

REVISTA ASTRONOMICA

Fundador **CARLOS CARDALDA**

ORGANO BIMESTRAL DE LOS
"AMIGOS DE LA ASTRONOMIA"
 BUENOS AIRES

SUMARIO

	Pág.
Cómo hallar el sur verdadero, <i>por Bernhard H. Dawson.</i>	147
¿Cuáles son las posibilidades de mi telescopio?, <i>por Carlos L. Segers.</i>	152
Saturno con sus anillos y satélites, <i>por Luis Rodés, S. J.</i>	158
Descripción y colimación de un telescopio, <i>por Juan Jorge Capurro.</i>	167
La astronomía árabe, <i>por M. A. Evershed.</i>	174
Variaciones de la velocidad de rotación de la Tierra, <i>por L. Jacchia.</i>	181
El observatorio de nuestro consocio señor F. Ricardo Werner	188
Bibliografía	192
Noticiario astronómico	195
Noticias de la Asociación	199
El servicio de la hora oficial.	202
Biblioteca. - Publicaciones recibidas	204

SEDE SOCIAL

CALLE SARMIENTO 299

BUENOS AIRES

SECRETARIA: OBSERVATORIO ASTRONOMICO, LA PLATA

“REVISTA ASTRONOMICA”

Director Honorario: Bernhard H. Dawson

COMISION DE LA REVISTA

Carlos Cardalda, Director;

Juan J. Nissen; Angel Pegoraro.

CASA IMPRESORA
CORLETTA & CASTRO
PARAGUAY 563
Bs. As.

COMO HALLAR EL SUR VERDADERO

Por BERNHARD H. DAWSON

(Para la "REVISTA ASTRONÓMICA")

No sé cuántas veces van, pero ya son muchas, que al atender a visitas al Observatorio, han ocurrido diálogos más o menos como el siguiente:

Visita: Y la Cruz del Sur, ¿cuál es?

Astrónomo, señalándola: Aquel grupo de estrellas brillantes.

V.: De manera que esa dirección es el sur exacto.

A.: Eso es más bien el sudoeste (o sudeste, según el caso), pues el sur verdadero queda allí.

V.: ? ? ?

A.: Efectivamente, el ázimut de la célebre constelación no es cero sino en los momentos de sus culminaciones, y la digresión en nuestras latitudes puede llegar hasta casi 40°.

La existencia de la estrella polar del norte, la α Ursae Minoris, de segunda magnitud y situada en declinación $+89^{\circ} 1',7$ (1950) es una gran comodidad, y es uno de los pocos aspectos en que el cielo boreal aventaja a nuestro cielo austral. No hay estrella brillante en la vecindad inmediata del polo sur del cielo; no ya dentro de un grado, sino dentro de once grados del polo, la estrella más brillante es de magnitud 4,3. En tales circunstancias, es natural que una configuración tan luminosa y tan austral como es la Cruz, sea llamada la Cruz *del Sur*; y como ninguna de las demás constelaciones lleva esa calificación adicional, se comprende que muchas personas crean que ocupa el polo celeste e indica siempre el Sur exacto.

Pero si bien la Cruz no está situada exactamente en el polo, sin embargo puede servir para orientarnos. Como ya he dicho en otra parte * la línea que une γ y α Crucis, prolongada en $4\frac{1}{2}$ veces

*) Ver REVISTA ASTRONÓMICA, Tomo VII, pág. 112.

más allá de ∞ , llega a tres grados del polo, lo que muchas veces será una aproximación suficiente. El objeto del presente artículo es de dar algunas maneras de hallar la dirección Sur, muy aproximadamente, pero por otra parte sin entrar en métodos de la determinación del azimut que necesitan el empleo de teodolito u otros instrumentos.

La "línea" que une dos estrellas es, en realidad, el corte con la esfera celeste del plano determinado por el ojo del observador y las dos estrellas en cuestión, y como el ojo del observador es siempre el centro de su esfera celeste, ese corte resulta ser un círculo máximo. Ahora bien, el círculo máximo es para la geometría y trigonometría de la superficie esférica lo que una recta es para la del plano, de manera que no está enteramente mal hablar de círculos máximos como "líneas", y así los llamaré en el resto de este artículo.

Al igual que una recta del plano, una tal línea está definida unívocamente por dos condiciones; sea el pasar por dos puntos, o bien el pasar por un punto dado con cierta orientación, y bastan dos constantes para identificarla. Adoptemos como éstas, la ascensión recta del corte de la línea con el ecuador celeste, donde pasa de sur a norte, y la inclinación respecto al ecuador. Llamemos estas constantes N e I respectivamente, por la analogía que tienen con el Nudo y la Inclinación de las órbitas planetarias. La posición de un punto determinado de la línea se expresará por el arco desde aquel corte hasta el punto considerado, arco que designaré con el símbolo U. (En este sistema, la Eclíptica quedaría definida por: $N = 0^\circ$; $I = 23^\circ 26',8$ y la posición del Sol a principios de año será $U = 280^\circ$).

