iglesias y Ricardo Platzeck han terminado sendos espejos parabólicos de 20 centímetros de diámetro. Los dos primeros han construido ya sus respectivos montajes ecuatoriales, plateado los espejos y observado cuerpos celestes y terrestres. Yo he refigurado mi espejo parabólico de Pyrex de 15 cm. y acabo de terminar uno de 20 cm., parabólico, bueno al centésimo de longitud de onda. Aunque suene a cosa difícil, es fácil hacerlo: lo fundamental e indispensable es un aparato de Foucault con una fuente de luz ("estrella artificial") suficientemente intensa y concentrada; una ranura, paralela a la cuchilla, de algo así como 1 mm. de altura y menos de 0,1 mm. de ancho, y un tornillo que permita medir las diferencias entre los radios de curvatura de las diferentes zonas con

una precisión de no más de 3 ó 4 centésimas de milímetro. Si el espejo ha de terminarse "sólo" al décimo de longitud de onda, la ranura puede tener 0,1 mm., o algo más, de ancho, y las diferencias de radios de curvatura zonales no necesitan ser medidas con precisión mayor de 0,1 mm. Pero el aparato de Foucault me ha hecho perder el hilo de mi discurso: se trataba de justificar, amigo Pegoraro, el que, siguiendo la línea de menor resistencia, yo le haya pedido al colega Sabato que escriba una descripción de cómo él construyó su telescopio, descripción que le ruego a usted acepte en lugar del prometido resumen de mi conferencia. Los "Amigos de la Astronomía" saldrán ganando con el cambio: en lugar de una disquisición abstracta sobre métodos de esmerilar, pulir, figurar, etc., tendrán así una descripción concreta de cómo un aficionado construyó su primer telescopio reflector. La exposición del colega Sabato es lo suficientemente amplia para que, siguiéndola, otros "Amigos" puedan hacer sus anteojos sin tropiezos. Si los tuvieran, yo tendría placer en recibir consultas al respecto y contestarlas. Eso sí, las consultas deben ser de aficionados que, por lo menos, ya hayan empezado a rascar el vidrio con Carborundum N° 40, y sobre puntos concretos.

Permítaseme que agregue un consejo final para los numerosos "Amigos" que empezarán a construirse sus telescopios en cuanto lean este número de la REVISTA: *No intenten parabolizar el espejo si no tienen un aparato de Foucault que les permita medir las diferencias de radios de curvatura con una exactitud siquiera de medio milímetro; déjenlos esféricos y úsenlos esféricos en el telescopio; olvídense de la parábola, hasta disponer del aparato de Foucault adecuado.* Si la distancia focal elegida no es muy corta, no notarán diferencias en el trabajo, o placer de observación. ✕

Cordialmente

Enrique Gaviola.

La Plata, mayo 8 de 1937.

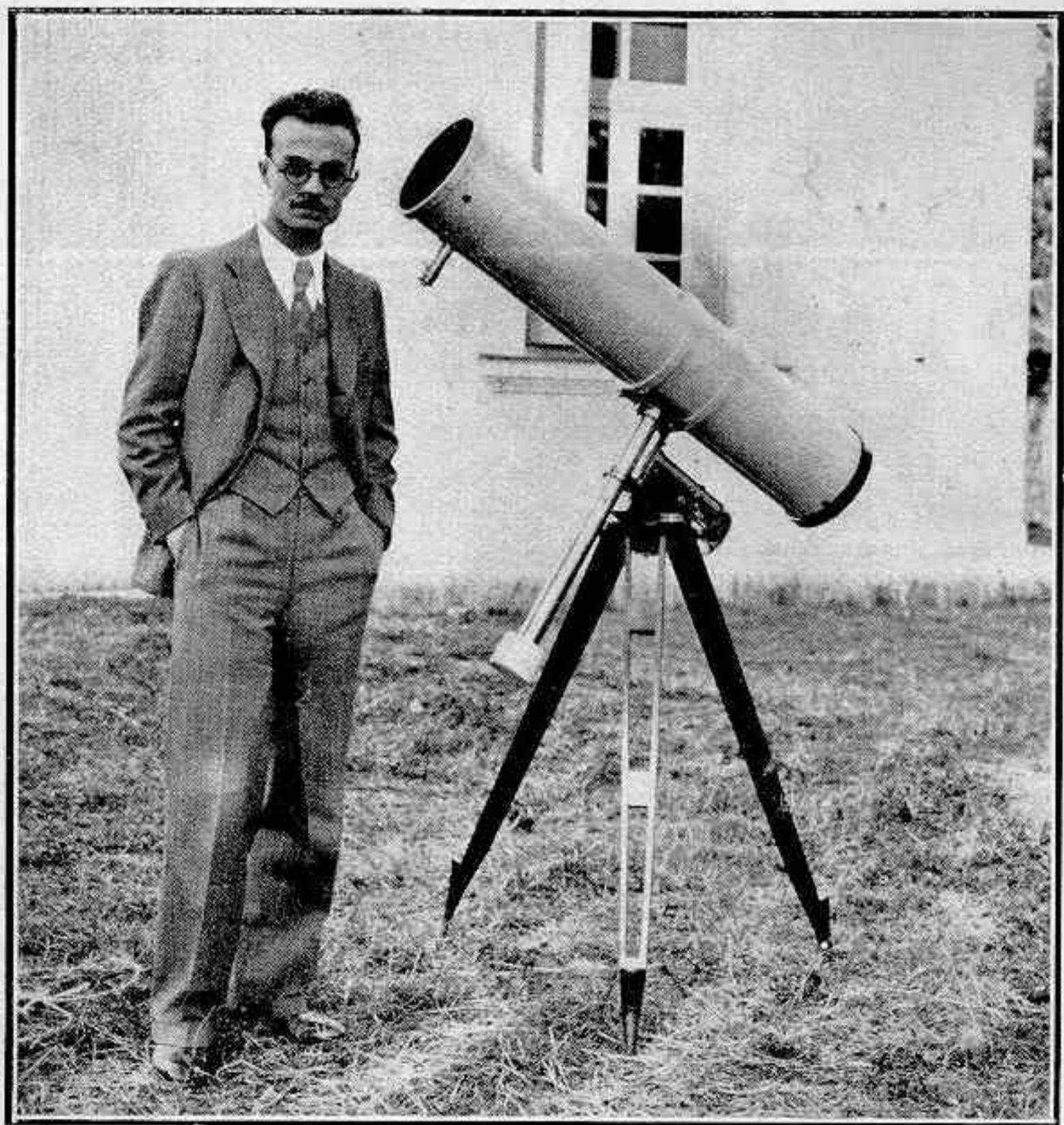


Fig. 10.—El autor junto a su telescopio.

PRIMERA PARTE

Esmerilado y pulido del espejo

INSTALACION. — Antes que nada adquirí en una ferretería naval dos discos de vidrio, conocidos comunmente bajo el nombre de “ojos de buey” de 20 centímetros de diámetro; uno de ellos era el destinado a futuro espejo y tenía de espesor $1/8$ de su diámetro, a fin de que no sufriera fáciles deformaciones, una vez en uso. El otro de 1 centímetro de espesor sería el destinado a “herramienta”.

Luego torneé un bloque circular de madera de 20 centímetros de diámetro y 1 pulgada de espesor; encima de él coloqué un disco del mismo diámetro de goma esponja, para lograr así un asiento uniforme de la herramienta; la goma esponja iba recubierta por un disco de hule de unos 25 centímetros de diámetro, disco que fijé fuertemente con un piolín sobre el canto del bloque de madera. Fi-

nalmente, encima de todo puse el disco de vidrio destinado a herramienta y a los efectos de que durante el trabajo no sufriese desplazamientos laterales coloqué unos topes, fijos al disco de madera. En la figura 11 puede observarse la disposición de estos elementos. Co-

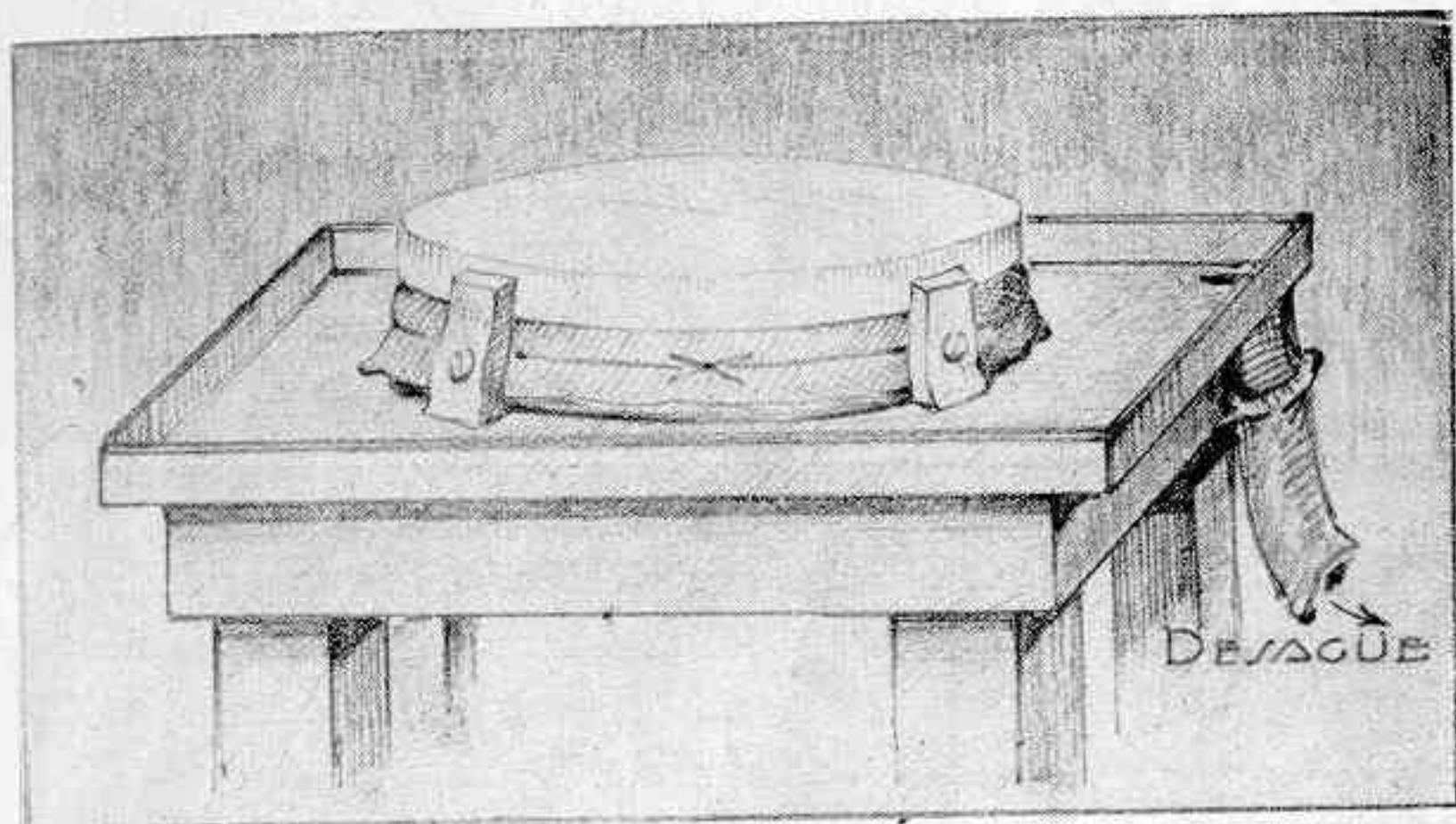


Fig. 11.—La herramienta para esmerilar, su soporte y la mesa de trabajo.

mo puede verse, el todo iba colocado encima de una asadera, de borde bajo, con desagüe, lo cual permitía hacer rápidos y cómodos lavajes. La mesita, que servía de base, era del tamaño aproximado de una mesita de luz, con el objeto de que pudieran realizarse libremente los movimientos que detallaré más adelante. Para poder trabajar con el espejo en forma cómoda y conveniente, por muchos

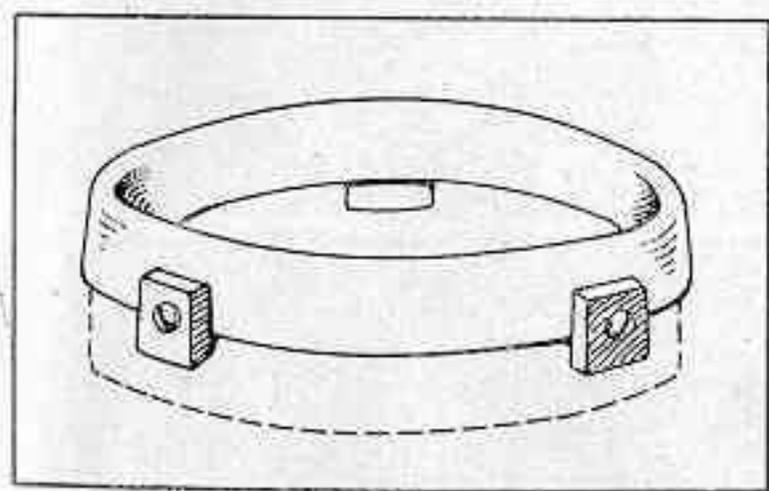


Fig. 12.—La manija para guiar el espejo.

conceptos, usaba para manejar el espejo una manija de madera, circular, con unos topes que permitían guiar el bloque de vidrio (figura 12).

ESMERILADO. — En estas condiciones comencé el trabajo de esmerilado procediendo en la siguiente forma: sobre la herramienta eché una cucharadita de

carborundo N° 40 (*), agregué un poco de agua, coloqué encima el bloque de vidrio destinado a espejo, en la forma que indica la figu-

(*) Los abrasivos Carborundum se consiguen en la "Carborundum Company" Belgrano 964. Bs. As., en paquetes de 1 libra a \$ 1.— c/u. o en cantidades de 10 libras a \$ 0.80 la libra. Con una libra de cada grado (40, 120, 280, F, FF y FFF) hay suficiente para varios espejos.

13 (“centro casi sobre borde”) e inicié un triple movimiento de este tipo:

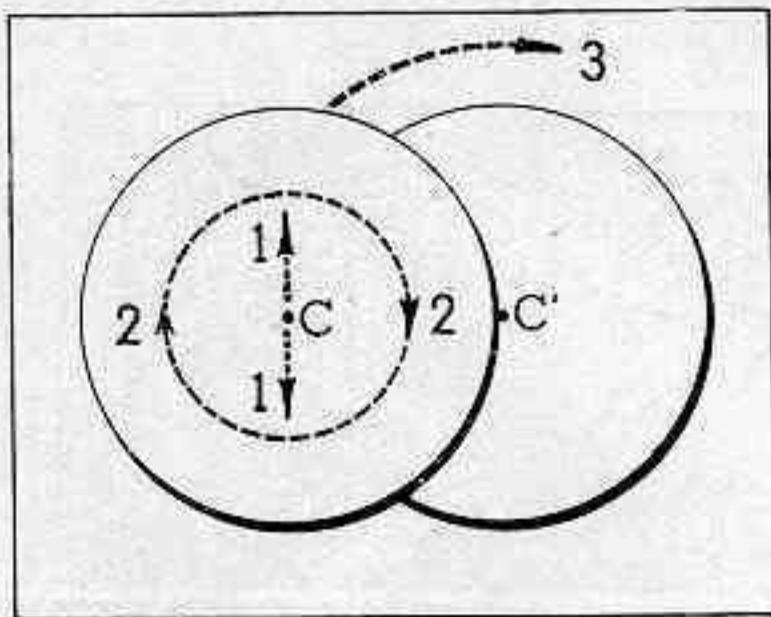


Fig. 13.—Los tres movimientos fundamentales al empezar a esmerilar.

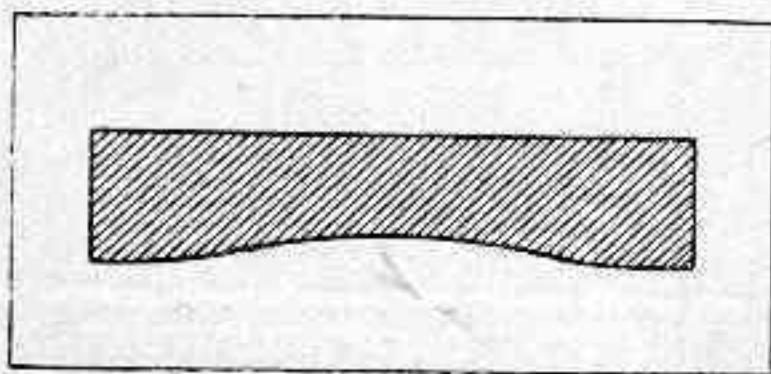


Fig. 14.—Como se desgasta el espejo con los movimientos de la figura anterior.

herramienta en los bordes, de manera que existe la tendencia a formar en el espejo una superficie del tipo que indica la figura 14.

Proseguí este movimiento durante unos cinco minutos, lapso que se denomina en la jerga del ramo “una mojada”. Al cabo de este tiempo el grano de carborundo está completamente molido y es inútil seguir trabajando. Una vez concluída la mojada saqué el espejo, coloqué otra cucharadita de carborundo N^o 40 y repetí el triple movimiento pero con la siguiente variante: en vez de colocar el centro C del espejo sobre el borde de la herramienta lo puse sobre el centro C' de la misma (lo que se llama “carrera centro sobre centro” o “carrera normal”, en contraposición de la anterior que se denomina “carrera con desplazamiento”). Debo agregar que la amplitud total (de extremo a extremo) del movimiento que indican las flechas 1 era de unos siete centímetros, es decir de $1/3$ del diámetro.

En contra de lo que pasa con la carrera desplazada, la carrera

- 1^o Un movimiento oscilatorio (flechas 1),
- 2^o Un lento movimiento de rotación alrededor del centro C del espejo (flechas 2),
- 3^o Un lento movimiento de todo el espejo alrededor de C' (flecha 3), para lo cual era necesario ir caminando alrededor de la mesita.

Los movimientos 2 y 3, si no son efectuados con velocidades angulares muy diferentes, es necesario que sean hechos en el mismo sentido.

Estos tres movimientos eran simultáneos, lo que no es tan difícil de lograr como parece, pues ellos terminan por hacerse en forma completamente mecánica. Estos desplazamientos hacen que el espejo vaya gastándose preferentemente en la parte central y la

normal tiende a formar una superficie esférica convexa en la herramienta y otra cóncava y del mismo radio en el espejo, ya que solamente dos superficies esféricas del mismo radio son capaces de mantener el contacto en todos sus puntos cuando se realiza el triple movimiento que caracteriza a la carrera normal.

Después de haber completado una mojada en estas condiciones, realicé nuevamente otra con desplazamiento y así alternativamente hasta obtener la curvatura deseada.

La razón de usar dos tipos distintos de carrera es la siguiente: con el primero se obtiene rápidos avances, pero en cambio la superficie no es esférica, como es necesario; con el segundo, se obtienen superficies esféricas, pero en cambio se progresa lentamente. Una combinación de ambos es entonces lo recomendable, aunque, por supuesto, podría utilizarse únicamente el segundo tipo si no se tuviera apremio.

Proseguí con este trabajo durante una hora, al cabo de la cual decidí ver si ya tenía la curvatura deseada que correspondía a un radio de 240 centímetros (*). Para ello coloqué el espejo de canto sobre una mesa, lo mojé bien para que la superficie esmerilada pudiese reflejar la luz y me situé enfrente de su cara cóncava, a unos 3 metros de distancia, provisto de una linterna encendida que coloqué a la misma altura del espejo y al lado del ojo. Si moviendo la linterna hacia la derecha la imagen se desplaza en el mismo sentido, entonces estamos dentro del centro de curvatura O del espejo (fig. 15); si en cambio la imagen se mueve hacia la izquierda, esta-

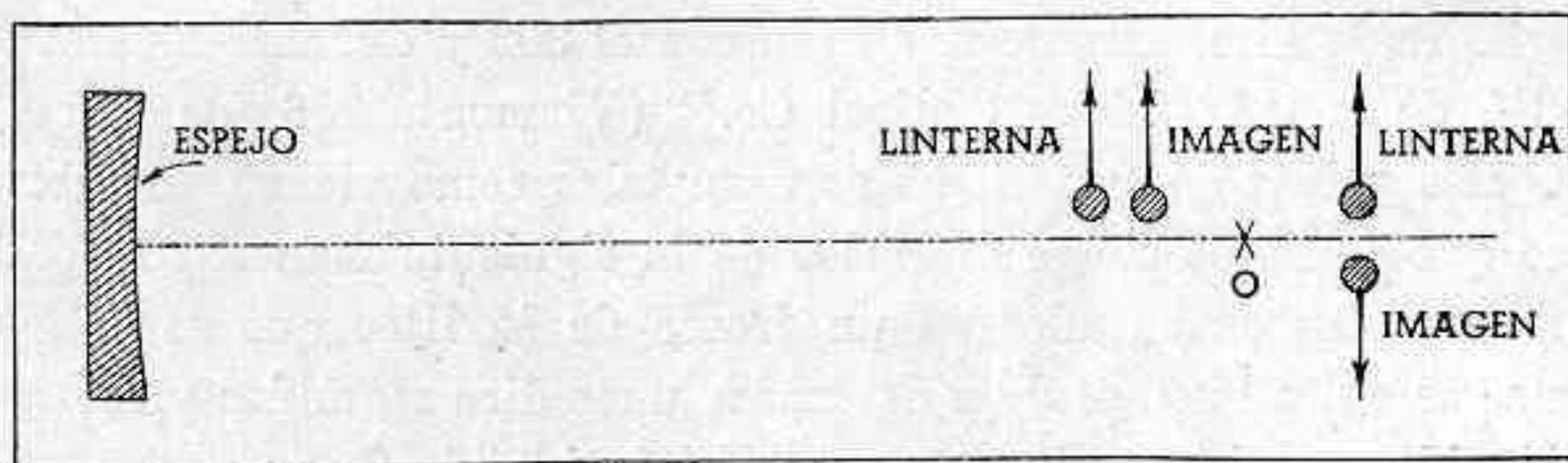


Fig. 15.—Determinación del centro de curvatura del espejo esmerilado, mojando su cara.

mos fuera del centro de curvatura. De esta manera podemos definir con suficiente aproximación la posición del mismo. Constaté así de que todavía me faltaba algo para lograr mi objetivo: el radio era

(*) En ese caso la distancia focal es, como se sabe, 120 centímetros, o sea 6 veces el diámetro del espejo. Un espejo de estas características se denomina $f/6$.

superior a 240 centímetros. Después de una hora y media de trabajo con el 40, obtuve un radio de aproximadamente 230 centímetros. Con esto cesó la labor con el 40, pues el carborundo más grueso tiene por objeto dar la curvatura deseada; los otros números no varían sensiblemente la misma y sólo cumplen con el cometido de ir borrando los surcos dejados por los anteriores.

Antes de pasar al segundo carborundo (Nº 120) hice un cuidadoso lavado con manguera de todas las partes de la instalación, con el fin de que no quedase algún grano del 40, que pudiera dar un disgusto en las operaciones ulteriores. Este lavado, por otra parte, lo hice al terminar con cada número de carborundo.

Una vez hecho el lavado comencé el trabajo con el Nº 120, procediendo siempre por mojadadas de unos cinco minutos. La carrera ahora era siempre normal, es decir, centro sobre centro y con movimientos de un tercio, ya que ahora no hay que cambiar la forma del espejo sino simplemente alisarlo. Después de trabajar una hora con el 120, lavé nuevamente y pasé al 220, F, FF, FFF, una hora con cada uno.

Es oportuno decir que mantuve siempre los bordes del espejo y de la herramienta con un pequeño bisel, que hacía con una piedra de esmeril a mano, con el objeto de evitar la rotura de pequeños trozos de vidrio de los bordes, que pudieran deslizarse en la superficie de frotación y provocar rayas considerables.

ESMERILADO FINO. — El esmerilado con el carborundo FFF no ofrece aún una superficie suficientemente fina como para empezar a pulir. Es necesario trabajarla todavía con polvos de esmeril. Yo lo hice durante una hora con el 302 y durante otra con el 303½ de la "American Optical Co." (Viamonte 758, Bs. Aires).

Los polvos de esmeril no se usan tales como vienen de fábrica, sino que es necesario prepararlos de la siguiente manera: se echan unas cuantas cucharadas en un frasco de $\frac{1}{4}$ litro que se llena de agua; se agita bien, se deja descansar unos diez segundos y se vierte el líquido con el esmeril en suspensión (cuidando de no perturbar el sedimento de esmeril grueso y sustancias extrañas que quedan en el fondo) en otro frasco de boca ancha. Esta mezcla es la que debe usarse, pero con el fin de que sea un poco más espesa se deja descansar durante una hora y se tira luego la mayor parte del agua que resta, dejando una suspensión tan espesa como leche condensada.

Con los esmeriles procedí, por lo demás en general, exactamente igual que con los carborundos.

Después de trabajar una hora con cada esmeril tuve la seguridad de que la superficie estaba en condiciones de pulido. Una regla empírica que permite discernir si el espejo está realmente en condiciones de ser pulido, es la siguiente: se coloca un diario en la mesa y se lo observa a través del espejo; si es posible observar a una pulgada de distancia letras relativamente grandes, entonces el espejo está suficientemente preparado. Se entiende que no es el caso de contentarse con algún titular de los modernos diarios vespertinos, es necesario ver letras de un tamaño decente, p. ej., cuerpo 18.

Como el borde del espejo, en general, se come menos que el centro, resulta que mientras la parte central está ya apta para ser pulida, el borde puede estar considerablemente retrasado. Para evitar esto en las últimas etapas de esmeril fino hacía una mojada con la herramienta abajo y otra con la herramienta arriba, alternativamente.

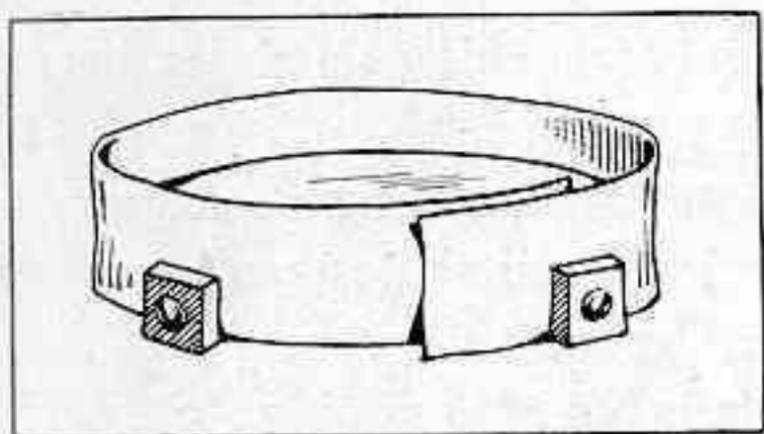


Fig. 16.—La herramienta preparada para recibir la brea y transformarse en herramienta de pulir.

derretida hasta formar una capa de unos tres milímetros (*); cuando ya se había endurecido un poco, mojé bien el espejo (la brea no se pega en vidrio húmedo) y lo puse encima de la herramienta apretando con fuerza para que la capa de brea adquiriese la forma del vidrio.

Luego determiné el centro de la

PULIDO. — Después de hacer una cuidadosa limpieza, sequé bien la herramienta y la rodeé con una cinta de papel dejando un reborde de un centímetro (fig. 16). Inmediatamente vertí brea

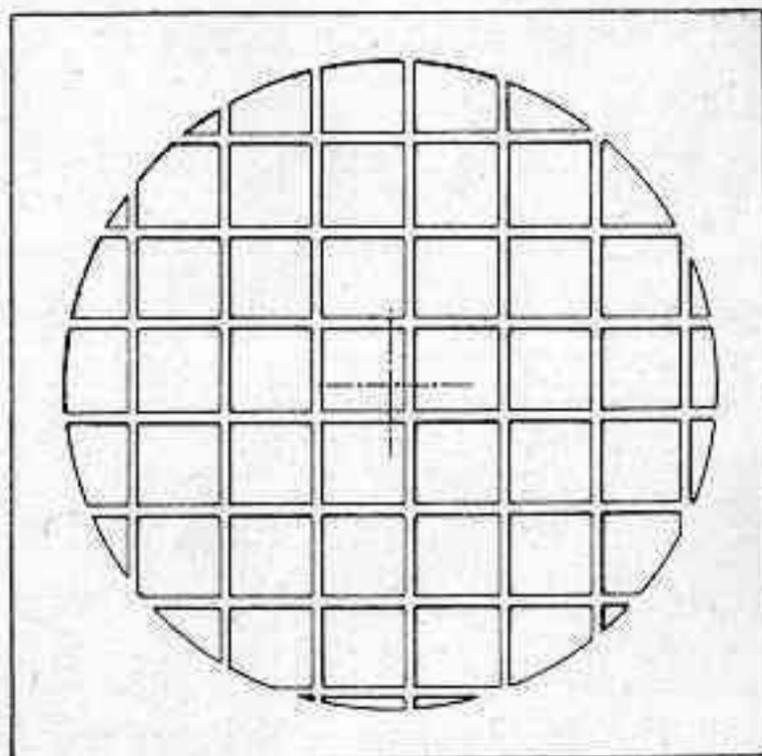


Fig. 17.—La herramienta de pulir terminada, con la brea cortada en pancitos.

(*) La brea no debe ser cuando está fría, ni demasiado dura ni demasiado blanda: apenas debe podérsela rayar con las uñas. Si es excesivamente blanda, puede endurecérsela hirviéndola hasta que, enfriada, tenga la consistencia deseada. Conviene hervir al aire libre, pues los vapores que se desprenden son tóxicos. Si es excesivamente dura (lo cual será raro) puede ablandársela agregando 5 a 10 % de cera de abejas o una cucharadita de aguarrás.

herramienta y tracé un cuadrículado de unos tres centímetros de lado en la forma que indica la fig. 17, cuidando de que el centro no coincidiese ni con un cruce de líneas ni con el punto central de uno

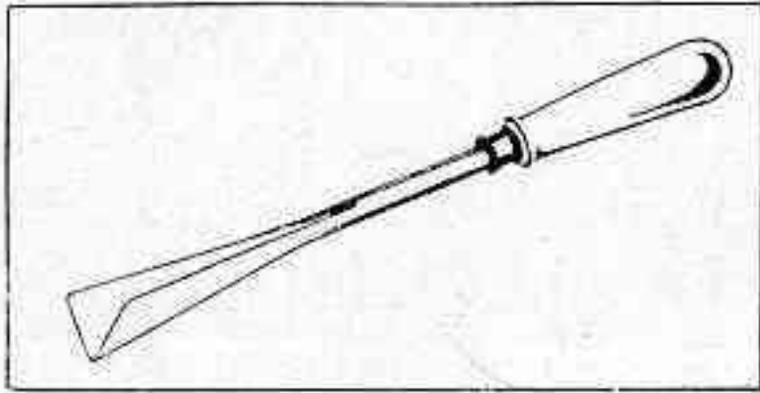


Fig. 18.—El “arado” para abrir los surcos de la herramienta de brea.

de los cuadritos. Inmediatamente, provisto del instrumento que muestra la fig. 18, (que el doctor Gaviola ha bautizado con el nombre de “arado”) y siguiendo el trazado de las líneas construí canales que hacía llegar hasta el vidrio. El objeto de estos canales es el siguiente:

1º Permitir un contacto más perfecto entre espejo y herramienta, facilitando el achatamiento de aquellas zonas que eventualmente pudieran estar levantadas respecto a las restantes.

2º Facilitar la libre circulación del “rouge” en toda la herramienta, lo que asegura un pulido más uniforme.

La razón de que el centro de la herramienta no deba caer en una esquina ni en el centro de uno de los pancitos de brea, es evitar que durante el pulido se produzca en el centro del espejo una zona menos pulida (y por lo tanto levantada) o más pulida (y por lo tanto deprimida), y otras zonas circulares en el resto de la superficie.

Una vez hechos los canales, calenté la herramienta en bañomaría hasta unos 60 grados, para que la brea se ablandase un poco, la puse nuevamente en su lugar y, colocando el espejo encima, apreté enérgicamente para que los pancitos se adaptasen perfectamente a la forma de aquél. Esta operación la repetí hasta lograr un contacto perfecto, rehaciendo los canales cada vez que se habían estrechado demasiado. Finalmente, una vez bien logrado el contacto y enfriada la brea, la mojé bien y dejé descansar sobre ella el espejo en frío. Para darle tiempo a lograr un buen asiento me fuí a tomar el té y luego de una hora volví con fuerzas y ánimo como para liquidar el pulido antes de la cena.

Para que el contacto entre espejo y herramienta de brea sea perfecto — condición fundamental para un buen terminado de la superficie — es necesario, cada vez que se reasume el pulido o parabolizado, dejar asentar el espejo sobre la brea en frío, durante una o varias horas. Se evita que el vidrio se adhiera a la brea, mojando bien ésta y cubriéndola con una buena capa de “rouge”. Si se deja

el espejo encima de la herramienta más de cuatro o cinco horas, es prudente substituir el agua por glicerina y agua (50-50) o por agua con jabón.

Después de haber cumplido con estos requisitos comencé el pulido. Usé para ello el "rouge" o "rojo de joyero" que preparé por decantación en la misma forma que los esmeriles, pero dejando descansar 20 segundos en vez de 10. Procedí por mojadadas de cinco minutos y carrera normal de un tercio. Después de seis horas de pulido verifiqué por medio de una lupa que la superficie ofrecía un aspecto satisfactorio. Solamente se veían dos pequeñas rayas muy poco profundas cercanas al borde, que seguramente fueron causadas por algún trozo de vidrio desprendido del borde.

Antes de finalizar esta primera parte, me parece conveniente decir dos palabras sobre lo que se llama "borde rebajado"; posiblemente se deba fundamentalmente a las dos razones siguientes:

- 1º Capa de brea demasiado gruesa y
- 2º Demasiado blanda.

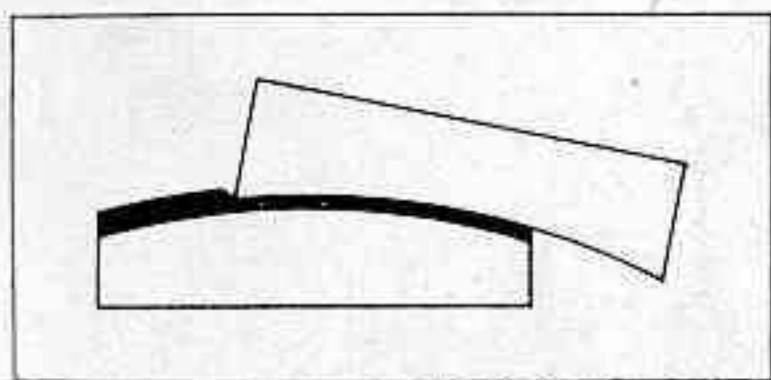


Fig. 19.—Origen del borde rebajado, el "cuco" de los antiguos hacedores de espejos.

En esas condiciones, al hacer la carrera, se produce el fenómeno que muestra la fig. 19 en forma exagerada: la brea levantada delante del espejo tiende a comer el borde del mismo. Es por ello que no es recomendable el uso de una capa gruesa y blanda de brea. En mi caso, no he sufrido en ningún momento el fenómeno del borde

rebajado, lo que atribuyo a que era suficientemente dura y a que no tenía mucho más de un milímetro de espesor, después de haber sufrido las compresiones a que hice referencia.

SEGUNDA PARTE

Parabolizado

EXAMEN DEL ESPEJO ESFERICO. — Una vez finalizada la operación de pulido es necesario comprobar si el espejo es realmente esférico. Para ello me he valido del conocido método de Foucault, del cual haré una breve reseña (*).

Sea O el centro de curvatura del espejo (fig. 20 a). Si a la derecha del eje óptico OC existe una fuente puntual de luz que puede ser dada por una lámpara y una rendija R , el espejo forma-

(*) Ver, por ejemplo, Ronchi: "La prova dei sistemi ottici".

rá su imagen en un cierto punto R' . Si coloco el ojo poco detrás del punto R' , veré todo el disco del espejo uniformemente iluminado. Si

ahora hago avanzar de izquierda a derecha una cuchilla K , que esté en el plano de la rendija, hasta cortar el cono de luz reflejada, pueden suceder tres casos:

1º Si la rendija está en una posición tal como indica la figura 20 a, es decir, más adentro que el centro de curvatura O , entonces, mientras la cuchilla avanza de izquierda a derecha, el ojo percibirá una sombra que va cubriendo la superficie iluminada del espejo,

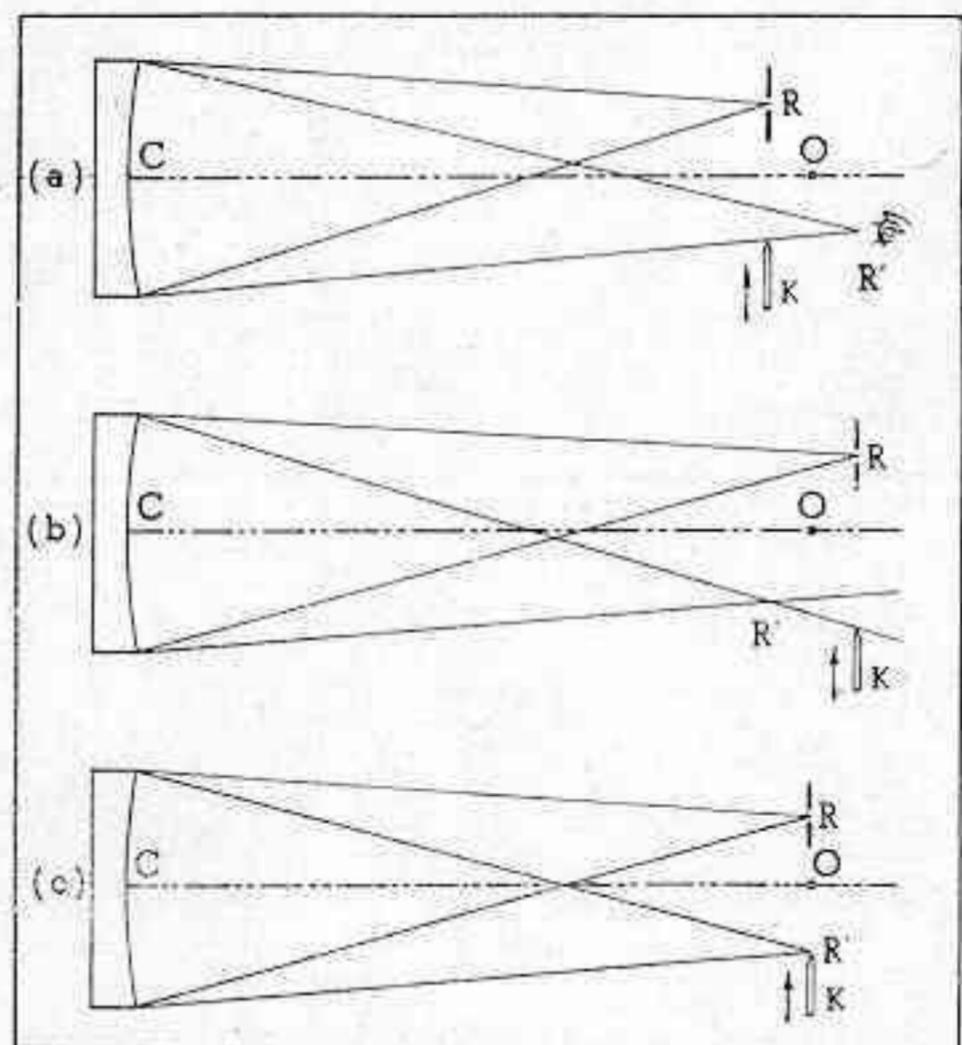


Fig. 20.—Explicación de las sombras que se ven con el aparato de Foucault.

también de izquierda a derecha.

2º Si, en cambio, la rendija está fuera del centro de curvatura (fig. 20 b), la sombra avanzará de derecha a izquierda, debido a que la cuchilla corta ahora el cono de luz después del entrecruzamiento de los rayos.

3º Si, por último, la rendija está en el mismo plano O (fig. 20 c), entonces, al avanzar la cuchilla, la luz de la superficie observada se extinguirá simultánea y uniformemente en todos los puntos, si el espejo es rigurosamente esférico. ✕

Supongamos, en cambio, que el espejo no tiene completamente esa forma, sino que presenta una zona anular levantada, tal como lo muestra en corte la figura 21. En tal caso, mientras la parte esférica del espejo da una imagen de la rendija R en R' , resulta que rayos tales como los punteados dan una imagen en R'' .

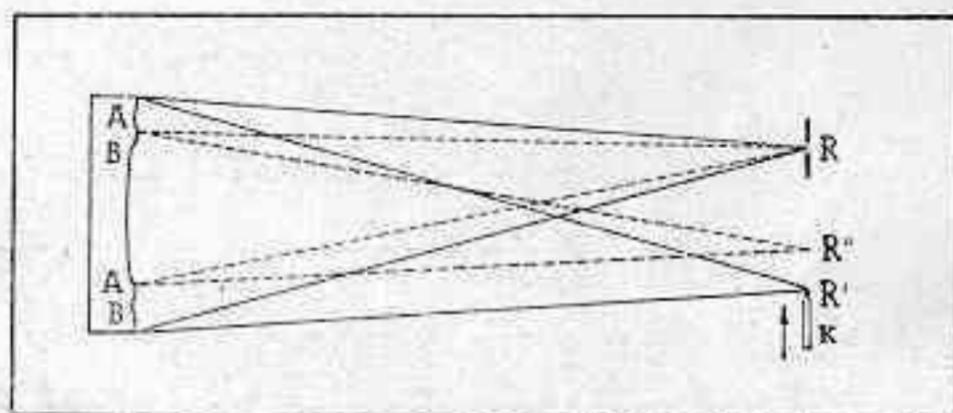


Fig. 21.—Por qué una zona levantada aparece como en la figura 22.

¿Qué consecuencia trae eso? Es evidente que cuando la cuchilla lle-

que al punto R' provocará el obscurecimiento de todo el disco, con excepción de los bordes $A A$ del anillo que miran hacia la derecha,

debido a que la luz que incide en esos puntos se concentra en R'' , punto que no es alcanzado aún por la cuchilla. Por análogas razones, los puntos $B B$ aparecerán más oscuros que el resto del disco. En suma, el aspecto que presentará éste es el que ofrece la figura 22.

Para hacer esta clase de observaciones yo he usado el aparato que muestra la fotografía fig. 23 y que ha sido construido en el Observatorio Astronómico de La Plata, por el señor Gregorio Plotnikoff, según indicaciones del Dr. Gaviola. El tornillo T_1 permite los movimientos laterales de la cuchilla y el T_2 los longitudinales. Puede observarse también que la lámpara no está detrás mismo de la rendija, sino que, para evitar diversos inconvenientes, se halla a un costado, a unos quince centímetros de ella, siendo su luz reconducida a la rendija por un sistema óptico adecuado. Es evidente que la sensibilidad del método se hace tanto mayor cuanto más angosta sea la rendija; pero por otro lado, si la rendija es circular, eso trae como consecuencia la disminución de la intensidad luminosa. Para evitar este inconveniente, se la ha hecho en forma rectangular dándole 0.04 milímetros de ancho y una altura de 1 milímetro; la altura contribuye a aumentar la intensidad, mientras que el pequeño ancho asegura una gran sensibilidad.

Fig. 22.—Aspecto de una zona levantada, observada por el método de Foucault.

El examen de mi espejo reveló que era rigurosamente esférico y con un radio de curvatura de 225 centímetros.

El examen de mi espejo reveló que era rigurosamente esférico y con un radio de curvatura de 225 centímetros.

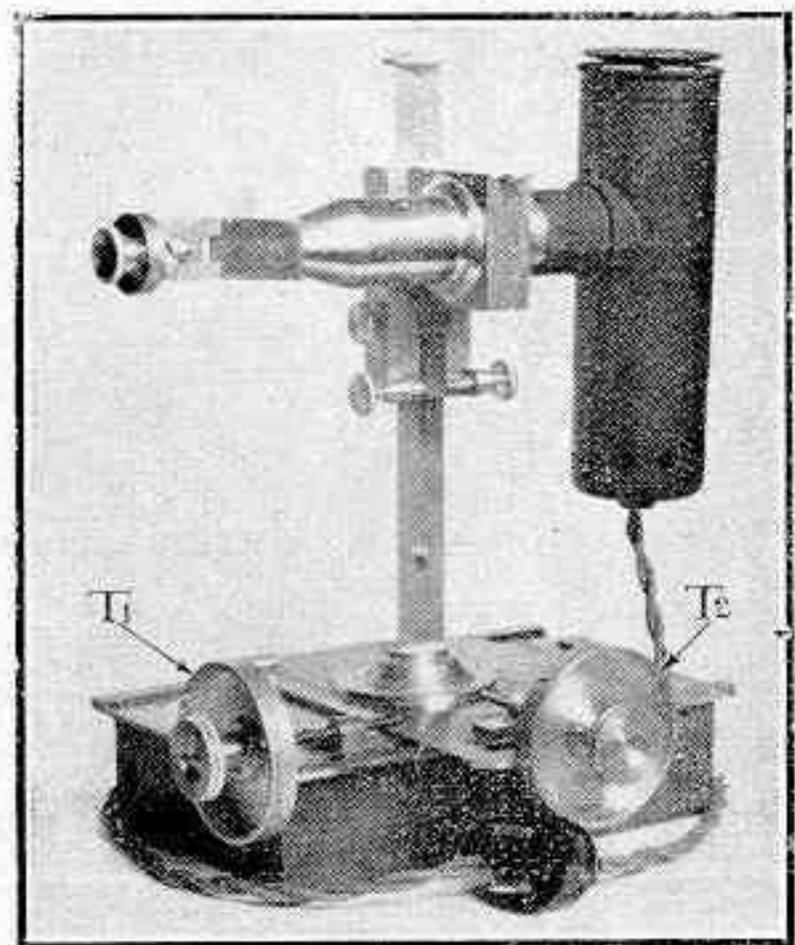
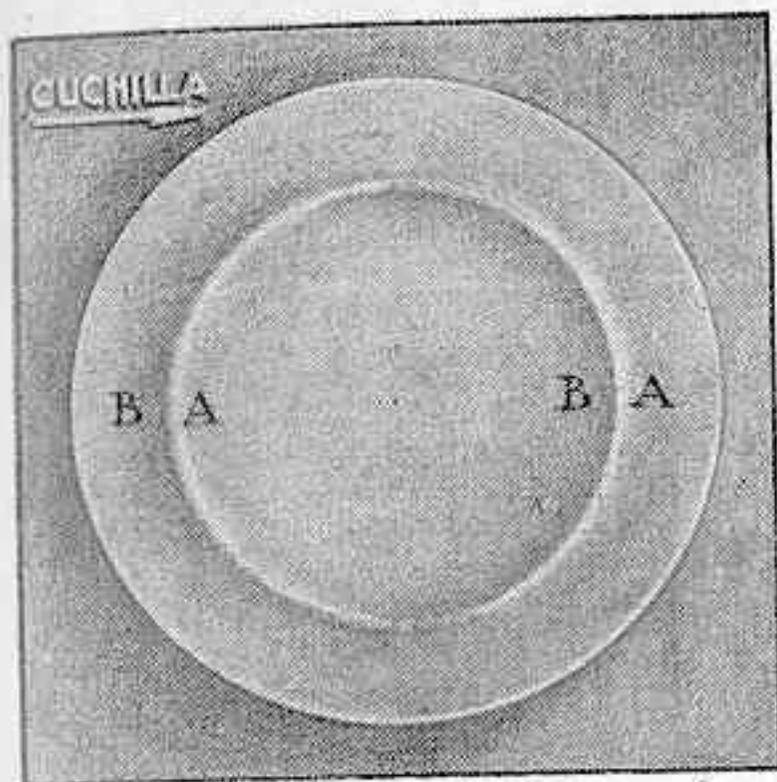


Fig. 23.—Aparato para aplicar el método de Foucault.

ESFERA Y PARABOLOIDE. — Es sabido que si sobre un espejo esférico inciden rayos paralelos al eje OC (por ejemplo, los que provienen de una

estrella) no se encuentran en un punto, sino que hay toda una zona focal (fig. 24 a). Este fenómeno, que es lo que se denomina "aberración esférica", es causa de una imagen defectuosa.

En cambio, un espejo parabólico está exento de aberración (fig. 24 b), por lo cual es preferible al esférico.

De acuerdo con esto, el espejo obtenido en las operaciones preliminares, debe ser sometido al trabajo

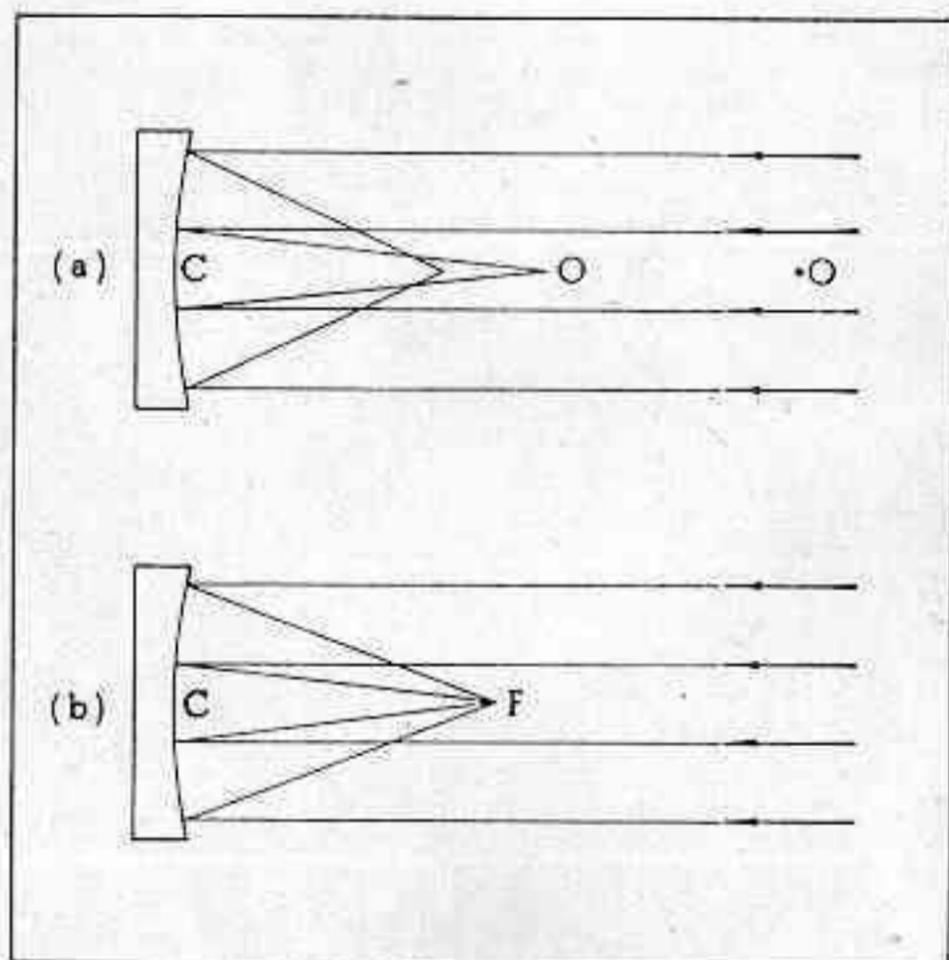


Fig. 24.—a) Aberración de un espejo esférico (exagerado). b) Espejo parabólico.

de "parabolizado" que es, fuera de toda duda, la parte más difícil de todas. Para ello es necesario "cavar" el espejo hasta pasar de la curva esférica E a la de una parábola tal como la P (fig. 25); para hacerse una idea de lo delicado de esta operación, hay que tener en cuenta que el espesor que hay que cavar en el centro del espejo es:

$$\tau = \frac{d^4}{1024 f^3}$$

en la que d es igual al diámetro del espejo y f es igual a la distancia focal.

En el caso de nuestro espejo, siendo $f = 112,5$ centímetros y $d = 20$ cm. resulta como valor aproximado de τ , 1 micrón (*) (cerca de dos longitudes de onda).

Esto, en lo atinente a las diferencias altimétricas de las dos curvas.

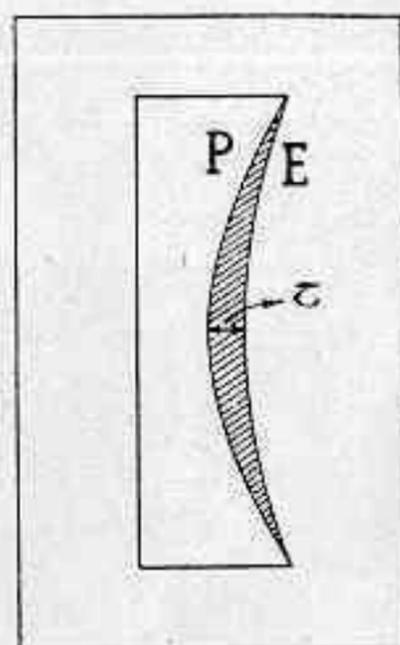


Fig. 25. — Lo que hay que rebajar para pasar del esférico al paraboloide (fuertemente exagerado).

(*) Ver. por ejemplo, Bouasse: Appareils de mesure et d'observation, pág. 235.

En cuanto a los radios de curvatura, sabemos que, mientras en la esfera ese radio es igual para todas las zonas, en la parábola tiene el valor R_0 en el centro y un valor R creciente a medida que nos alejamos del mismo. La teoría enseña que el valor del radio R , para un punto del espejo que está a una distancia r del centro, es

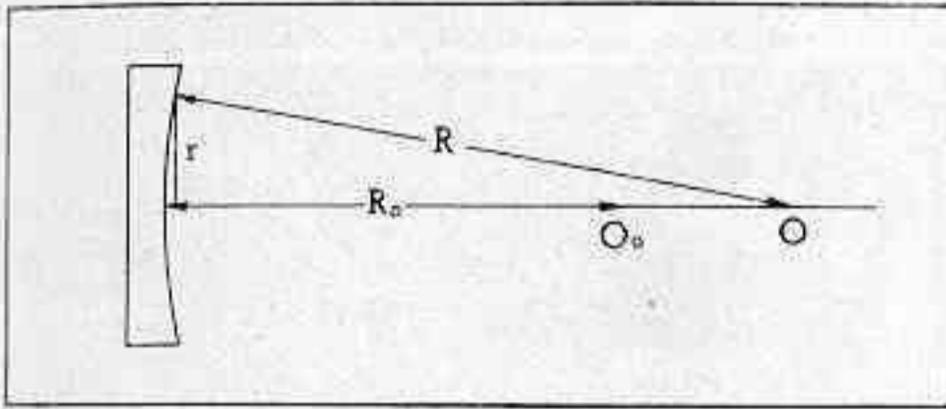


Fig. 26.—Explicación gráfica de las magnitudes de la fórmula (1) para calcular los radios de curvatura de diversas zonas.

$$R = R_0 + \frac{r^2}{2 R_0}$$

o también

$$\Delta R = R - R_0 = \frac{r^2}{2 R_0} \quad (1)$$

PARABOLIZACION DEL ESPEJO. — De acuerdo con todo esto, es necesario realizar en el espejo un trabajo tal que se obtenga, lo más aproximadamente posible, el paraboloide teórico. La cantidad de vidrio a sacar es tan pequeña, según se ha visto, que esa operación se hace simplemente con un pulido adecuado. Yo he procedido en la siguiente forma: ponía al espejo centro casi sobre borde (figura 27) e iniciaba un movimiento en la forma que indica la flecha quebrada 1, realizando al mismo tiempo los otros dos movimientos conocidos 2 y 3. En esta forma, el espejo se va comiendo mucho en el centro y menos a medida que nos acercamos al borde.

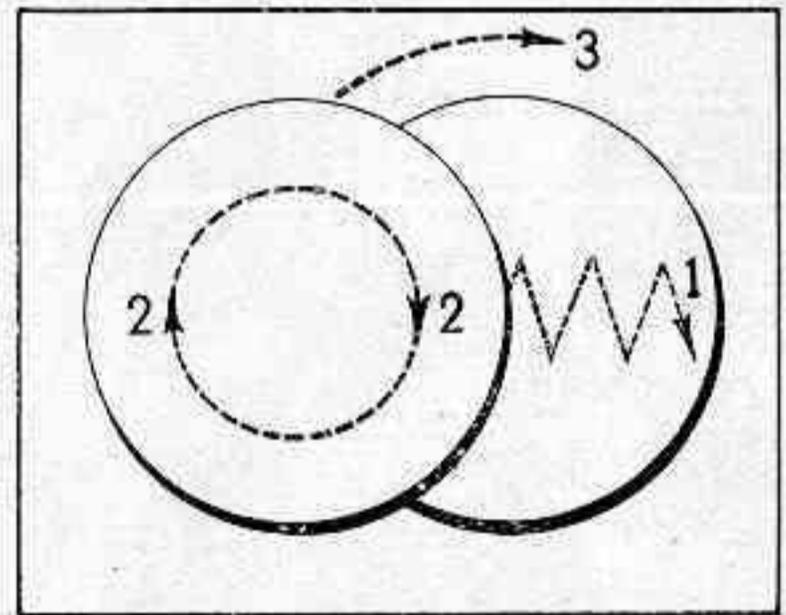


Fig. 27.—Movimientos usados para pasar de la esfera al paraboloide.

Esta operación es tan delicada, que es necesario observar la marcha del trabajo cada cinco minutos al comienzo, cada minuto o medio minuto, al final, para saber cómo y cuánto nos hemos acercado a la superficie teórica. Para decidir sobre esto se usa nuevamente el método de Foucault, pero en una forma modificada por Ritchey. Este método consiste en dividir el espejo en un cierto número de anillos concéntricos de poco ancho, por medio de un diafragma adecuado, y considerar cada uno de los anillos como perteneciente a una superficie esférica, lo que es prácticamente cierto, dado el pequeño ancho de las zonas en estas condiciones. Se mide, mediante el método

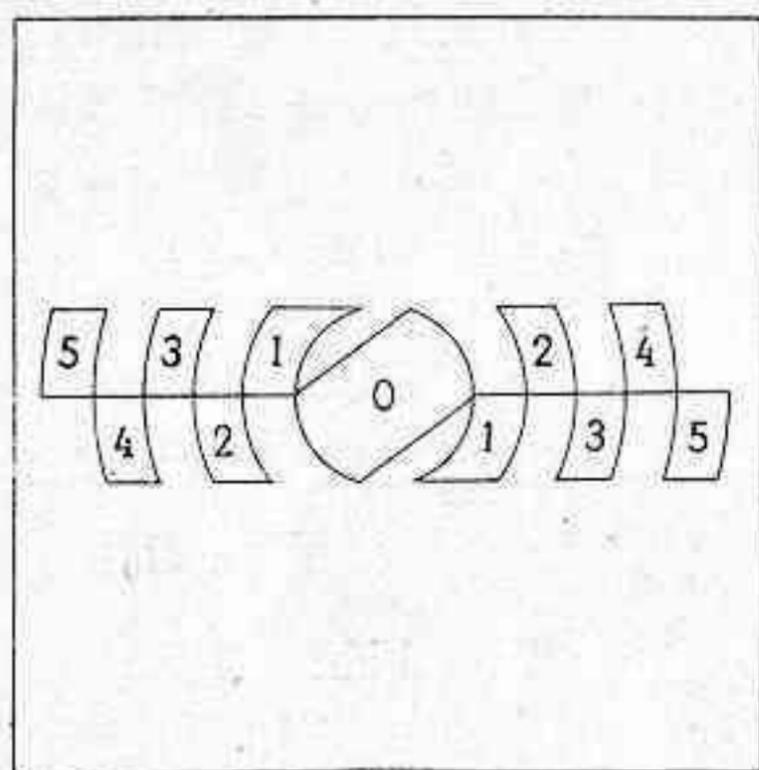


Fig. 28.— Forma conveniente de diafragma para separar las diversas zonas.

de Foucault, el radio de curvatura de cada zona y luego se los compara con los valores teóricos, calculados mediante la fórmula (1).

Yo he procedido en la forma siguiente: hice un diafragma (figura 28) que tenía seis zonas concéntricas; el ancho de la del centro era de cinco centímetros y de uno y medio centímetros el de las otras. El radio medio de cada una de ellas y las diferencias ΔR calculadas eran las que figuran en el siguiente cuadro:

Zona	0	1	2	3	4	5
r em.	0	5.25	4.75	6.25	7.75	9.25
$\Delta R_{\text{cal.}}$ mm.	0	0.24	0.50	0.87	1.35	1.90

Después de haber trabajado diez minutos en la forma indicada, coloqué el espejo delante del aparato de Foucault, a la distancia necesaria para que la imagen de la rendija cayese sobre la cuchilla (unos 225 cms.), puse el diafragma y procedí a determinar exactamente el radio de curvatura de la zona central; para ello, haciendo completa abstracción de las demás, giré el tambor T_2 hasta que la zona central se oscureciese uniformemente cuando el cono de luz era cortado por la cuchilla (desplazada lateralmente mediante el T_1). Una vez logrado eso leí, en el tambor, 0.52 mm. Esta operación conviene hacerla numerosas veces (por lo menos tres) para disminuir el error medio. Así obtuve para el centro el valor 0.58 mm. Luego hice lo mismo para las demás zonas haciendo las siguientes lecturas: 2.03, 1.21, 1.23, 1.29 y 1.38. Restando 0.58 de cada una de ellas obtuve los valores $\Delta R_{\text{obs.}}$. Construí así el siguiente cuadro de valores:

Zona	r	$\Delta R_{\text{teor.}}$	$\Delta R_{\text{obs.}}$
0	0	0	0
1	5.25	0.24	1.45
2	4.75	0.50	0.65
3	6.25	0.87	0.65
4	7.75	1.35	0.71
5	9.25	1.90	0.80

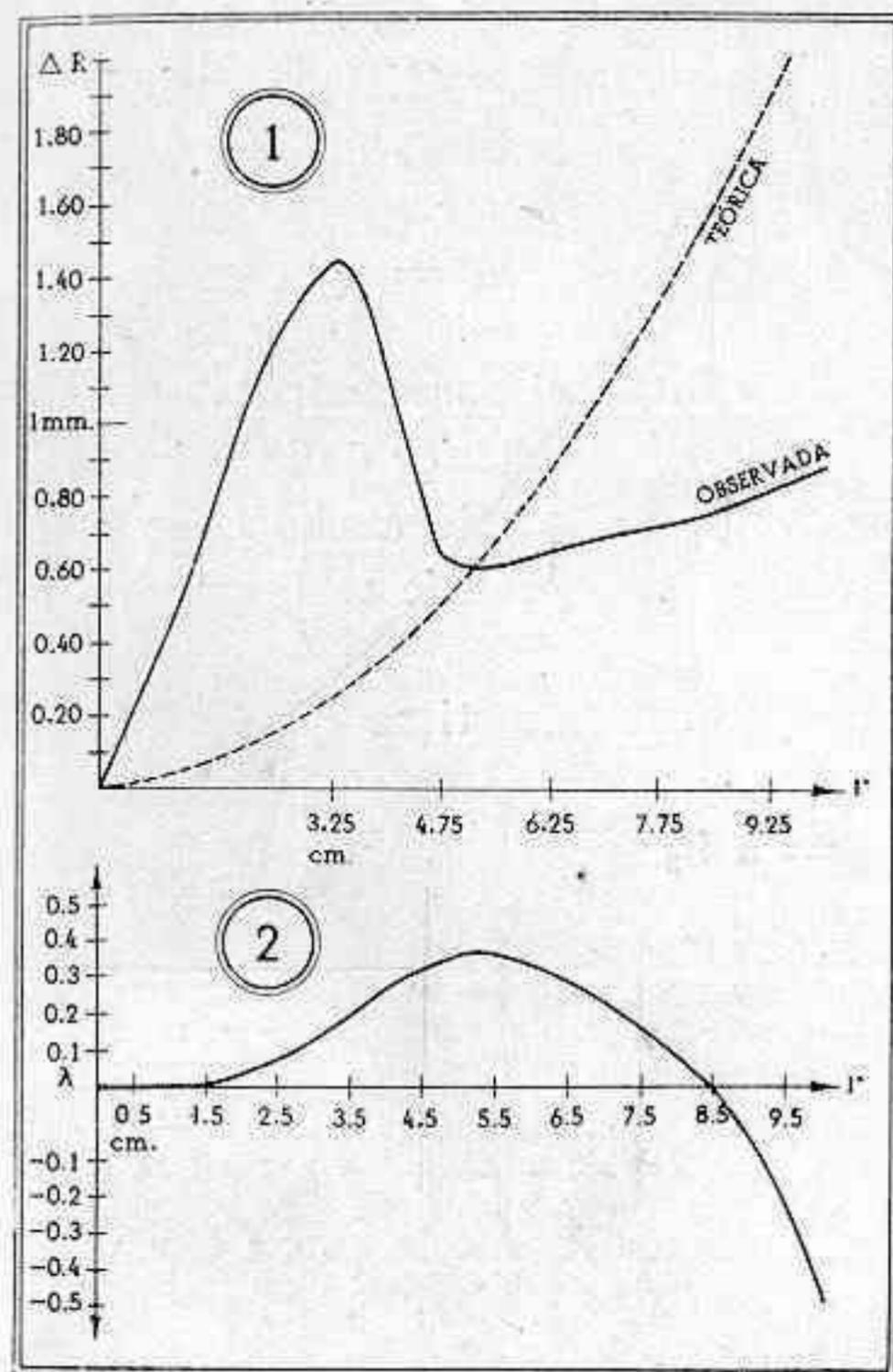


Fig. 29.—Gráficos 1 y 2.

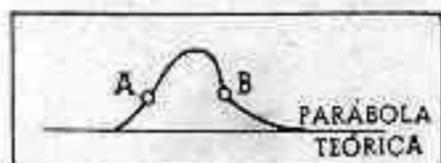
El gráfico 1 representa las curvas correspondientes a los valores teóricos y a los observados.

La primera medida del espejo revelaba que estábamos aún lejos del alcanzar los valores teóricos. Era necesario seguir puliendo. Pero con qué criterio? ¿En qué zonas debía insistir más, es decir, sacar más vidrio? El gráfico 1 poco o nada sirve a estos efectos, pues si bien da una indicación sobre los errores en los radios de curvatura, nada dicen sobre los errores en la altimetría, vale decir, no indica cuánto falta cavar en cada punto para llegar al paraboloide teórico.

Para esto es necesario construir, a partir de los datos contenidos en el gráfico 1, la curva del espejo (*).

Con este fin consideré nuevamente dividido el espejo en zonas anulares, pero ahora de un ancho a más pequeño que antes (recuérdese la necesidad de tomar zonas angostas en la integración gráfica de funciones); yo tomé para a el valor de 1 centímetro. Si llamamos r_1 al radio medio de la zona, R al radio de curvatura medio y b_1 a la diferencia $\Delta R_{obs.} - \Delta R_{teor.}$ correspondiente a la misma (que

(*) En el libro "Amateur Telescope Making" tomo I, el único artículo que hay sobre estas cuestiones es el de F. B. Wright, el cual comete un grosero error cuando dice que si se ha cavado el 44 % por ejemplo, del valor calculado,



los radios de curvatura del espejo tienen un valor igual al 44 % de los teóricos calculados para el paraboloide. Naturalmente, esto es absolutamente falso. Basta pensar en una superficie como la que muestra la figura adjunta, para darse cuenta que puntos como A y B que distan igualmente del paraboloide, corresponden a trozos de curva de distinta curvatura. Es lamentable que en el segundo tomo (Advanced) se incurra en el mismo error (ver artículo de Everest) (N. d. A.)

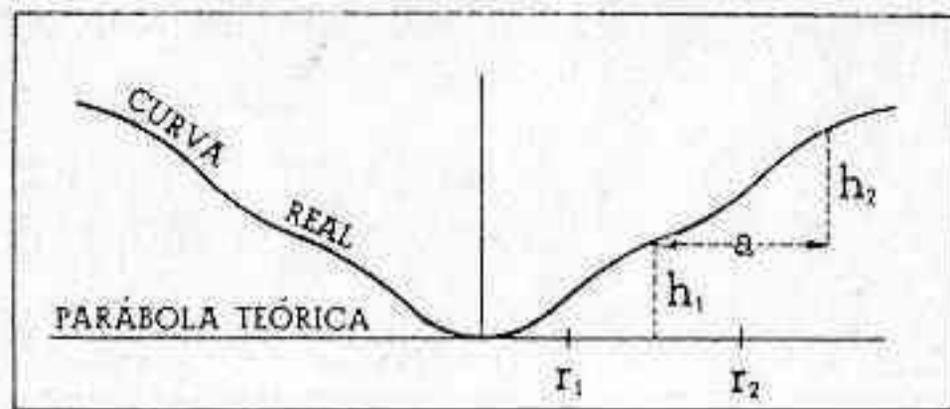


Fig. 30.—Explicación de las magnitudes que aparecen en la fórmula (2).

paraboloide en ese punto.

Análogamente, para la segunda zona, se tiene que

$$h_2 = a b_2 \frac{r_2}{R^2}$$

es la diferencia de altura del borde exterior de la segunda zona con respecto al borde exterior de la primera de la superficie real; de manera que $h_1 + h_2$, es el apartamiento total del borde exterior de la segunda zona, respecto del paraboloide que toca a la superficie real del centro. De este modo, hemos construido la curva total (gráfico 2) mediante el siguiente cuadro de valores:

r	b	h	Sumas	Sumas en λ
0.5 cm.	+ 0.018 cm.	+0.0x10 ⁻⁵ cm.	0.0	—
1.5	+ 0.065	+0.2	+0.2x10 ⁻⁵ cm.	+ 0.04
2.5	+ 0.110	+0.5	+0.7	+ 0.13
3.5	+ 0.112	+0.8	+1.5	+ 0.27
4.5	+ 0.032	+0.3	+1.8	+ 0.32
5.5	— 0.007	—0.1	+1.7	+ 0.30
6.5	— 0.028	—0.4	+1.3	+ 0.23
7.5	— 0.055	—0.8	+0.5	+ 0.10
8.5	— 0.086	—1.4	—0.9	— 0.16
9.5	— 0.117	—2.2	—3.1	— 0.55

En la gráfica, en vez de tomar los apartamientos en 10⁻⁵ cm. los he tomado en “longitudes de onda”. Se define como unidad λ o “longitud de onda” al valor 5.6 x 10⁻⁵ cm. El uso de esta unidad reporta muchas ventajas.

El gráfico 2 muestra que después de los diez minutos de trabajo, el espejo estaba aún bastante lejos del paraboloide teórico.

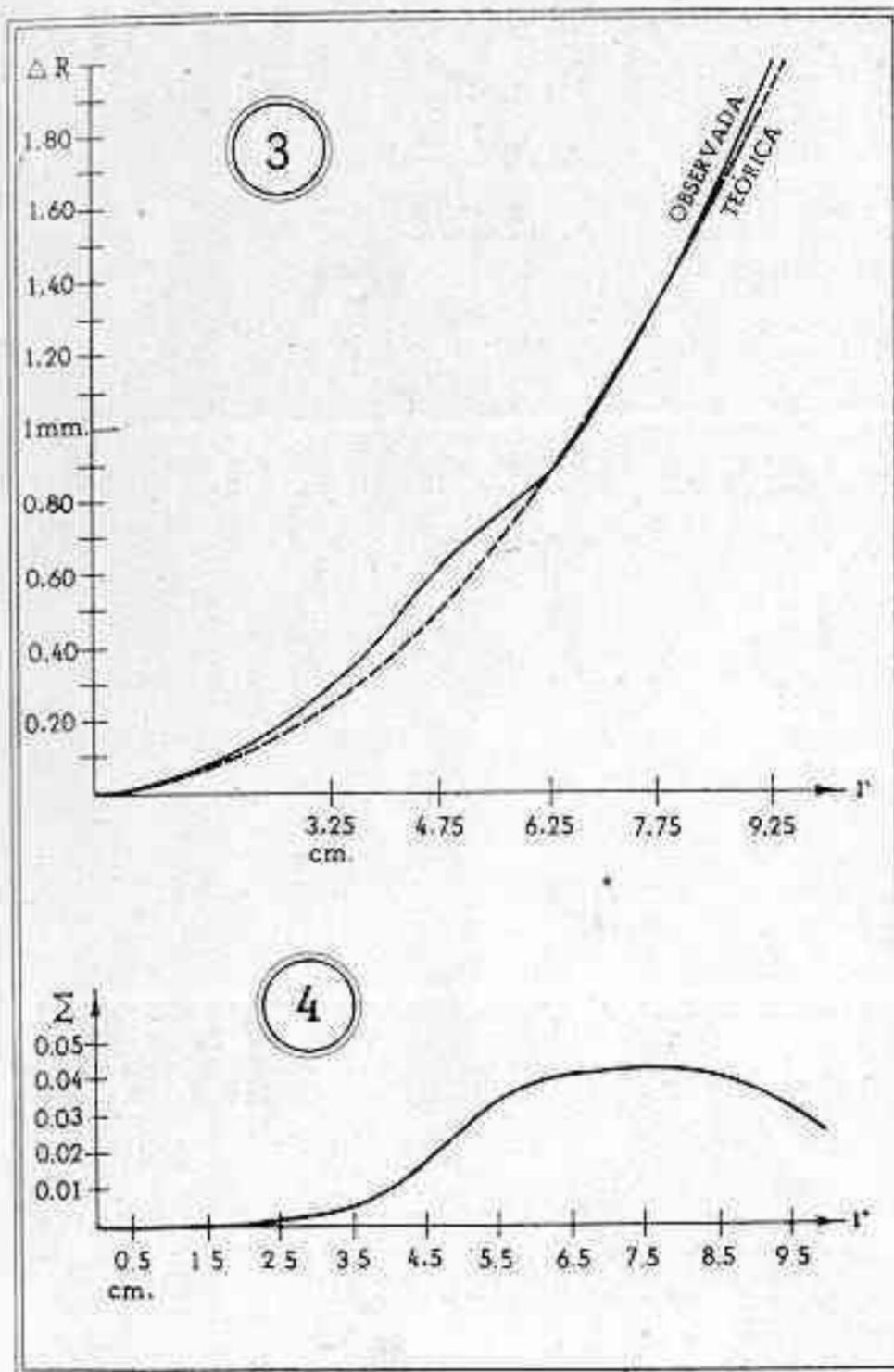


Fig. 31.—Gráficos 3 y 4.

ateurs hay bastante confusión, debido a la razón apuntada más arriba. Hay dos factores que provocan la deformación y el debilitamiento de una imagen óptica:

1º Valores de ΔR muy distintos a los teóricos, es decir, valores muy grandes de b ; pues entonces en vez de estar la luz concentrada en un punto como foco hay toda una zona, más o menos extensa, iluminada.

2º Apartamientos muy grandes de la superficie real con respecto al paraboloide, pues eso trae como consecuencia una diferencia de marcha en los rayos que inciden en los distintos puntos del espejo y las consiguientes interferencias, que agrandan y deforman la imagen.

Un buen espejo debe estar exento de grandes errores del primer tipo como del segundo. Con respecto al primero, la llamada "constante técnica"

$$T = \frac{200.000}{f_0^2} \frac{\sum r^2 |f - f_0|}{\sum r}$$

Era necesario seguir trabajando, de manera de disminuir esa diferencia; para ello, había que insistir más en la zona intermedia y menos en el centro, toda vez que en éste se había formado un pequeño "hoyo".

Operando en esta forma y haciendo medidas a intervalos cortos (al principio de unos cinco minutos y de quince segundos al final), llegué a obtener las curvas que muestran los gráficos 3 y 4. En ese estado el espejo estaba ya, con exceso, dentro de las tolerancias.

Y digamos dos palabras respecto a las mismas, ya que en el libro de los ama-

donde f_0 es la distancia focal del centro del espejo, o zona O , f la correspondiente distancia focal de una zona circular de radio medio r , $|f - f_0|$ es el valor absoluto (tomado siempre con signo positivo) de la diferencia de estas distancias y $\sum r^2 |f - f_0|$ la suma de cada una de estas diferencias multiplicadas por el cuadrado del radio medio de la zona correspondiente. $\sum r$ es la suma de los radios medios de todas las zonas.

Esta fórmula ofrece un criterio de tolerancia (*). Si T es inferior a 1.5 el espejo es bueno. Teniendo en cuenta que en el mío

es $f_0 = 112.5$ y que $|f - f_0| = \frac{|b|}{2}$ se obtiene

$$T = 0.16$$

Con respecto al segundo, Lord Rayleigh demostró (**) que cualquier deformación de la onda inferior a $\frac{1}{4}$ de longitud de onda no altera sensiblemente la imagen. En el caso de un espejo debe tomarse $\frac{1}{8}$, ya que un octavo de ida y uno de vuelta dan una diferencia de marcha de $\frac{1}{4}$. En nuestro espejo el error máximo es de

$$0.04 \lambda$$

Por último, Väisälä (***) ha introducido la constante

$$Z = 1 - \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right)^2 \varepsilon^2$$

donde ε es el apartamiento medio de las dos superficies y λ es la longitud de onda usada, por ejemplo $\lambda = 5.5 \times 10^{-5}$ cm. Esta constante, cuyo valor óptimo es evidentemente 1, tiene que ver directamente con la bondad de la imagen, lo que, hasta cierto punto y para superficies "lisas", ofrece un criterio único para juzgar la bondad del espejo. En el mío es $\varepsilon = 0.019$ y por lo tanto

$$Z = 0.98$$

(Continuará)

(*) Handbuch der Astrophysik, tomo I, pág. 201.

(**) Phil. Mag., VIII, 403, 1879. (Citado por Ronchi).

(***) Handbuch der Astrophysik, tomo I, pág. 202.

LAS ESTRELLAS VARIABLES

Por CARLOS L. SEGERS

(Para la "REVISTA ASTRONOMICA")

LA primera observación de una estrella variable que se registra en la historia de la astronomía data del año 125 A. C. y se debe a Hiparco, astrónomo griego nacido alrededor del año 160 A. C., que observó la aparición de una nueva estrella (*nova*) en el cielo; fué precisamente este fenómeno lo que indujo a Hiparco a formar un catálogo de estrellas.

Los caldeos, los chinos y los egipcios llevaron, desde muchos siglos antes de la era cristiana, registros minuciosos de muchos fenómenos celestes, especialmente de eclipses, pero ninguno menciona—en lo que ha llegado a nuestro conocimiento— la variación en el brillo de alguna estrella.

Recién en el año 1572, cuando Tycho Brahe observó la más famosa de las *novae*, se empezó a prestar atención a esta clase de estrellas. Todos sabemos que la *nova* de Tycho alcanzó un brillo tal que fué visible en pleno día, siendo la sensación de la época. Muchas investigaciones, pacíficas y eruditas, se han efectuado hasta la fecha para determinar qué estrella fué la que sufrió tal cambio, creyéndose identificarla en una débil estrellita de la constelación Cassiopeia.

Es indudable que muchas estrellas deben haber sufrido variaciones de brillo en las épocas remotas, variaciones de las que no tenemos noticias; las citadas observaciones de Hiparco y de Tycho Brahe son, en este campo, los datos más antiguos que atesoran los anales de la astronomía.

En 1596, David Fabricius, discípulo de Tycho Brahe, nota las variaciones de α Ceti; más tarde, en 1604, Kepler observa una estrella nueva cuyo brillo aumentó hasta la magnitud -2. En 1638, Holwarda constata la variación periódica de la estrella señalada por Fabricius, α Ceti.

Por entonces ya los astrónomos sospechaban que podían existir muchas estrellas que sufrieran variaciones de luz, lo que trajo por consecuencia un aumento de vigilancia de las estrellas conocidas y la búsqueda de probables variables. En 1670, Montanari observa el comportamiento singular del brillo de la estrella β Persei, cuyas va-

riaciones periódicas y regulares lo intrigaron. Por esta causa se dió a esta estrella el apelativo de *Algol* (La Infernal). Recién hacia el año 1782, Goodricke consiguió explicar la variabilidad de Algol mediante la hipótesis de que se trataba de una estrella doble, de modo que cada vez que una de las componentes se interponía entre su compañera y nuestro Sol, eclipsando a la compañera, el brillo del sistema disminuía, para volver después a su brillo máximo regular.

Después, los astrónomos se dedicaron con ahinco a la búsqueda, observación y estudio de nuevas variables. En el siglo XIX descollaron F. W. A. Argelander (1799-1875), R.P. A. Secchi (1818-1878), B. A. Gould (1824-1896), E. Schönfeld (1828-1891), S. C. Chandler (1846-1914), R.P. J. Hagen (1847-1930), E. C. Pickering (1857-1919), Miss W. P. Fleming (1857-1911), Miss H. S. Leavitt (1868-1921) y otros cuyo nombre escapa a nuestra memoria; en la actualidad mencionaremos a L. Campbell, R. Prager, H. Shapley, P. Guthnick, H. Ludendorff, C. Hoffmeister, etc., además de una legión de aficionados que suman centenares, repartidos en los cinco continentes. Hacemos especial mención del aficionado L. C. Pelletier, que contribuye con cerca de 4.000 observaciones anuales al acervo general.

En términos generales, diremos que actualmente se conoce unas 7.000 estrellas variables, pero no todas se hallan al alcance del instrumental del aficionado, pues muchas han sido descubiertas fotográficamente con los instrumentos de los grandes observatorios y sus brillos fluctúan por debajo de la 14a. magnitud.

Podemos también decir que todas las estrellas que pueblan el Universo, tanto en nuestra Galaxia como en las nebulosas espirales, son variables en cierto modo, pues al pasar por las diferentes etapas de su vida física, de gigantes a enanas, sufren variaciones de color y de intensidad luminosa. Ciertamente que esta variación no puede ser verificada sino al cabo de muchas generaciones, pero ya podemos citar un caso de variación probable: cuando se comenzó a catalogar las estrellas, los astrónomos antiguos designaron con las letras α y β en los Gemelos a *Castor* y *Pollux*, respectivamente; esto indica que el brillo de *Castor* era entonces superior al de *Pollux*, mientras que actualmente ésta es más brillante que *Castor*.

Los astrónomos han clasificado las estrellas variables en clase, grupos, sub-grupos, etc. Muchos ensayos de clasificación han sido presentados, pero casi ninguno ha resistido el examen crítico. En la actualidad es generalmente admitida una clasificación que se debe a Ludendorff y que damos a continuación:

ESTRELLAS VARIABLES	}	Grupo I	Estrellas temporarias o <i>novae</i> .
		Grupo II Estrellas variables irregulares	Sub-gr. (a) Variación sin regularidad y poca amplitud. Estrella tipo: μ <i>Cephei</i> .
			Sub-gr. (b) Irregular, el brillo se mantiene en un máximo casi constante, sufriendo disminuciones imprevistas. Estrella tipo: R <i>Coronae Borealis</i> .
			Sub-gr. (c) Irregular, el brillo se mantiene en un mínimo casi constante, sufriendo aumentos imprevistos. Estrella tipo: U <i>Geminorum</i> .
		Grupo III	Estrellas variables de período corto.
		Grupo IV Cefeidas	Sub-gr. (a) Cefeidas típicas.
Sub-gr. (b) Cefeidas de cúmulos globulares.			
Grupo V Algólidas	Sub-gr. (a) Algólidas. Estrellas tipo: β <i>Persei</i> . Luz constante fuera de eclipse.		
	Sub-gr. (b) Variables del tipo: β <i>Lyræ</i> . Sin intervalo de luz constante en máximo.		

I. ESTRELLAS TEMPORARIAS o NOVAE. — Desde 1572 se han observado unas 40 *novae* que hayan alcanzado un aumento de luz como para hacerlas fácilmente destacables entre las estrellas. Las *novae* son estrellas que súbitamente adquieren una intensidad de brillo espectacular; pero antes, durante siglos, han permanecido con brillo constante y débil, lo que les permitía permanecer ignoradas para los observadores antiguos y también fuera del alcance de los telescopios primitivos; de ahí el porqué se las llama *novae* o nuevas. Las causas de este fenómeno no han sido todavía explicadas a satisfacción. Unos opinan que se debe a explosiones internas de la estrella, debido a las fuertes presiones y transformaciones físicas a

que se encuentra sometida su materia; otros dicen que la aparición de una *nova* se debe a un choque entre dos estrellas, una de las cuales sería obscura, ocasionando esta colisión un desmembramiento de ambas estrellas, cuyos fragmentos lanzados al espacio a velocidades increíbles, se encenderían. Otra teoría sostiene que todas las estrellas, durante el ciclo de su evolución, deben pasar por el estado de *nova* una vez. Una teoría moderna supone que la estrella, en su marcha por el espacio, penetra en regiones densas o nebulosas oscuras, como se ha comprobado que existen en las regiones siderales, haciéndose entonces su superficie más caliente y luminosa.

El espectro de las *novae* es parecido en casi todos los casos. Si se ha tenido la suerte de estudiar el espectro de una de estas estrellas antes de que llegue a su brillo máximo, se nota que el espectro es continuo con pocas líneas de absorción (estrellas tipo B o A). Durante el máximo se presentan fuertes líneas de emisión muy ensanchadas de hidrógeno y otros elementos, al mismo tiempo que líneas de absorción desplazadas hacia el violeta. Más tarde ocurren nuevos cambios en el espectro, hasta que llega a parecerse al espectro de una nebulosa planetaria. Después de varios años, el espectro se transforma gradualmente en el de una estrella del tipo O, que presenta anchas líneas de emisión de helio y otros elementos.

Hasta donde llegan nuestros conocimientos, ésta es la última etapa del espectro de una *nova*. Todas las *novae* de nuestra Galaxia han aparecido en o muy cerca de la Vía Láctea.

II. ESTRELLAS VARIABLES IRREGULARES. — Este grupo contiene todas las variables cuya fluctuación de luz es conocida y que no pueden ser incluidas en los otros grupos.

Sub-grupo a). — Estas estrellas se caracterizan por su variación irregular y de poca amplitud, tal como en el caso de la RV *Tauri*, R *Sagittae*, R *Scuti*, etc. Se distinguen por la presencia de dos mínimos principales consecutivos y un mínimo secundario.

Sub-grupo b). — Variables irregulares, estrella tipo R *Coronae Borealis*. Esta estrella se caracteriza por el hecho de que se mantiene, a veces durante años, en un brillo constante, pasando algunas veces de su magnitud normal 6a. a la 9a. en forma rápida y otras veces con más lentitud, para volver luego al brillo normal.

Sub-grupo c). — Variables irregulares, de comportamiento inverso al sub-grupo anterior, pues la estrella se mantiene en el mínimo para sufrir aumentos de brillo en intervalos que oscilan entre 2 y 5 meses; estrella tipo: U *Geminorum*. A este sub-grupo perte-

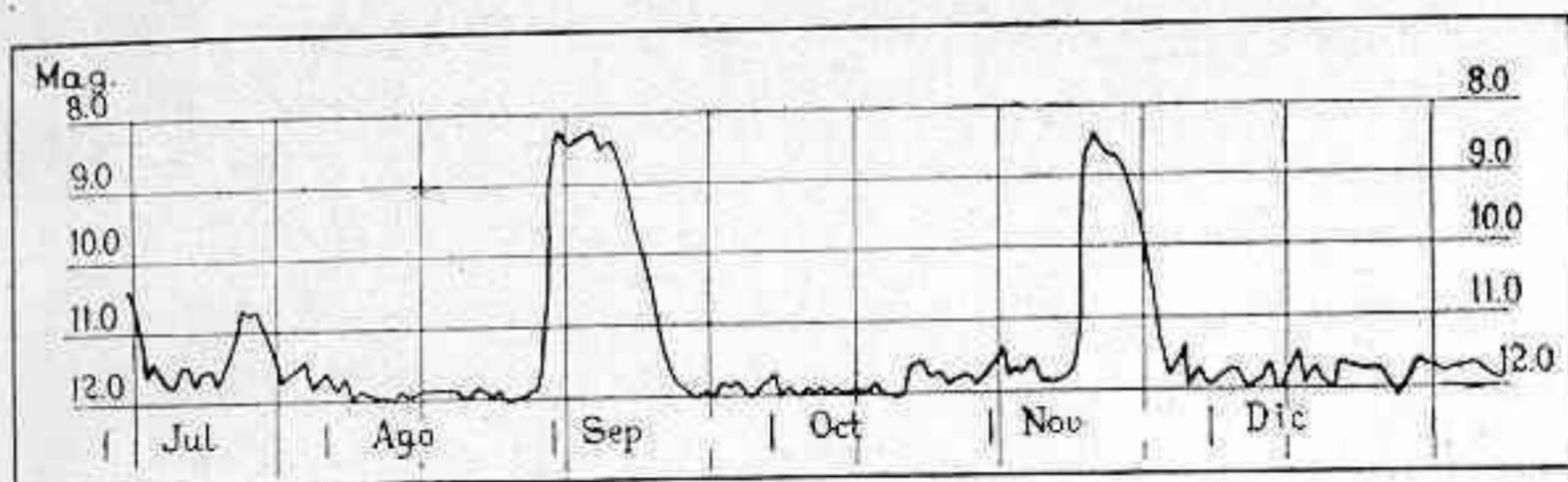


Fig. 32.—Curva de luz de SS Cygni.

necen también las variables *SS Cygni*, *SS Aurigae*, *UV Persei* y otras.

III. ESTRELLAS VARIABLES DE PERIODO LARGO. —

Son estrellas llamadas también variables del tipo *Mira* y son relativamente numerosas; poseen períodos que tienen un promedio de unos 300 días. o (*Mira Ceti* es la estrella tipo, su luz varía entre períodos de 320 a 370 días y sus máximos y mínimos también varían entre las magnitudes 1,2 a 3,9 y entre 8,0 a 10,1.

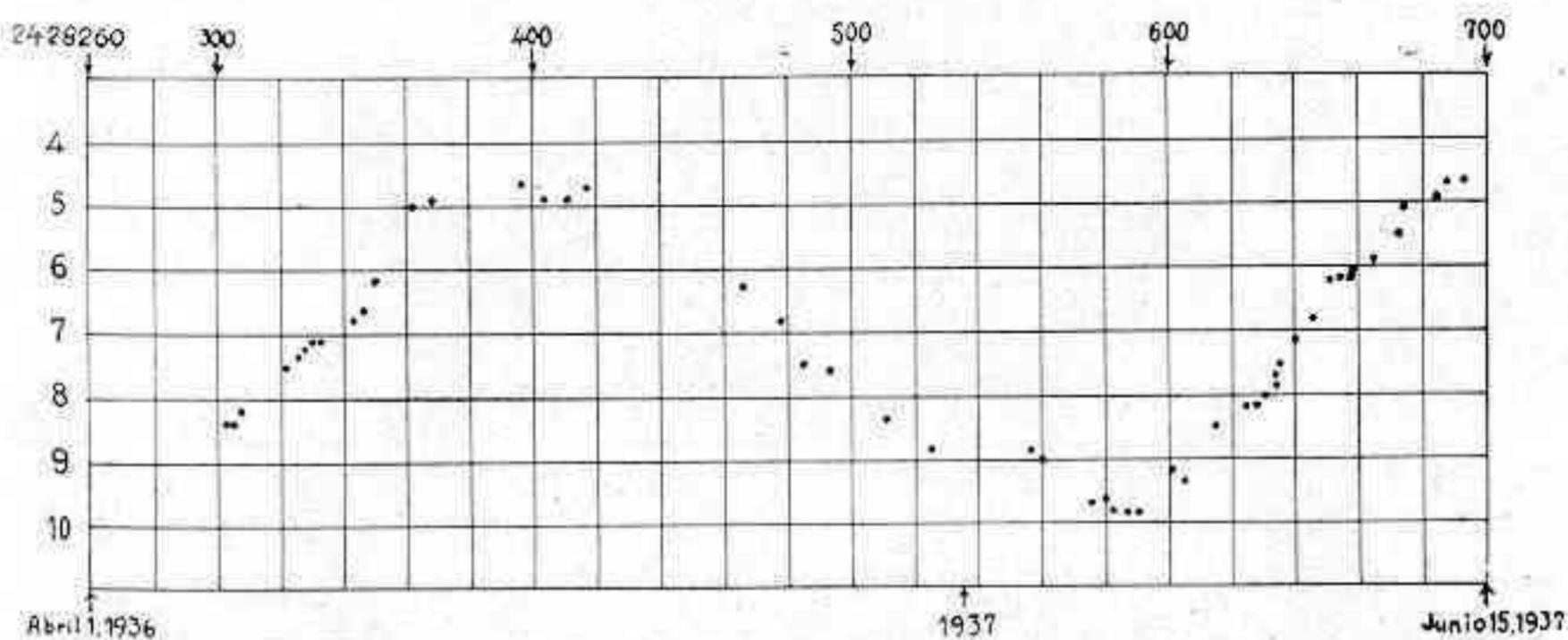
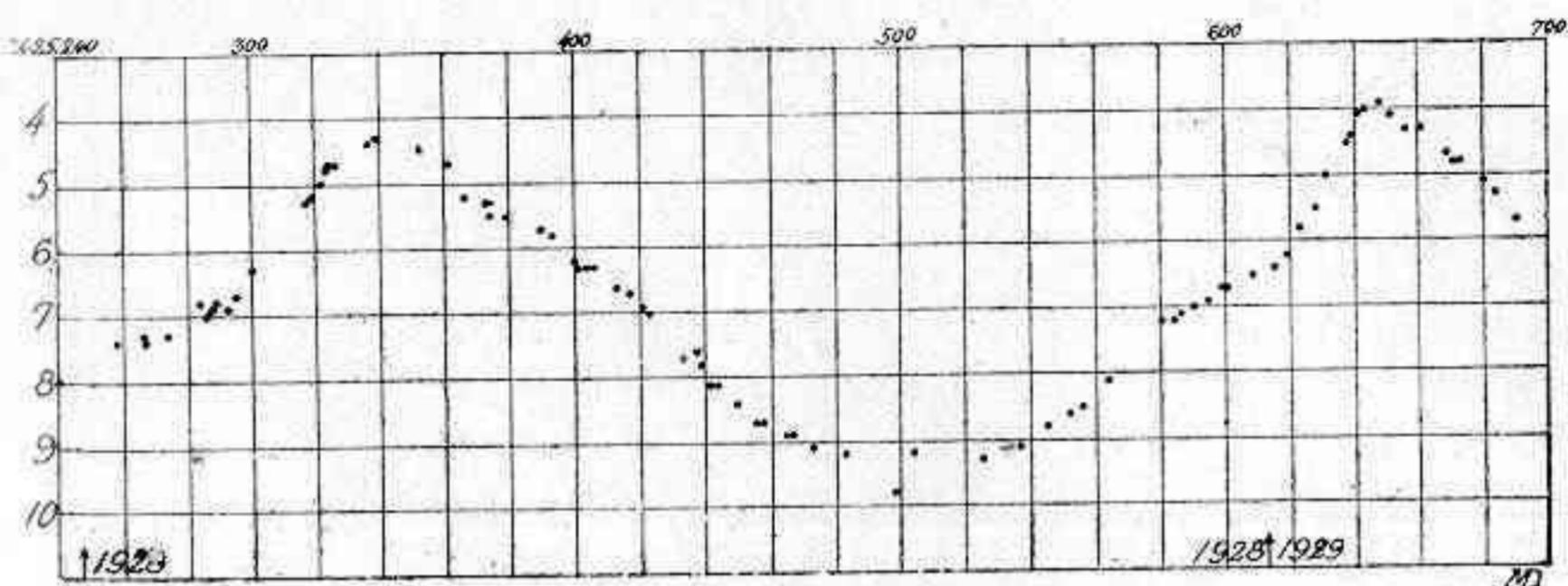


Fig. 33.—Curvas de luz de una variable de período largo. *R Carinae*; (arriba), de enero 1928 a abril 1929, según observaciones de Martín Dartayet; y (abajo), de mayo 1936 a mayo 1937, según observaciones del autor.

He aquí una pequeña lista de variables de período largo:

Variable	A.R. (1925)		Dec. (1925)		Período días	Máxima Magn.	Mínima Magn.
	h	m	°	'			
S Cas	1	14,1	+ 72	13	612	8,3	14,5
o Cet	2	15,6	— 3	19	332	3,4	9,2
R Car	9	30,4	— 62	27	308	4,4	9,4
S Car	10	7,0	— 61	11	149	5,3	9,3
R Vir	12	34,7	+ 7	24	145	6,9	11,4
R Hya	13	25,6	— 22	38	405	4,2	9,5
S Vir	13	29,1	— 6	49	376	7,0	12,3
T Cen	13	37,5	— 33	13	91	6,1	7,7
S Lib	15	17,1	— 20	7	192	8,5	12,3
R Ser	15	47,2	+ 15	22	357	6,9	13,0
R Lib	15	49,3	— 16	1	242	10,0	15,0
R Sco	16	13,2	— 22	46	223	10,1	15,0

En esta lista hemos incluido las estrellas *S Cassiopeia* y *T Centauri*, pues a ellas corresponden los extremos de los períodos, 612 y 91 días.

IV. ESTRELLAS VARIABLES CEFÉIDAS. — Sobre este grupo no nos extenderemos mucho, a pesar de su importancia, remitiendo al lector al excelente trabajo de nuestro consocio, doctor Ulises L. Bergara, publicado en el número julio-agosto de 1936 de la REVISTA ASTRONÓMICA.

Se reparten en dos sub-grupos: a) las cefeidas propiamente dichas, y b) las cefeidas de cúmulos globulares.

Sub-grupo a). — Cefeidas propiamente dichas, estrella tipo δ *Cephei*. Se sabe que son soles gigantes, con períodos que varían de 1 a 30 días. La curva de luz de la mayoría de las cefeidas tiene la característica de tener la línea ascendente lisa y continua, pero la línea descendente presenta un desnivel o correova. Pero hay algunos casos en que la correova se produce durante el ascenso de luz, la estrella ζ *Geminorum*, posee esta característica.

Sub-grupo b). — Las cefeidas de cúmulos se encuentran generalmente en los cúmulos globulares y tienen períodos de más o menos medio día, pero hay quien cree que ésta no es razón suficiente para excluirlas del sub-grupo anterior, esto es, que todas deben ser consideradas cefeidas típicas.

“Por mucho tiempo se creyó que las cefeidas eran binarias es-

pectroscópicas, porque las líneas en sus espectros mostraban cambios periódicos en conformidad con el período de variación de luz. Sin embargo, había una particularidad que parecía colocarlas en una clase especial, porque el máximo de su luz sucedía en el máximo de aproximación y el mínimo cuando se notaba el máximo de su velocidad de alejamiento. Muchas teorías han sido propuestas para explicar esta particularidad, pero ninguna parece enteramente satisfactoria. Una teoría más reciente, conocida con el nombre de *teoría de la pulsación*, ha sido propuesta. En ella se presume que una variable cefeida gigante de pequeña densidad, se expande y contrae alternadamente, y que esto explica los corrimientos de las líneas espectrales. Aunque esta teoría tal vez no explique todo lo que se desea, parece ser la mejor de que se dispone". (Edward A. Fath).

V. VARIABLES A ECLIPSE. — *Sub-grupo a*). — La estrella típica de esta clase es β Persei (Algol) y por eso se las designa también *Algólidas*. Durante dos días y medio esta estrella parece de magnitud constante 2,3, pero luego empieza a disminuir y en unas 5 horas llega a la magnitud 3,5. Cinco horas después recobra su brillo anterior de 2,3 y así permanece por otros dos días y medio.

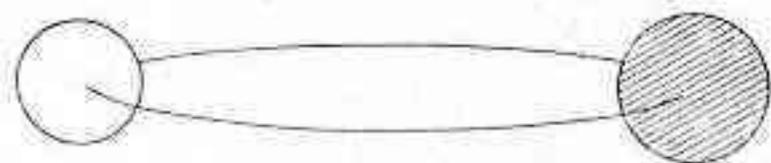
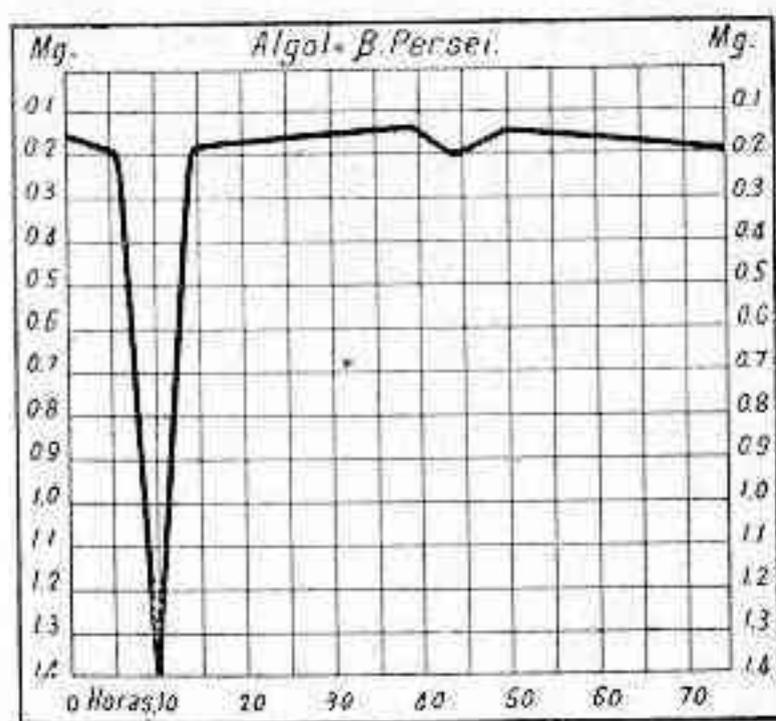


Fig. 34.—Curva de luz de β Persei y órbita aparente y tamaños relativos de sus componentes.

La explicación de este fenómeno es que la estrella es doble, siendo una de las componentes más oscura; ambas giran alrededor de un centro común de gravedad; el plano de la órbita se halla de canto con respecto a la línea visual, de modo que en cada revolución la estrella oscura eclipsa a la compañera más brillante, reduciendo así su luminosidad.

El profesor Stebbins, de la Universidad de Wisconsin, ha hecho un estudio completo de la variación de luz de Algol, siendo sus resultados los presentados por la curva de luz y la órbita relativa que se ilustra en la figura 34.

Nótese que la curva de luz no es plana en la parte superior, pues ocurre un mínimo secundario en el centro del mínimo principal. Esto es debido al eclipse del cuerpo oscuro por el brillante

y demuestra que el primero emite una pequeña parte de la luz. La curva se levanta también desde el mínimo primario al secundario, lo que demuestra que el hemisferio de la componente obscura que enfrenta a la estrella brillante es algo más brillante que el otro, viéndose después del eclipse principal una mayor parte del lado brillante de la compañera obscura (fenómeno de faces).

Sub-grupo b). — Estrella tipo β *Lyrae*. La variación de luz de las estrellas de este tipo se explica suponiendo que es producida por eclipses de dos estrellas muy próximas y de forma elipsoidal, lo que da una característica de más simetría a la curva de luz y de forma más continuada que en las algólidas. Actualmente se conocen unas 300 variables a eclipse y sus períodos varían desde 6 horas para *RW Comae Benerices* hasta 29 años para ϵ *Aurigae*.



Se empezó a designar a las variables en las cartas y catálogos celestes con letras romanas mayúsculas, a excepción de los casos en que el astro tuviese ya una letra en la constelación. Argelander propuso que se emplearan las letras mayúsculas a partir de la R hasta la Z, siguiéndose después con RR, RS, RT... RZ; SS, ST... SZ; TT, TU... TZ, etc. De esta forma R *Carinae* indica que es la primera variable encontrada en la constelación *Carina*, y así sucesivamente, como se indica en la lista que se incluye a continuación:

R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ
	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ
		TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ
			UU	UV	UW	UX	UY	UZ
				VV	VW	VX	VY	VZ
					WW	WX	WY	WZ
						XX	XY	XZ
							YY	YZ
								ZZ

Esta nomenclatura permitió la posibilidad de designar hasta 54 estrellas variables en cada constelación. Como en algunas constelaciones se sobrepasó este número, se halló necesario ampliar esta lista en la forma siguiente:

AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AZ
	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BZ
		CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CZ

DD... DZ, EE... EZ, FF... FZ, y así sucesivamente hasta QQ... QZ.

Esto extiende la posibilidad de designar estrellas variables hasta 334 en cada constelación.

Cuando estas listas han sido agotadas, se comienza por la designación V335, V336, V337... etc. Existen ya estrellas variables designadas V346 *Aquilae*, V381 *Centaurii*, V387 *Cygni*, V456 *Ophiuchi*, V527 *Sagittarii*, V384 *Scorpii*.



Sobre los estudios efectuados acerca de las causas de la variabilidad de las estrellas se han forjado y expuesto muchas teorías, muy sensatas unas y peregrinas otras. Lo cierto es que las teorías presentadas para explicar el comportamiento de las estrellas variables han sido severamente examinadas, aceptándose solamente aquellas cuya comprobación se ha podido verificar por diferentes métodos que han dado resultados concordantes, pero todavía hay algunas clases de variables que demandan un mayor número de observaciones para que se puedan inducir las causas de su comportamiento. Estas comprobaciones son indispensables, pues los astrónomos modernos las necesitan para completar las actuales teorías sobre la constitución del Universo y poder fundamentar una solución a este magno problema.

A este respecto, en el campo de las estrellas variables el aficionado puede y debe cooperar con los hombres de ciencia; tomando a su cargo la vigilancia de estas estrellas ayudará grandemente a la ciencia astronómica que necesita de muchas, pero muchísimas observaciones, las cuales pueden ser efectuadas por el aficionado, permitiendo así que los astrónomos profesionales se dediquen al estudio de otros problemas que demandan tiempo y energías.

Buenos Aires, mayo de 1937.





**NUEVO DIRECTOR DEL OBSERVATORIO
NACIONAL DE CORDOBA
D. JUAN JOSE NISSEN**

POR decreto del Ministerio de Justicia e Instrucción Pública de fecha 15 de junio, fué nombrado director del Observatorio Nacional de Córdoba el astrónomo D. Juan José Nissen, destacado miembro de nuestra Asociación.

La importancia que dicho nombramiento reviste en la vida astronómica nacional es tan evidente que se hace innecesario ponerla de relieve. Bástenos decir que por primera vez en los 66 años de existencia que lleva el Observatorio de Córdoba, ocupará su dirección un astrónomo argentino. La obra realizada por sus predecesores extranjeros al frente del Observatorio, ha labrado una bien cimentada fama a nuestro primer instituto astronómico y corresponde ahora al señor Nissen continuarla, dándole la orientación que

los modernos problemas de la ciencia le señalan; tarea es ésta de suma responsabilidad pero que conceptuamos se halla encuadrada dentro de la capacidad técnica del nuevo director.

Uno de los asuntos que con seguridad merecerá la atención inmediata del señor Nissen será la solución del viejo problema de la sucursal de Bosque Alegre; hay un interés astronómico muy grande de que se termine de una vez la construcción del gran espejo de 1.50 m. de diámetro y se habilite así para su empleo un telescopio que ha de prestar grandes servicios a la ciencia. Contará el señor Nissen para estos trabajos de Bosque Alegre con la colaboración del doctor Enrique Gaviola, de cuyo nombramiento como astrofísico informamos más abajo.

Desde el punto de vista de nuestra Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía", si el sólo hecho de ser un *argentino* el llamado hoy a dirigir la marcha del Observatorio Nacional colmaría nuestros mayores anhelos ¿qué no decir en tratándose de un socio cuya participación en la obra cultural de esta institución, en el seno de la Comisión Directiva y en la redacción de la REVISTA, ha sido inmensa...?

Llenos de íntima satisfacción y legítimo orgullo, felicitamos al señor Nissen por su merecido nombramiento y formulamos los votos más fervientes por el éxito de su gestión al frente del Observatorio de Córdoba; sus méritos personales y científicos así lo hacen esperar.

Damos a continuación algunos datos biográficos del nuevo director:

Nació el señor Juan José Nissen en la ciudad de Paraná, provincia de Entre Ríos, el 13 de mayo de 1901, siendo hijo del distinguido educacionista profesor D. Juan J. Nissen. Realizó sus estudios secundarios en los colegios nacionales de Paraná y Santa Fe, en el curso de los cuales obtuvo brillantes clasificaciones. Terminado el bachillerato, se sintió el señor Nissen fuertemente atraído por las Matemáticas, cuyo estudio inicia en 1918 en la Universidad de La Plata. A fines de 1920 acepta los beneficios de una beca, otorgada por el gobierno de la provincia de Entre Ríos a los bachilleres más distinguidos, y se dirige a Europa para cursar estudios superiores de Matemáticas, Astronomía y Física en Italia (Bologna) y Alemania (Göttingen, Breslau y Berlín). Su primitivo interés por las Matemáticas, unido al que ya ha comenzado a sentir por la Astronomía, hace que su especialización se oriente hacia la rama que

proporciona quizás la más brillante aplicación de aquéllas: la Mecánica Celeste. De regreso de Europa, 1926, mientras cumple con el servicio militar, los conocimientos adquiridos le permiten tomar parte en algunos trabajos geodésicos del Instituto Geográfico Militar. En 1928 ingresa como calculista al Observatorio Nacional de Córdoba, siendo promovido a fines de 1929 al cargo de tercer astrónomo. Allí interviene en varios trabajos, especialmente en los del Catálogo Astrográfico, encargándosele el cálculo de las constantes de reducción de todas las placas tomadas en Córdoba, el que lleva a feliz término.

A mediados de 1931 es llamado al Observatorio de La Plata y se hace cargo de la medida y reducción de las placas obtenidas durante la campaña de Eros para la determinación de la paralaje solar, tomando parte también en trabajos de círculo meridiano. A fines de 1932 y principios de 1933 estuvo encargado de las observaciones con el anteojo cenital para el estudio de los movimientos del polo terrestre como colaboración al Servicio Internacional de Latitud.

Diversos acontecimientos lo obligan a mediados de 1933 a apartarse de sus trabajos de preferencia y a abandonar el Observatorio de La Plata; ingresa entonces a la Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología para prestar servicios en la sección pronóstico del tiempo. Esta nueva orientación de sus actividades, impuesta más por las circunstancias que por propia elección, no encuentra, sin embargo, desprevenido al espíritu curioso y ávido de eficiencia del señor Nissen; rápidamente estudia la técnica de esta especialidad y al poco tiempo se convierte en un elemento de gran valor en la citada dependencia.

Felizmente para la Astronomía, este alejamiento no dura mucho. A mediados de 1934 es nombrado secretario del Consejo Nacional de Observatorios, cargo que desempeñaba anteriormente con carácter de *ad-honorem*, y a principios de 1935 reingresa, como astrónomo, al Observatorio de La Plata para continuar sus anteriores trabajos. A fines de 1935 y principios de 1936 es enviado por varios meses al territorio de Santa Cruz con el fin de seleccionar un lugar adecuado para la instalación de una estación astronómica austral destinada a trabajos con círculo meridiano.

El señor Nissen es miembro fundador de nuestra institución y forma parte desde 1932 de la redacción de la REVISTA ASTRONÓMICA y de la Comisión Directiva.

Simultáneamente con el nombramiento de director del Observatorio de Córdoba, el Ministerio de Justicia e Instrucción Pública ha expedido un decreto nombrando al doctor Enrique Gaviola en el cargo de Astrofísico de dicho Observatorio con la misión especial de tomar parte en los trabajos de instalación de la sucursal de Bosque Alegre, donde debe terminarse la erección de un reflector de 1,50 m. de abertura e iniciarse importantes trabajos astrofísicos.

La personalidad científica del doctor Gaviola es conocida de nuestros consocios a través de presentaciones efectuadas con motivo de conferencias que ha pronunciado para nuestra Asociación y que se han publicado en esta REVISTA. Nos remitimos, por ejemplo, a la aparecida en el tomo V, página 179, complementándola con los siguientes datos más recientes: De diciembre de 1933 a abril de 1934 trabaja el doctor Gaviola en el Instituto Rockefeller de Madrid con el doctor Catalán. En 1935 es agraciado con

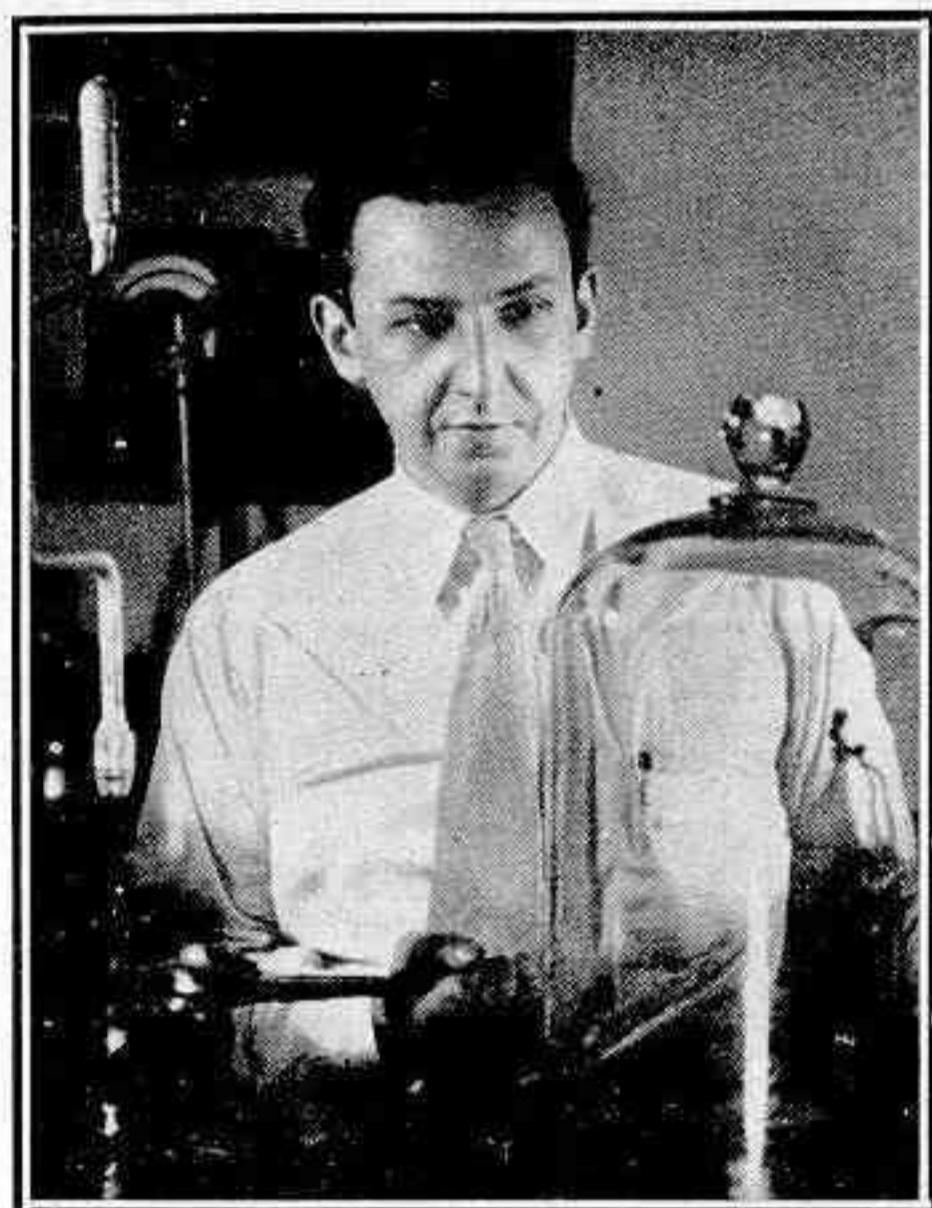


Fig. 36.—Doctor Enrique Gaviola.

una "fellowship" de la institución Guggenheim y trabaja en el "Optical Shop" del "California Institute of Technology" de Pasadena (donde se está construyendo el espejo de 200 pulgadas). Colabora con el doctor Strong en el aluminizado de los espejos de 60 y 100 pulgadas del Observatorio de Mount Wilson, y perfecciona los métodos de control de las superficies ópticas. Es nombrado miembro de la "Physical Society". En marzo de 1936 renuncia como profesor de la Universidad de Buenos Aires y en junio del mismo año es designado interinamente jefe del departamento de Astrofísica del Observatorio de La Plata.

Felicitemos muy cordialmente a nuestro distinguido consocio el doctor Enrique Gaviola por su nombramiento en el Observatorio Nacional de Córdoba.

LOS ASPECTOS MAS SIMPLES DE LA MECANICA CELESTE

Por HOMER A. HARVEY

(Continuación) (*)

HEMOS descripto al horizonte como un fenómeno puramente local y único para cada punto de la superficie de la Tierra. Debemos ahora mencionar otras dos "marcas en el cielo" (**) que, con el horizonte, completan el conjunto de referencias locales para el observador: el *meridiano* y el *cenit*.

EL MERIDIANO

Definiremos por ahora el meridiano como aquella línea curva imaginaria trazada sobre la bóveda del cielo, que empieza en el punto Sud del horizonte y termina en el punto Norte, pasando exactamente sobre la cabeza del observador. En realidad, la mitad restante de esta línea curva, que bisecta el hemisferio invisible del cielo situado debajo del horizonte, forma parte también del meridiano, pero generalmente no nos interesa. El meridiano divide en dos mitades, tanto el hemisferio celeste situado arriba del horizonte del observador como al hemisferio inferior oculto, y marca la mitad del camino que recorre cualquier astro que tenga orto y ocaso.

EL CENIT

El cenit es el punto ideal de la bóveda celeste que está situado exactamente sobre la cabeza del observador; este punto está colocado en el meridiano y es equidistante de todos los puntos del horizonte.

Estas tres "marcas en el cielo" que acabamos de describir: horizonte, meridiano y cenit, constituyen un conjunto único y particular de cada observador o sea una tríada que sigue al observador

(*) Véase REVISTA ASTRONÓMICA, Tomo VIII, N.º V.

(**) No hallamos mejor traducción del término usado por el autor: "sky marks", al no querer alterar el sentido de la expresión. — (N. d. T.).

constantemente a cualquier punto de la superficie terrestre en que se estacione.

LA ESFERA CELESTE

Esta esfera cóncava de la cual nosotros, colocados en cualquier punto de la superficie terrestre, solamente vemos la mitad (haciendo abstracción de las irregularidades del horizonte), no es más que una ilusión óptica y, en realidad, no existe. Como consecuencia de esta ilusión, nos aparecen colocados sobre la superficie de esta bóveda esférica y a la misma distancia, todos los objetos celestes, desde la Luna, el astro más cercano, hasta la nebulosa más lejana, situada a millones de años-luz de la Tierra. Esta esfera aparente da vuelta continuamente hacia el Oeste y su movimiento de rotación se produce alrededor de un eje que se *eleva* arriba del horizonte y del cual el eje de la Tierra es un segmento. Su movimiento aparente resulta de la suma de dos movimientos originados por causas independientes; uno de ellos es el llamado *diurno*, producido por la rotación de la Tierra sobre su eje y que hace dar una vuelta completa al cielo alrededor de nosotros en 24 horas menos 4 minutos aproximadamente, y el otro movimiento es el llamado *anual*, producido por la revolución de la Tierra en su órbita, el cual, sobreponiéndose al movimiento diurno, es la causa del pequeño desplazamiento del cielo hacia el Oeste, que notamos diariamente con respecto al Sol, fenómeno muy familiar hasta para el observador casual. Este desplazamiento cubre una circunferencia completa en el curso de un año y, en consecuencia, representa algo menos de 4 minutos por día ($24 \text{ horas} = 1440 \text{ minutos} \div 365^{\text{d}},25 = 3 \text{ minutos } 55 \text{ segundos}$).

El movimiento de la esfera celeste, como la misma esfera, es también una simple ilusión y debe comprenderse exclusivamente mediante el análisis de sus causas, sin dejarnos engañar por la apariencia que los sentidos nos proporcionan. Mediante la perfecta comprensión de la mecánica de estos fenómenos fundamentales, llegaremos a familiarizarnos completamente con los movimientos de los cuerpos celestes. El aficionado podrá ahora comprender toda la consideración que merecen los antiguos, en sus grandes esfuerzos realizados para tratar de explicar mediante algún plan geométrico lo que ellos veían del sistema solar, toda vez que, aún conociendo la clave del enigma, no encontrará pocas dificultades para interpretar adecuadamente la relación existente entre los movimientos celestes. Volveremos oportunamente sobre este argumento.

Existen otras dos "mareas en el cielo" que, mientras tienen una colocación fija y constante para cada observador relacionadas con el resto del conjunto de referencias locales, son comunes sin embargo a todos los observadores, cualquiera que sea su ubicación. Estas se distinguen del horizonte, meridiano y cenit, por tener la característica de ocupar *una posición definida entre las estrellas* y son: los polos y el ecuador celestes.

LOS POLOS CELESTES

Estos son los puntos de la esfera celeste en los cuales el eje de rotación de la Tierra, prolongado al infinito, encuentra dicha esfera. Generalmente se puede ver solamente uno de los polos al mismo tiempo, aunque una persona colocada en el ecuador podría ver simultáneamente ambos polos en los puntos Norte y Sud de su horizonte. Dado que el eje de la Tierra conserva prácticamente una posición constante en el espacio con respecto a las estrellas, (*) se deduce que los polos celestes son puntos fijos entre las estrellas en la esfera celeste. El polo Norte está situado en un punto muy próximo a la estrella Polar y en consecuencia, para un observador colocado en el hemisferio boreal, la esfera celeste aparecerá como si rotara alrededor de dicho punto con un movimiento resultante de la combinación de los dos movimientos a que hemos hecho referencia.

Un observador en el polo Norte vería la estrella Polar exactamente sobre su cabeza; su latitud y la elevación de la Polar sobre su horizonte serían ambos de 90° . Análogamente un observador en el ecuador vería la estrella Polar en la línea de su horizonte en dirección Norte; su latitud y la elevación del polo celeste serían ambos iguales a 0° . Podemos entonces enunciar un importante principio astronómico: "*la latitud de un observador es igual a la elevación del polo celeste sobre su horizonte*", lo que comprobamos por medio del dibujo de la figura 37.

Sea C el centro de la Tierra y supongamos al observador colocado en O . El observador verá el polo celeste en la dirección indicada en la figura a un ángulo a' arriba del horizonte y tendrá el cenit en dirección OZ perpendicular al horizonte HT . El eje de la Tierra CR es perpendicular a CS , el plano ecuatorial. Siendo los lados del ángulo a , CS y CZ , es entonces el ángulo a igual al ángulo

(*) La precesión los hace desplazar muy lentamente. (N. d. T.).

lo b . Pero el ángulo a' es igual al ángulo a (ángulos correspondientes de rectas paralelas) y en consecuencia el ángulo a' es igual al ángulo b (latitud del observador), como queríamos demostrar.

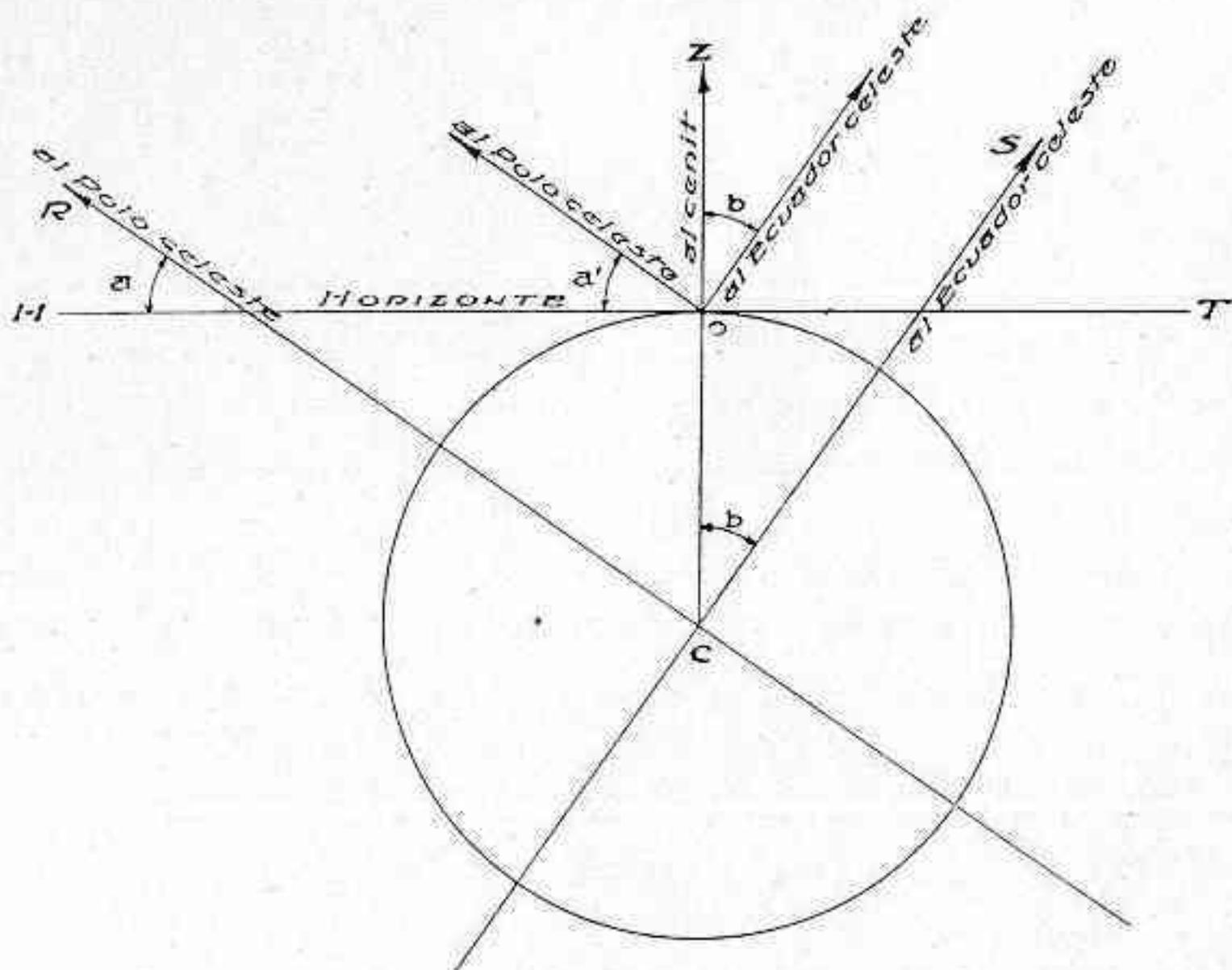


Fig. 37.—Elevación del polo y latitud. El ángulo a' (elevación del polo) es igual al ángulo b (latitud).

EL ECUADOR CELESTE

La segunda “marca en el cielo”, el ecuador celeste, aparece bien claramente en la misma figura 37. Si extendemos en el espacio el plano del ecuador terrestre, éste cortará la esfera celeste según un círculo máximo. Este círculo formará con la dirección del cenit un ángulo igual a la latitud y en cualquiera de sus puntos distará 90° del polo celeste. Su mitad visible empezará en el punto Este del horizonte del observador y terminará en el punto Oeste; por lo tanto cruzará el meridiano formando con éste ángulos rectos y será dividido en dos partes iguales por el mismo meridiano. Un caso particular se produce para un observador colocado en uno cualquiera de los polos, pues en tales circunstancias el ecuador celeste coincide con el horizonte.

Vemos, por lo tanto, que el polo y el ecuador celestes ocupan posiciones fijas y constantes respecto al restante conjunto de referencias de un determinado observador. Para una estación situada, por ejemplo, a 43° de latitud Norte, la estrella Polar se encontrará a 43° arriba del horizonte septentrional y el ecuador celeste será 43°

más bajo que el cenit. Sin embargo, el aficionado debe desechar en absoluto la idea de que estas "marcas en el cielo" que acabamos de considerar (polo y ecuador celestes) lo sigan al cambiar su posición como ocurre en el caso del horizonte, meridiano y cenit, pues, como hemos recordado, ellas tienen *una posición fija con respecto a las estrellas*. Cuando el observador cambia de *latitud*, los polos y el ecuador celestes cambiarán de posición con respecto al resto de sus referencias de acuerdo con los principios que acabamos de exponer. Por otro lado, un cambio en la *longitud* no producirá efecto alguno; para comprenderlo basta reflexionar que los polos y el ecuador celestes están trazados imaginariamente sobre la esfera *en continuo movimiento*, que se desliza uniformemente hacia el Oeste arriba de la red de coordenadas locales del observador.

Puesto que todo el cielo estrellado da vuelta aparentemente alrededor del polo celeste, resulta que *los caminos seguidos por todos los objetos celestes fijos en el cielo del observador seguirán líneas paralelas al ecuador celeste cuando no coincidan con el mismo ecuador*. El Sol, la Luna y los planetas, cuya posición aparente entre las estrellas varía constantemente, siguen esta regla solamente de una manera aproximada, puesto que, entre su orto y su ocaso pueden acercarse o alejarse del ecuador celeste.

Se deduce también que todas las estrellas cuya distancia del polo celeste esté comprendida dentro del ángulo de la elevación del polo sobre el horizonte — en otras palabras, de la latitud del observador — describirán en las 24 horas circunferencias cuyo trazado aparecerá totalmente situado arriba del horizonte. Todos los objetos celestes que tengan una mayor distancia del polo solamente describirán *arcos* en el cielo o sea, tendrán orto y ocaso. De la misma manera y para el mismo observador existirá un círculo alrededor del polo celeste oculto (opuesto al elevado) de un radio igual a su latitud, que circunscribe una región estrellada que le resultará constantemente oculta. Por ejemplo, *Canopus* no podrá observarse a una latitud de 43° Norte, puesto que esta estrella está situada solamente a unos 37° del polo austral. Finalmente debe resultar claro para el estudiante, que un objeto celeste que en su recorrido diurno llega a pasar rasando arriba del horizonte en la dirección del polo elevado, quedará sobre el horizonte durante todas las 24 horas, mientras que para los objetos más distantes del polo este tiempo irá siempre disminuyendo a medida que aumenta esa distancia, hasta llegar a cero en el "*círculo de ocultación perpetua*" alrededor del polo opuesto. Los objetos situados en el ecuador que-

darán arriba y abajo del horizonte durante tiempos iguales; en efecto, ya hemos constatado que el horizonte divide por mitades el círculo del ecuador.

Si consideramos que el recorrido diurno más largo que puedan trazar las estrellas sobre la esfera celeste es el ecuador, se deduce que los objetos celestes situados sobre el ecuador o cerca de éste, tendrán el movimiento aparente más rápido mientras el ritmo de este movimiento irá disminuyendo más y más a medida que las estrellas se vayan acercando al polo; cerca del polo, los círculos diurnos se harán más pequeños y serán recorridos más lentamente, puesto que el recorrido diurno de todas las estrellas se completa en el mismo intervalo de tiempo. La relación existente se expresa con la regla siguiente: “*Las velocidades aparentes del movimiento de los objetos celestes, son entre sí, como los cosenos de su distancia angular del ecuador (declinación)*”.

En consecuencia, si una estrella ecuatorial cruza el campo de un telescopio en 3 minutos, un estrella situada a 32° al Norte del ecuador recorrerá solamente un 85 % del mismo campo en ese intervalo de tiempo, puesto que el coseno de 0° es igual a 1, mientras que el coseno de 32° es igual a 0,84805. Esa estrella necesitará 3^m31^s para cruzar enteramente el campo de nuestro anteojos.

Ilustraremos con la figura siguiente, los principios que acabamos de enunciar:

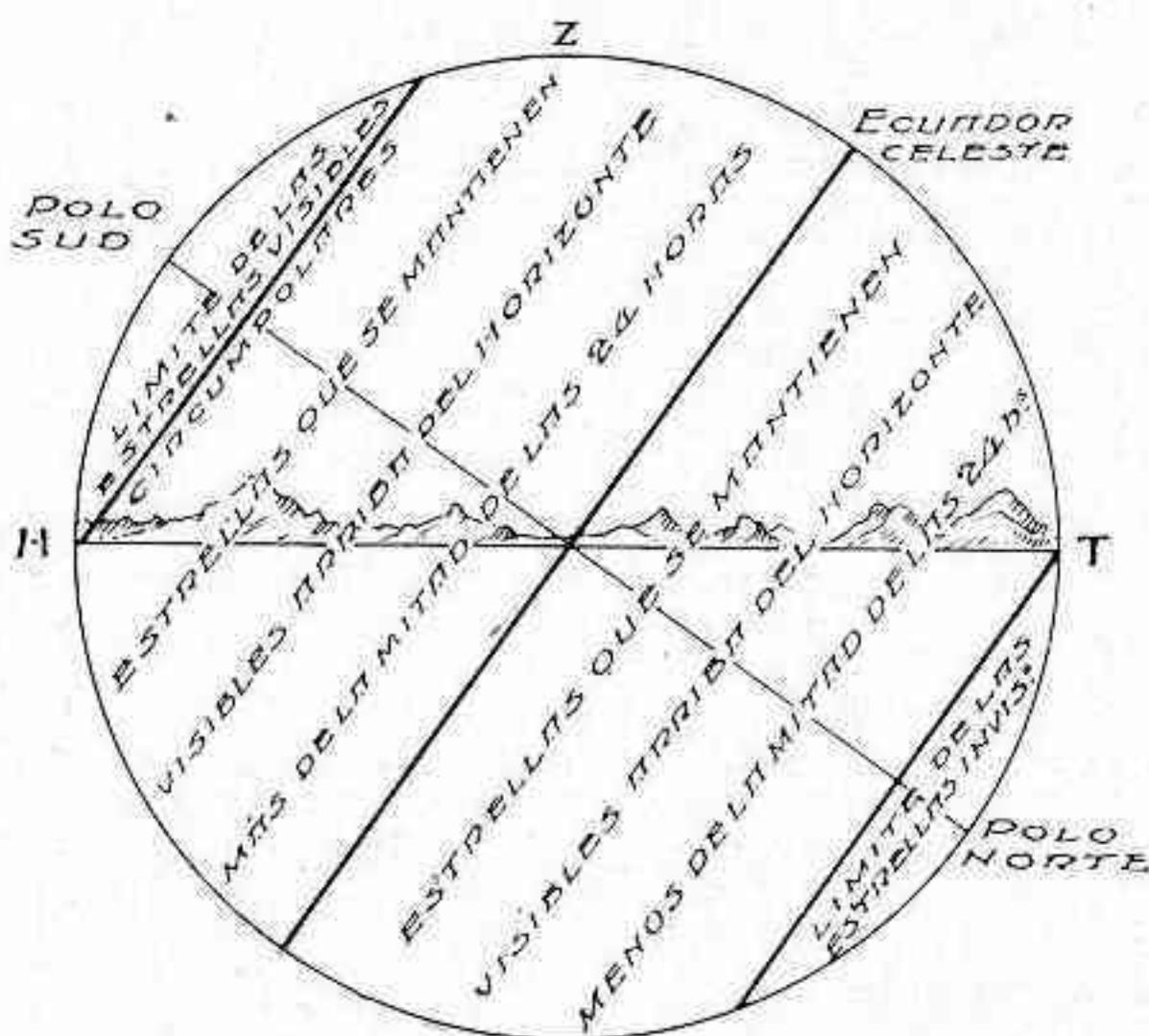


Fig. 38.—Visibilidad en la esfera celeste. HT, horizonte; Z, cenit.

Debemos ahora describir otra "marca en el cielo". Como sucedió en el caso de la geografía terrestre, es necesario elegir algún círculo máximo como origen de referencia para definir las posiciones en las direcciones Este y Oeste de los objetos celestes sobre la esfera. Para este fin se ha elegido el círculo máximo que pasa por el "Punto Vernal" o "Equinoccio Vernal". Podría servir también para el mismo objeto cualquier otro círculo horario, previo acuerdo de los astrónomos; de la misma manera un meridiano terrestre que pasara por Nueva York, Buenos Aires o Valparaíso serviría para establecer las horas tan satisfactoriamente como el meridiano de Greenwich si se llegara a un entendimiento unánime para este fin. Definiremos más ampliamente el "Equinoccio Vernal" en otra oportunidad; por ahora solamente diremos que este punto está situado en el ecuador celeste en la constelación de los Peces (Pisces).

ASCENSION RECTA Y DECLINACION

Estamos ahora en condiciones de poder definir exactamente la posición de cualquiera estrella u otro objeto sobre la esfera celeste. Los astrónomos usan el término "*declinación*" para indicar la distancia angular al ecuador celeste en dirección Norte o Sud; pero utilizan los signos $+$ y $-$ en lugar de Norte y Sud, análogamente a lo que se acostumbra para indicar las latitudes terrestres. Por lo tanto una estrella cuya declinación sea de $-16^{\circ}37'30''$ estará colocada sobre un círculo paralelo al ecuador celeste a esa distancia angular, al Sud del mismo. Una segunda coordenada, la "*ascensión recta*", fijará la posición de la estrella. Podemos definir la ascensión recta como la distancia angular desde el equinoccio vernal medida hacia el Este en *horas, minutos y segundos*, a lo largo del ecuador celeste hasta el pie del círculo horario que pasa por la estrella. Si especificamos, entonces, que la ascensión recta de la estrella en cuestión es de $6^{\text{h}} 42^{\text{m}} 15^{\text{s}}$ hemos indicado la segunda coordenada que nos define la posición de la estrella, que estará ubicada en el punto de intersección de las dos coordenadas indicadas y que corresponden en este caso a la estrella *Sirius* del Can Mayor. Existen Efemérides como la "Connaissance des Temps", el "Nautical Almanac", la "American Ephemeris", el "Almanaque Náutico de San Fernando", etc., las cuales proporcionan las coordenadas de la mayoría de las principales estrellas como también las del Sol, Luna y planetas. Para las estrellas son suficientes las posiciones anuales, mientras que para los objetos que se desplazan continuamente se

necesitan sus posiciones diarias y, para la Luna, hasta las posiciones horarias. Será conveniente pues, que el aficionado se procure una de estas Efemérides, ya que en adelante, deberemos referirnos con frecuencia a datos que en ellas se proporcionan. Las Efemérides constituyen el aliado indispensable del astrónomo y su uso resultará cada vez más fascinador para el aficionado a medida que se vayan ampliando sus conocimientos de la mecánica celeste.

Desgraciadamente para el principiante, los círculos horarios y los paralelos de la esfera celeste no figuran dibujados y numerados convenientemente sobre el cielo y por lo tanto es necesario recurrir a medios instrumentales que permitan localizar los ejes de referencia y las coordenadas construídas sobre los mismos. Aún disponiendo de las valiosas informaciones que le proporcionan las Efemérides, se encuentra incapaz de utilizarlas, a menos que haya previamente localizado el ecuador celeste y el Equinoccio Vernal. Si posee un telescopio, podrá naturalmente proveerlo de círculos graduados para las declinaciones y las ascensiones rectas, que le permitirán localizar rápidamente cualquier objeto en el cielo. El aficionado aventajado poseerá eventualmente un telescopio en estas condiciones, aunque sea pequeño. Más adelante describiremos la manera de armar y orientar este aparato. Si no posee telescopio y debe limitarse a la observación a ojo libre, deberá procurarse por lo menos un planisferio o una esfera cosmográfica provistos de círculos para determinar las coordenadas. Para los aficionados de Buenos Aires podemos recomendar el planisferio de Philips, el Atlas celeste de Schurigs, como también el Atlas del aficionado, publicado por la Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía".

(Continuará).

De "Popular Astronomy", Vol. XLIV, 1936.

Traducción de J. G.

NOTICIARIO ASTRONÓMICO

NOTAS COMETARIAS. — Una comunicación, recibida días después de escritas las Notas del número anterior, nos informa que el Cometa 1937c fué descubierto independientemente por Leslie C. Peltier unas horas después de su descubrimiento por Wilk; en la misma noche, pues, en que los astrónomos de Harvard y Lick estaban observándolo en base al telegrama procedente de Europa.

Orbitas parabólicas de este cometa han sido calculadas ya por varios, entre ellos C. H. Smiley de Berkeley y Allan D. Maxwell de Ann Arbor, ambos con arcos de 10 días. Los resultados de estos dos son casi idénticos; su promedio es:

Epoca del perihelio,	1937 Feb. 21,849
Nodo al perihelio,	32° 5' ,3
Longitud del nodo,	56 53 ,1
Inclinación,	26 22 ,5
Distancia en perihelio,	0,6214 U. A.

Ambos calculistas obtuvieron residuos, no muy grandes pero apreciables, en la representación del lugar del medio, indicando que la órbita no es en realidad una parábola aunque no dista mucho de serlo.

Según estos elementos la distancia mínima desde la Tierra fué de 0,58 unidad astronómica y ocurrió a fines de marzo. En los primeros días de abril el cometa alcanzó una declinación de $+71^{\circ} 21'$, siendo circumpolar para los observadores europeos y estadounidenses e invisible para nosotros. A mediados de mayo la declinación había disminuído a $+32^{\circ}$ y, culminando a las 20^h, el cometa estaría teóricamente a nuestro alcance; pero las distancias heliocéntrica y geocéntrica habían aumentado en tal forma que el brillo quedó reducido a la 14^a magnitud, haciéndolo inobservable.

El día 9 de abril recibimos un telegrama anunciando que tres días y medio antes había sido descubierto un cometa de décima magnitud por W. F. Gale, un aficionado de Sydney (Australia), en A. R. 16^h 13^m,5 y Decl. — $20^{\circ} 27'$, con movimiento hacia el este. Siendo objeto austral, me puse a buscarlo apenas llegaba a buena

altura la región indicada. No encontré rastro de cometa en la región sino en cambio fuí molestado por la presencia del planeta Marte, ya bastante brillante. Consultando el "Manual", hallé que, en la época del supuesto descubrimiento, Marte estaba exactamente 8' al sur de la posición indicada en el telegrama, y tenía también movimiento hacia el este. Consideraba, pues, muy probable que se trataba de un "fantasma", proveniente de luz del planeta, reflejada en las superficies del objetivo de Gale, interpretación que ha sido confirmada, por la falta de observaciones posteriores y por la noticia de que van Biesbroeck tampoco pudo hallar el supuesto cometa.

El cuarto cometa de este año es también boreal. El cometa periódico Grigg-Skjellerup, que en su última aparición fué 1932d y esta vez será 1937d, fué reencontrado fotográficamente por Leland E. Cunningham de Harvard en la noche del 29 al 30 de abril, como objeto de magnitud 13,4 y en una posición que indica que la época de perihelio atrasará tan sólo 0,6 día sobre las predicciones. De acuerdo con esta observación el brillo máximo del cometa en esta aparición será de magnitud 12,1 durante la primera quincena de junio; pero su declinación a principios del mes será de más de $+20^\circ$ y seguirá aumentando, quedándose el cometa perdido en el crepúsculo vespertino para nuestras latitudes.

Erratum. — En las Notas del número anterior, pág. 140, línea 3 de abajo, donde dice *Longitud del perihelio*, debe leerse *Longitud del nodo*.

B. H. D.

ZETA AURIGAE. — A pesar de culminar cerca de mediodía, y de tener así escasa altura en las horas nocturnas, aún en las latitudes europeas, esta interesante estrella (ver REVISTA ASTRONÓMICA, Tomo VII, pág. 297) ha sido seguida recientemente en varios observatorios alemanes, en la Specola Vaticana y en los Estados Unidos, pudiéndose constatar que el eclipse de este año apenas había comenzado en la noche (europea) del 21 de abril y era ya total al principiar las observaciones de la noche siguiente, mientras la absorción debida a la atmósfera de la estrella mayor se hizo perceptible diez días antes, en la noche de 11 de abril.

UNA ESTRELLA DEBIL CON FUERTE MOVIMIENTO PROPIO. — El Dr. W. J. Luyten, en un estudio de una serie de placas de Harvard, ha descubierto recientemente una estrella de

magnitud fotográfica 14,3 con el movimiento anual de $3''.27$, excedido por bien pocas estrellas, pues en 1930 habían apenas 25 con movimiento de más de $3''.0$ conocido. Un movimiento aparente tan rápido es indicio fuerte de vecindad, y en efecto, de aquellas 25 estrellas, 14 tienen paralaje de más de $0''.20$. Medidas adicionales efectuadas por el doctor Luyten indicaron un paralaje para esta estrella de $0''.53 \pm 0''.20$ (error medio). Se admite que este valor es provisorio e inseguro, pero indica una probabilidad de tres contra uno de que la paralaje verdadera sea mayor de $0''.40$. De confirmarse $0''.40$ (amén de $0''.53$) la luminosidad de esta estrellita será menos de la diezmilésima parte de la de nuestro Sol. (*De H. A. C.* 405).

MEDICION DE UN ARCO DE MERIDIANO EN EL TERRITORIO DE LA NACION. — De acuerdo con la reglamentación de la ley N° 12.334, sancionada por el Congreso con fecha 21 de diciembre último, la que dispone se proceda a la medición de un arco de meridiano a lo largo de todo el territorio nacional, destinada a satisfacer las necesidades prácticas de las obras públicas y de la investigación de la forma y dimensiones de la Tierra, el Poder Ejecutivo ha expedido un decreto nombrando la comisión autónoma que con carácter honorario estará a cargo de la dirección científica y administrativa de los trabajos a efectuarse, teniendo en cuenta para constituir la, las propuestas formuladas por los ministerios de Guerra y Marina, las universidades nacionales de Buenos Aires, La Plata y Córdoba y el Museo de La Plata y la facultad que le concede el artículo 2° de la expresada ley, de designar el presidente de esa junta.

El decreto, refrendado por los ministros de Justicia e Instrucción Pública, de Guerra y de Marina, establece que ejercerá la presidencia de la comisión el ingeniero Félix Aguilar, director del Observatorio de La Plata y la integrarán en calidad de vocales el coronel Baldomero de Biedma, director general del Instituto Geográfico Militar; el teniente de navío retirado Melchor S. Escola, del Servicio Hidrográfico de la Armada; el ingeniero Eduardo E. Baglieto, profesor titular de Geodesia en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires; monseñor Fortunato Devoto, en representación de la Universidad Nacional de La Plata; el ingeniero Julio Tezanos Pinto, decano de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Córdoba, y el doctor Joaquín Frenguelli, director del Instituto del Museo de La Plata.

De conformidad con lo dispuesto por el artículo 3º de la citada ley, el Instituto Geográfico Militar, el Servicio Hidrográfico de la Armada y las universidades nacionales de Buenos Aires y La Plata, sin desatender sus tareas ordinarias, colaborarán en esta obra con todo el personal y material disponible.

Por la forma en que ha sido proyectada, encarando múltiples finalidades, la medición del arco meridiano constituye un trabajo geodésico de inestimable valor, sea en su carácter netamente científico, proporcionando los elementos para las investigaciones del estudio de la forma y dimensiones de la Tierra, sea en su carácter eminentemente práctico, satisfaciendo necesidades relacionadas con la ejecución de obras públicas nacionales y estudio para la explotación de las fuentes naturales de riqueza de la corteza terrestre.

La longitud aproximada del arco proyectado alcanza a cerca 4.200 kilómetros y las mediciones a realizar teniendo en cuenta una pequeña zona de influencia, abarca alrededor de 220.000 kilómetros cuadrados. Estas se efectuarán en la parte norte y central de nuestro país, a lo largo del meridiano 64º hasta el paralelo 40º, para continuar hacia el Sur siguiendo el meridiano 70º.

Los trabajos a realizarse de carácter geodésico, para la medición del arco, incluyen el reconocimiento de 284 vértices de primer orden y de 18 bases; la medición de 320 estaciones de primer orden y de 18 bases; la construcción y montaje de 200 torres metálicas; el reconocimiento y construcción de 1880 puntos fijos y la nivelación de alta precisión de cerca de 4.800 kilómetros.

En su aspecto integral, esta obra reportará inmensos beneficios contribuyendo prácticamente al conocimiento de una vasta zona de nuestro país, a la vez que, dada la situación geográfica del mismo, al extenderse hasta latitudes no alcanzadas por otros países que se han preocupado por estos estudios, aportará datos de un alto valor científico.

J. E. G. YALDEN. — El 22 de febrero ppdo. falleció en Leonia, N. J. Estados Unidos, el conocido astrónomo-aficionado Yalden. Nació en Inglaterra, pero siendo aún muy joven se trasladó a la gran república del Norte, donde actuó durante el resto de su vida. Ingeniero de profesión, dotado de una fuerte personalidad, mostró entusiasmo por muy distintas actividades, y en varias de ellas adquirió merecida fama. Así, por ejemplo, su interés por la náutica lo llevó a construir botes y balandras, con los que obtuvo buenos éxi-

tos en regatas. Su afición por la astronomía debió originarse de su deseo de dominar el arte de la navegación; pero muy pronto el estudio del cielo constituyó para Yalden un fin en sí mismo. No se limitó a la mera contemplación; sus observaciones de estrellas variables y de ocultaciones por la Luna son excelentes y muy útiles para la ciencia. Erigió en su casa un pequeño observatorio, muy adecuadamente proyectado, y suministró los planos para la construcción de buen número de observatorios privados y para colegios. Con fundado motivo, pues, es sentida su desaparición en los círculos astronómicos.

ALCIDES R. PAFUCCIO. — El 15 de mayo ppdo., a los 61 años de edad falleció en esta capital el señor Alcides R. Papuccio. Argentino, de espíritu elevado, sensible a toda manifestación del arte y de la cultura, se sintió desde muy joven atraído hacia el estudio de



Fig. 39.—Alcides R. Papuccio.

la astronomía. Dedicó con verdadera pasión los ratos libres de su vida de trabajo a la observación y al estudio del cielo lo que hizo con perseverancia hasta los últimos años, en que su precario estado de salud le impidió seguir cultivando su afición predilecta con el entusiasmo habitual. En sus primeras observaciones utilizó un pequeño antejo acimutal de 70 mm. de abertura, pero más tarde substituyó este instrumento con un refractor paraláctico

Zeiss de 110 milímetros de abertura. Se interesó principalmente por el estudio de la astronomía teórica y de posición, como también de la mecánica celeste.

La familia, recordando esta afición del extinto y teniendo en cuenta los nobles fines culturales perseguidos por la Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía" quiso rendir culto a su memoria haciendo donación a la Biblioteca de la Asociación y por intermedio del señor Carlos Cardalda, de la valiosa colección de libros que el señor Papuccio utilizara en vida, constituida por 107 volúmenes, cuya lista detallada se publica en este número en la sección correspondiente.

CONSULTORIO DEL AFICIONADO

En esta sección se tratará de dar respuesta a las preguntas que los aficionados formulen, consultas que deberán referirse a puntos concretos. La correspondencia deberá dirigirse al Director de la Revista, Directorio 1730, Buenos Aires.

9).—¿Cuáles han sido los mayores refractores en los últimos cien años?—
P. S.

El primer refractor “verdaderamente moderno” fué el construído por Fraunhofer para el observatorio de Dorpat (Rusia); su instalación en 1824 marca una época en la historia del instrumental astronómico. Damos a continuación la lista de los refractores que, a partir de esa fecha, han tenido el honor de ser, por algunos años, “el mayor anteojó del mundo”:

Fecha	Abertura	Optico	Observatorio
1824	24 cm.	Fraunhofer	Dorpat (Rusia)
1835	32	Cauchois	Cambridge (Inglaterra)
1839	38	Merz y Mahler	Pulkova (Rusia)
1866	47	Alvar Clark	Obs. Dearborn (E. Unidos)
1871	63,5	Cooke e hijos	Cambridge (Inglaterra)
1873	66	Alvan Clark	Obs. Naval Wáshington (E. U.)
1878	68	Grubb	Viena (Austria)
1885	76	Alvan Clark	Pulkova (Rusia)
1888	91	Alvan Clark	Obs. Lick (E. Unidos)
1897	102	Alvan Clark	Obs. Yerkes (E. Unidos)

El célebre óptico estadounidense Alvan Clark figura nada menos que cinco veces en la lista; y esto es tanto más notable cuanto ninguno de los otros constructores de objetivos figura más de una vez.

Si tomamos como abscisas las fechas y como ordenadas las aberturas de los refractores, los datos anteriores admiten la siguiente representación gráfica:

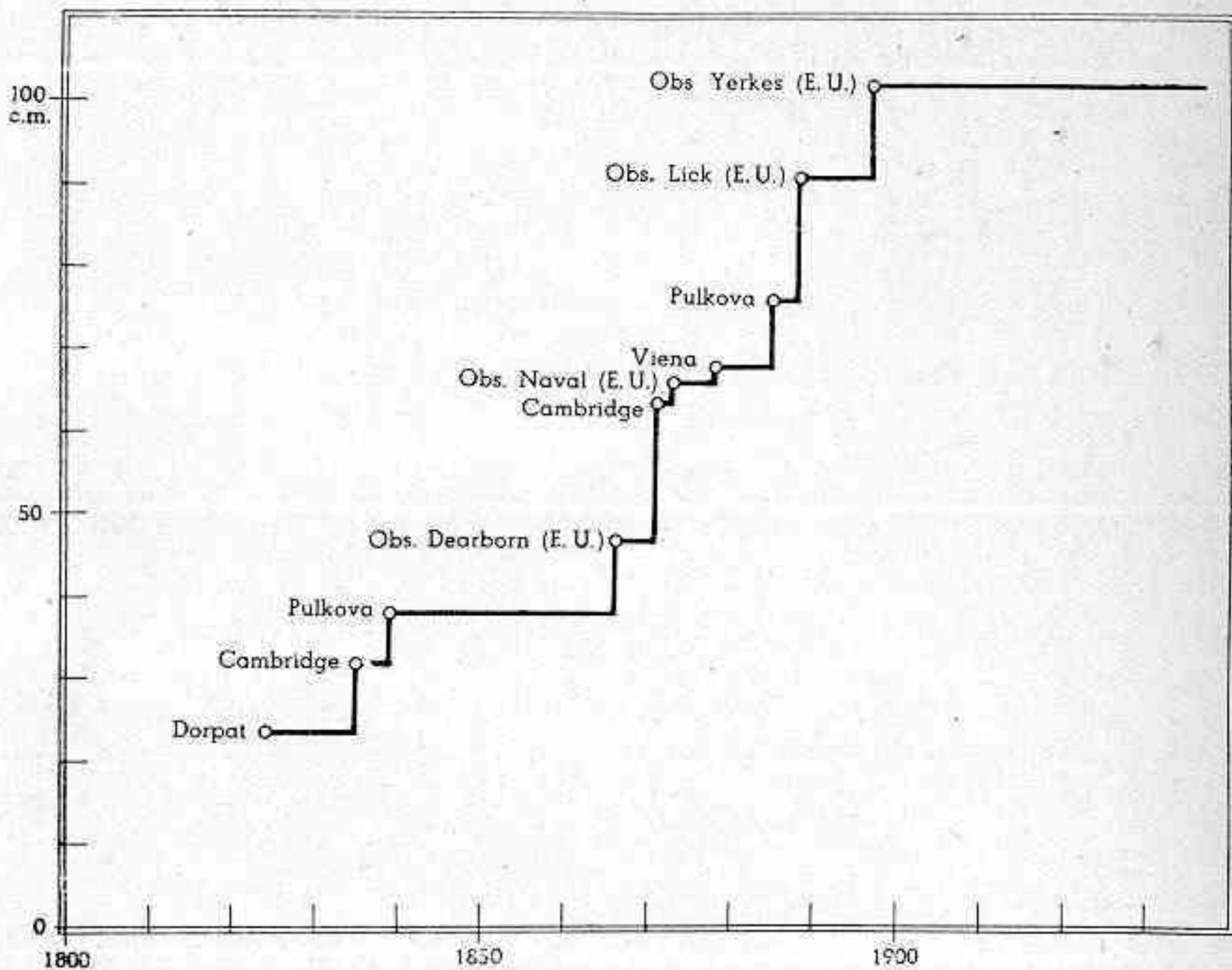


Fig. 40.—Representación gráfica.

De notar es que el refractor de Yerkes ha mantenido su primacía desde 1897, o sea durante cuarenta años ya; ¿llegará al medio siglo su reinado, o será destronado antes por un instrumento mayor?

NOTICIAS DE LA ASOCIACIÓN

NUEVOS SOCIOS. — Han ingresado recientemente a nuestra Asociación los siguientes socios nuevos:

ACTIVOS

Señor DANIEL P. DESSEIN, ingeniero civil, Paraguay 1353, Buenos Aires; presentado por Martín Dartayet y Bernhard H. Dawson.

Señor CIRILO G. DODDS, agrimensor, Cangallo 328, Buenos Aires; presentado por Carlos Cardalda y Julián F. Aldazabal.

Señor ESTEBAN TERRADAS, ingeniero, Observatorio Astronómico, La Plata, Provincia de Buenos Aires; presentado por Bernhard H. Dawson y Félix Aguilar.

VITALICIOS

Han pasado a Socios Vitalicios, en su categoría, los siguientes socios fundadores:

Doctor BERNHARD H. DAWSON, Observatorio Astronómico, La Plata, Provincia de Buenos Aires.

Señor JOSE R. NAVEIRA, Lavalle 975, Buenos Aires.

Señor CARLOS L. SEGERS, José Bonifacio 1488, Buenos Aires.

Señor LAUREANO SILVA, Esmeralda 550, Temperley, Provincia de Buenos Aires.

Señor JOSE GALLI, Asunción 3634, Buenos Aires.

Señor ANGEL PEGORARO, Directorio 1726, Buenos Aires.

Doctor ULISES L. BERGARA, Esperanza 3615, Buenos Aires.

Señor J. EDUARDO MACKINTOSH, J. M. Estrada 1878, Buenos Aires.

OBTENSION DE LA PERSONERIA JURIDICA

Como ya se ha comunicado a nuestros asociados en otras oportunidades, la Comisión Directiva ha estado trabajando activamente para obtener esta concesión de las autoridades de la Nación, a fin de que nuestra Asociación pudiera realizar los propósitos enunciados en los Estatutos sociales.

Nos es muy grato comunicar ahora que el Superior Gobierno de la Nación ha concedido la personalidad jurídica a la Asociación, según el decreto que se transcribe:

Buenos Aires, 12 de mayo de 1937.

A.1.—

Vistos: el pedido de concesión de personalidad jurídica para la Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía" y el dictamen favorable de la Inspección General de Justicia; atento a que los fines propuestos por la recurrente se hallan comprendidos en las disposiciones del art. 33 - inc. 5º del Código Civil; y que sus estatutos, con las modificaciones aconsejadas por la Inspección General y aceptadas por dicha Asociación, se ajustan a los preceptos legales y reglamentarios en vigor.

**EL PRESIDENTE DE LA NACION ARGENTINA
DECRETA:**

Art. 1º — Concédese personería jurídica a la Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía", constituida en esta Capital el 4 de enero de 1929; apruébase sus estatutos de fs. once (11) a diez y siete (17), con las modificaciones de fs. diez y siete vuelta (17 vta.) y diez y nueve (19) y de fs. treinta y ocho (38) a treinta y nueve (39).

Art. 2º — Publíquese, dése al Registro Nacional, repóngase el sellado y vuelva a la Inspección General de Justicia para su anotación, expedición de testimonio y a sus demás efectos.

*(Firmado): JUSTO
JORGE DE LA TORRE*

DECRETO N° 105610.

HAGASE SOCIO VITALICIO. — Con la obtención de la Personería Jurídica, la C. D. tiene gran interés de ver realizado el principal de los objetos enunciados en nuestros Estatutos: *el local social.*

Siendo necesario contar para esta empresa con fondos suficientes la C. D. solicita la cooperación de los señores socios, pidiéndoles se acojan a los beneficios de la categoría de “Socio Vitalicio”, redimiéndose del pago de cuotas por el resto de su vida, abonando el equivalente de quince (15) anualidades. A fin de que este desembolso no resulte muy oneroso, la C. D. les ha acordado facilidades, permitiendo a los socios efectuar el pago en cuotas parciales, que deberán ser cubiertas en breve plazo. Como ya se ha comunicado a los señores socios (Véase REVISTA ASTRONÓMICA, Tomo VI pág. 128) la mitad de lo que se recauda por este concepto es destinado al *Fondo Local Social.*

**CONTRIBUYA A QUE LA ASOCIACION OCUPE
EL PUESTO QUE DE DERECHO LE CORRESPONDE
ENTRE LAS INSTITUCIONES CULTURALES DEL PAIS.**

CONFERENCIA. — El jueves 3 de junio último, tuvo lugar en el Centro Argentino de Ingenieros la anunciada conferencia ilustrada con proyecciones luminosas sobre “Los Eclipses”, que estuvo a cargo del doctor Bernhard H. Dawson.

Una nutrida y selecta concurrencia siguió con atención al disertante, quien fué calurosamente aplaudido al finalizar el acto. En el próximo número de la REVISTA ASTRONÓMICA se transcribirá el texto de esta interesante conferencia.

LA COMISION DIRECTIVA.

BIBLIOTECA

PUBLICACIONES RECIBIDAS

a) Revistas.

AMATEUR ASTRONOMY, March 1937. — Amateur Seismology, Mrs. M. M. Seeburger. — An Easy Way to Pick Up Vesta, H. W. Cornell.

— April 1937. — Purjinke Is Still With Us, H. D. Gaebler. - Hints On Variable Star Observing, D. W. Rosebrugh.

— *SUPPLEMENT*, Mid-February 1937. — The Structure of the Milky Way, Torsten R. Hedengren.

ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA, febrero, marzo, abril y mayo de 1937.

ASTRONOMICAL DISCOURSE, January 1937. — The Real Heights of Meteors and Their Discussion. Length of Real Path, Velocity, Color and Temperature, J. Wesley Simpson.

— February 1937. — The Meteor's Mass and Diameter. Opik's Table N° XII. Train Drift, J. Wesley Simpson.

BOLETIN DEL CENTRO NAVAL, Enero-febrero y Marzo-abril 1937.
BOLETIN MENSUAL DEL OBSERVATORIO DEL EBRO, Octubre-noviembre-diciembre de 1935.

COELUM, Marzo 1937. — Il contributo dei metodi statistici alla conoscenza dell'Universo stellare (continuazione e fine), F. Zagar. - Piccola enciclopedia astronomica.

— Aprile 1937. — L'eclisse di sole del 19 giugno 1936 osservata dalla missione italiana in Russia, G. Righini. - La deformazione delle immagini stellari generate dagli specchi parabolici, G. Horn-D'Arturo.

DIE HIMMELSWELT, März-April 1937. — Die Dämmerungserscheinungen, Artur Teichgräber. - Ein selbst zu bauendes parallaktisches Achsensystem, Otto Nägel.

— Mai-Juni 1937. — Milchstrasse im Cepheus, Bernhard Sticker. - Materie und Strahlung im Sterninnern, Bodo Jung. - Ein Wort zur Orientierung am Monde, Philipp Fauth.

EL MONITOR DE LA EDUCACION COMUN, Febrero, marzo y abril de 1937.

MARINA, Febrero, marzo y abril de 1937.

POPULAR ASTRONOMY, April 1937. — The New Universe, H. T. Stetson. - Collecting Data on Meteors and Fireballs, R. E. Crilley. - Jupiter in 1936, W. H. Haas. - In Addition to "The Forty Nearest Stars" in the March Issue, R. K. Marshall.

— May 1937. — Cinematographic Observations of the Total Solar Eclipse of June 19, 1936, S. Goto and M. Yamasaki. - The Total Solar Eclipse

of June 8, 1937, *Ch. H. Smiley*. - Driving Back the Dark, *R. G. Aitken*. - Expedition to Observe the Eclipse of June 8, 1937. - Photographs of Sunspots, *W. M. Kearons*. - A. Photometric Investigation of the Variability of Plate Errors for Red and Blue Stars, *M. F. Jordan*. - A Method of Investigating Lunar Changes, *W. H. Haas*.

REVISTA DEL CENTRO ESTUDIANTES DE INGENIERIA, Marzo, abril, mayo y junio de 1937.

SCRIPTA MATHEMATICA, July 1936. — The Role of Infinity in the Cosmology of Epicurus, *C. Jackson Keyser*. - Isaac Newton, *R. E. Langer*.

SOUTHERN STARS, March 1937. — Preliminary Report on Observations of the Annular Eclipse of the Sun, 1936 December 13.9 G.M.T., *I. L. Thomsen*. - Nova Sagittarii 1936, *M. Geddes*, *I. L. T.* Stellar Distances and the Expanding Universe, *I. L. T.*

— April 1937. — The Story of a Great Eclipse, *I. M. Lewis*. - Annular Eclipse 1936, December 14th, General Report of Observations, *C. B. Michie*.

— May 1937. — Scientists to Observe 1937 Eclipse from Tiny Pacific Island. - Preparations for the Total Eclipse 1937 June 8th, *C. B. Michie*. - Relative Sunspot Numbers from the Year 1749, *I. L. Thomsen*.

URANIA, Febrero 1937. - Unidades celestes, *J. Comas Solá*. - El Oasis, *Alberto Carsi*. - Idea acerca de las perturbaciones planetarias, *J. Febrer*. - El astrónomo Jaime Juan, *M. Selga*.

— Marzo 1937. — Luz zodiacal, *J. Comas Solá*. - El eclipse de Sol del día 19 de junio, *J. Pratdesaba*. - Inquietudes (Alrededor del problema cosmogónico), *Ortiz Fornaguera*. - Alteraciones de la gravedad sobre la Tierra en relación a las distancias de otros cuerpos celestes, *F. K.*

b) Obras varias.

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE, Annuaire 1938.

NISSEN, *Juan José*, Juan Hartman, 1865-1936. - *DARTAYET*, *Martín*, Índice cronológico de las publicaciones efectuadas por el Dr. Juan Hartmann. (Envío de los autores).

DAWSON, *Bernhard H.*, Observations of Comet Peltier (1936a), made with the Filar Micrometer of the 433 mm. Equatorial of La Plata Observatory, *A. J. N° 1061*. (Envío del autor).

PUIG, *S. J., Ignacio*, La materia interestelar. *Bibl. Observ. San Miguel*, N° 4. (Envío del autor).

BOBONE, *Jorge*, Tablas del VI (sexto) satélite de Júpiter. *Astr. Nach.* Nr. 6279-80. (Envío del autor).

MULLIN MOENCKEBERG, *Ernesto A.*, Anotaciones alrededor de Impulso y Creación. Segundo círculo (A.). (Envío del autor).

MUSEO ARGENTINO DE CIENCIAS NATURALES, Anales, tomo XXXVIII, 1934-1936.

BERGMANN, *Ludwig*, Versuche mit hochfrequenten, ungedämpften elektrischen Schwingungen und kurzen elektrischen Wellen.

GOCKEL, *A.*, Das Gewitter.

JACKSON KEYSER, *Cassius*, Mathematics and the Question of the Cosmic Mind, with Other Essays.

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE MADRID, Anuario para 1937.
CAMPBELL, León, Variable Star Notes of the American Association of Variable Star Observers 1936. *Harvard Reprint* 132.

PRAGER, Richard, S. A. Mitchell, H. L. Alden and Others. Observations of Long Period Variables. Magnitudes and Coordinates of Comparison Stars made with the 26-inch Refractor. (Envío del autor).

A. A. V. S. O., Predicted Maxima and Minima of Long Period Variables for 1937.

McINTOSH, R. A., Report of the Section for the Observation of Meteors, 1932-34. *N. Z. Astr. Soc. Bull.* N^o 24.

Nuestro consocio el señor *José Galli Aspes*, ha donado con destino a la Biblioteca, la siguiente colección de artículos desglosados de la publicación científica "Scientia". Todos los trabajos que no están en idioma francés van acompañados de su correspondiente versión francesa. Las cifras en paréntesis corresponden al mes y año de la publicación.

ARMELLINI, G. — Progressi Stati degli Studi Astronomici Sopra la Costituzione dell'Universo. (X-1925).

— Il Sole é una Stella Pulsante? (I-1926).

BELOT, E. — L'origine de la Terre. (VIII-1932).

BOHLIN, K. — Neuere Beiträge zur Erforschung des planeten Mars. (III-1932).

BERTOLOTI, E. — La propagazione della Scienza attraverso i secoli. (IX-1932).

BOUTARIC, A. — La Cosmogonie Dualiste et Tourbillonnaire. (XII-1926).

BROGLIE, L. de. — Deux Conceptions Adverses sur la Nature de la Lumière et leur Synthèse Possible. (IX-1927).

BUBNOFF, S. — Die Architektur und Die Baugesetze der Erdrinde. (III-1927).

— Sur les paraphores. Contribution au tableau des mouvements de l'écorce terrestre. (XI-1932).

CARRACIDO, José R. — The Relative Influence of Denudation and Earth-Movements in Moulding the Surface of the Earth. (X-1926).

CASTELNUOVO, G. — Determinismo e Probabilità. (I-1933).

CERULLI, V. — La Nebulosità Generale del Cielo. (IX-1926).

COMAS SOLA, J. — Nueva teoría emisiva de la luz y de la energía radiante en general. (XII-1924).

CROW, W. B. — The Protista as the Primitive Forms of Life. (VIII-1933).

CROWTHER, J. A. — The Nucleus of the Atom. (III-1926).

CURTIS, H. D. — The Spiral Nebulae and the Constitution of the Universe. (I-1924).

CHAMBERLIN, Th. C. — The Growth of the Earth. I. (IX-1927).

— Ib. Ibid. II. (XI-1927).

CHWOLSON, O. D. — Der Seltsame Kampf Zweier Theorien des Lichtes. (I-1927).

DE BUEN, O. — La Oceanografía en la vida internacional. (II-1926).

DEHN, M. — Das Mathematische Im Menschen. (IX-1932).

- DE MARCHI, L. — Controversie sull'Isostasi, I. (IV-1933).
 — Ib. Ibid. II. (V-1933).
 EGINITIS, D. — Les Marées dans la Science Antique. (VI-1933).
 ENRIQUES, F. — L'Infinito nella Storia del Pensiero. (XII-1933).
 ENRIQUES, F., DIAZ DE SANTILLANA, G. — Platone e la teoria della Scienza. (I-1932).
 FANO, G. — L'Analysis Situs, I. (X-1924).
 — Ib. Ibid., II. (XI-1924).
 FAVARO, G. A. — Un grande esempio di collaborazione scientifica internazionale. Il catalogo e la carta fotografica del cielo. (III-1927).
 FERRANDO, F. R. — La Física. Ciencia limitada. (XII-1927).
 FESSENKOFF, B. — L'Evolution du Système Solaire.
 FRAENKEL, A. — Der Streit um das Unendliche in der Mathematik. Erster Theil. (IX-1925).
 — Ib. Ibid. Zweiter Theil. (X-1925).
 GIFFORD, A. C. — Celestial Collisions. (I-1927).
 — The Origin of the Solar System, I. (IX-1932).
 — Ib. Ibid., II. (X-1932).
 GIORGI, G. — Sulla geometria dell Spazio fisico. (IV-1932).
 GREAVES, W. M. H. — The Temperatures of the Stars. (XI-1933).
 HAGEN, J. G. — The History of the Cosmic Clouds. (II-1932).
 HARPER, W. A. — The Spectroscopic Binary Stars. (IV-1932).
 HEIBERG, J. L. — Wie die Schriften des Alterthums an uns Gelangt Sind, Erster Theil. (II-1926).
 — Id. Ibid. Zweiter Theil. (III-1926).
 HOLMES, A. — The Problem of Geological Times, I. (XI-1927).
 INNES, R. T. A. — Variability of the Rotation of the Earth. (VIII-1927).
 — Collisions with Comets as a Cause of Climate Variations. (I-1932).
 IVANOFF, A. A. — L'Astronomie au Service de la Pratique. (X-1933).
 KOTTLER, F. — Considérations de Critique Historique sur la Théorie de la Relativité, I. De Fresnel a Lorentz. (X-1924).
 — Id. Ibid., II. Henri Poincaré et Albert Einstein. (XI-1924).
 LANDSBERG, Gr. — La Diffusion de la Lumière Phénomène de Modulation. (IX-1933).
 LA ROSA, M. — Prove Astronomiche Contrarie alla Relatività, II, Una Nuova Teoria delle "Stelle Variabili".
 LINDBLAD, B. — The Rotation of the Galaxy. (V-1932).
 LODGE, O. — Matter and Energy. (I-1925).
 LORI, F. — La Radiometeorologia. (X-1933).
 LORIA, G. — Psicologia dei Matematici. (I-1924).
 — Il Periodo Galileiano nella Storia delle Scienze. (XII-1925).
 — Un Periodo di Storia delle Scienze: Da Galileo a Newton. (V-1926).
 — Il Periodo di Storia delle Scienze: dalla Morte di Galileo a Newton; Da Bacone all'alba del XVIII secolo. (X-1926).
 — La Legge d'Evolutione Propria delle Matematiche. (V-1927).
 MARCOLONGO, R. — La Meccanica di Leonardo da Vinci. (XI-1926).
 — Le Invenzioni di Leonardo da Vinci, I. (IV-1927).

- Id. Ibid., II. (VI-1927).
- La Matematica di Quaranta Secoli Fa. (I-1932).
- MENDES-CORREA, A. A. — La dispersion de l'homme sur la surface terrestre. (X-1927).
- MEUNIER, S. — Enseignements donnés à la Geologie par des Volcans de la Lune. (III-1925).
- MIE, G. — Das Problem der Materie und die Relativitätstheorie. (III-1925).
- MILLER, G. A. — Weak Points in Greek Mathematics. (V-1926).
- MILLIKAN, R. A. — Conceptions in Physics Changed in Our Generation. (IV-1927).
- MILLS, J. — An Electrical Atom. (IV-1926).
- MOUREU, Ch. — L'Universelle Diffusion des Gaz Rares dans la Nature. (VII-1927).
- NATUCCI, A. — Origine e Sviluppo del Concetto di Numero Irrazionale. (XI-1925).
- NEWTON, H. W. — Sunspots and the Earth's Magnetism. (II-1933).
- NILSSON, M. P. — La computation de Temps chez les Peuples Primitifs et l'Origine du Calendrier. (VI-1926).
- NOLKE, F. — Welche Kräfte Bestimmt den Gang der Geologischen Entwicklung. (IV-1926).
- Gibt es Eine Geologische Universaltheorie. (I-1933).
- OKULICZ, L. — La valeur de l'oeuvre astronomique de Claude Ptolémée à la lumière des recherches nouvelles. (XII-1933).
- OLIVIER, Ch. P. — Meteoric Astronomy. (VII-1933).
- PALACIOS, J. — La naturaleza de los rayos X. (XII-1925).
- PIZZAGALLI, A. M. — In Concetto di Materia e il Materialismo Indiano. (IX-1932).
- PLANCK, M. — Die Kausalität in Naturgeschehen. (III-1933).
- PRZYLUSKI, J. — La théorie des éléments et les origines de la Science. (VII-1933).
- REICHENBACH, H. — Die Relativistische Zeitlehre. (XII-1924).
- ROLLA, L. — Le Terre rare nelle Atmosfere Stellari. (XII-1932).
- ROTHER, E. — Les Tremblements de Terre Récentes et l'Etat Actuel de la Sismologie. (II-1925).
- RUPP, E. — Über Interferenz und Polarization der Elektronen. (IV-1933).
- SCHAFFER, F. X. — Die Grossformen der Erdrinde und Ihre Bewegungen. (V-1927).
- SEVERI, F. — Elementi Logici e Psicologici dei Principi di Relatività. (I-1925).
- Esame delle Obiezioni d'Ordine Generale contro la Relatività del Tempo. (II-1925).
- SHAPLEY, H. — The Magellanic Clouds and their Bearing on the Problems of Stellar Ages. (VIII-1925).
- SILBERSTEIN, L. — The Age of the Stars. (VII-1932).
- SMITH, D. — The Roman Numerals. (VII-1926).
- SNOW, A. J. — The Role of Mathematics and Hypothesis in Newton's Physics. (VII-1927).

- SOMMEFELD, A. — Ueber die Letzten Fortschritte der Atomphysic. (I-1926).
- STERN, A. W. — The Trend of Modern Physics and Its Influence on Modern Thought. (VI-1933).
- VALLAUX, C. — Le Relief Sous-Marin d'après les Récents Sondages. (XII-1932).
- VERCELLE, F. — Alcuni problemi di geografia e di fisica del mare. (II-1932).
- I Tremiti della Terra. (X-1932).
- VER EECKE, P. — Le Mécanique des Grecs d'après Pappus d'Alexandrie. (VIII-1927).
- VOGT, H. — Die Massenabnahme der Sterne infolge Ausstrahlung von Energie. (II-1925).
- WATAGHIN, G. — Le vicendi recenti della teoria della Relatività. (VIII-1927).
- WEGENER, A. — Die Geophysikalischen Grundlagen der Theorie der Kontinentenverschiebung. (II-1927).
- WIRTZ, C. — Die Spiralnebel und die Struktur des Raumes. (XI-1925).
- ZIELINSKI, T. — Science Grecque et Science Romaine. (I-1933).

La familia del señor *Alcides R. Papuccio*, ha donado con destino a la Biblioteca, la siguiente colección de libros:

- ANDRE, Ch. — Traité d'astronomie stellaire (2 tomos).
- BAILLAUD, B. — Cours d'astronomie (2 tomos).
- BELOT, E. — Exposition synthétique de l'origine dualiste des mondes.
- BOQUET, F. — Les observations méridiennes (2 tomos).
- BOSLER, J. — Les théories modernes du soleil.
— L'évolution des étoiles.
- BRICARD, R. — Géométrie descriptive.
- CONSTAN, P. — Cours d'astronomie et de navigation (2 tomos).
- D'OCAGNE, M. — Calcul graphique et monographie.
- EINSTEIN, A. — La théorie de la relativité restreinte et généralisée.
- GASPARI, E. — Astronomie pratique (2 tomos).
- HIRN, G. A. — Constitution de l'espace céleste.
- LANDI, H. — Teoria de relatividad.
- LOWELL, P. — Mars et ses canaux.
- MAILLARD, L. — Quand la lumière fût. (Segundo tomo).
- MOCH, G. — La relativité des phénomènes.
- MOREUX, Th. — Les autres mondes sont ils habités?
- MOYE, M. — L'Astronomie.
- NORDMANN, Ch. — Le royaume des cieux.
— Einstein et l'Univers.
- PERRET, E. — Navigation.
- PERRIER, E. — La vie dans les planètes.
- PETROVITCH, M. — Les spectres numériques.

- POINCARÉ, H. — Leçons de mécanique céleste (3 tomos).
 — Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste.
- PROCTOR, R. A. — Nouvel atlas céleste.
- RESAL, M. H. — Traité élémentaire de mécanique céleste.
- ROUGIER, L. — La matérialisation de l'énergie.
- RUDAUX, L. — Ce qu'on voit dans le ciel.
- SOUCHON, A. — Traité d'astronomie théorique.
 — Traité d'astronomie pratique.
- TISSERAND, F. — Traité de mécanique céleste (4 tomos).
- TREPIED, Ch. — Tables et cartes d'occultations.
- VILLIE, E. — Compositions d'analyse et de mécanique (3 tomos).
- Annales de L'Observatoire Imperial de Paris publiées par U. J. Le Verrier (tomos I al IV, años 1855 al 1858).
- Annuaire astronomique et météorologique Camille Flammarion (1927).
- Annuaire du bureau des longitudes, años 1909 y 1924.
- Bulletins de la Société astronomique de France, "L'Astronomie", años 1905 al 1936. (32 tomos).
- Catálogo de 7412 estrellas de declinaciones comprendidas entre -52° y -57° , equinoccio 1925, del Observatorio Nacional de La Plata.
- Discours prononcés aux funérailles de U. J. Le Verrier, año 1877.
- Efemérides para el año 1910 del Observatorio de Córdoba.
- La connaissance des temps, años 1918 al 1927. (10 tomos).
- L'Année scientifique et industrielle, años 1904, 1908 y 1909.
- Nautical Almanac, años 1926, 1928 y 1929.
- Nouvelles annales de mathématique (Quinta serie - tomos I y II).
- Uranometria Argentina por B. A. Gould. Vol. I.

EL BIBLIOTECARIO.