Empleando las posiciones de las estrellas para el equinoccio 1950,0, calculadas para la próxima edición del "Atlas del Aficionado", obtengo para la línea que pasa por γ y ∞ Crucis: $N = 12^h 45^m 5^s,3$; $I = 87^\circ 16' 28''$, con dichas estrellas en $U = -56^\circ 55' 58''$ y $-62^\circ 56' 56''$, respectivamente. La distancia angular entre ellas es, pues, de $6^\circ 0' 58''$, de modo que prolongando la línea más allá de ∞ en $4\frac{1}{2}$ veces esto, llegaremos a tener $U = -90^\circ 0' 17''$. Transformando nuevamente a coordenadas ecuatoriales, hallamos que este punto está en A. R. = $6^h 44^m 41^s$; Decl. = $87^\circ 16' 28''$, ya bien cerca del polo, y prácticamente lo más cerca que puede llegarse sobre esta línea.

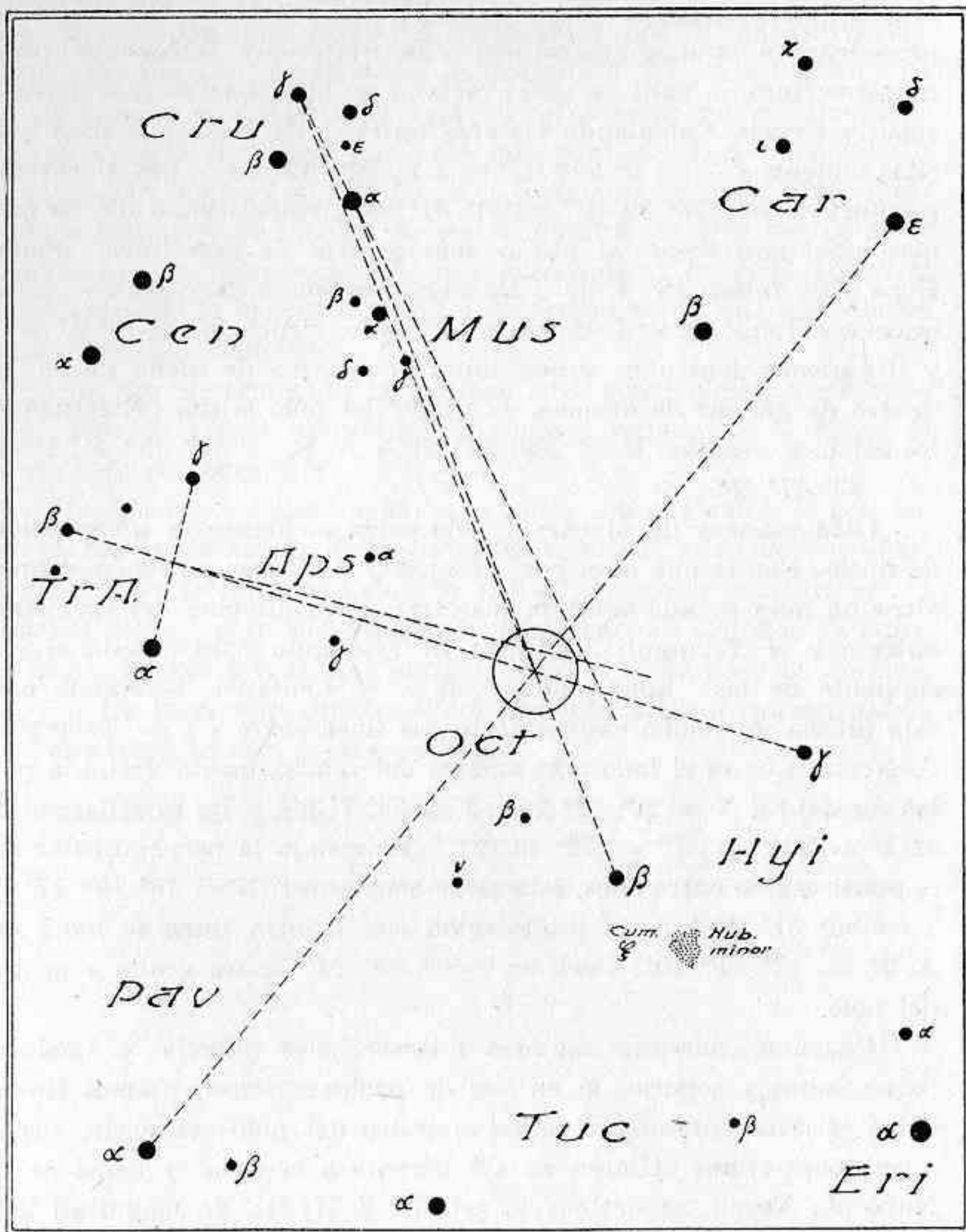


Fig. 25. — Alineaciones para determinar el polo sur.

Para mejorar la fijación del polo tendremos que hallar una línea que pasa más cerca de él. Al sur de la Cruz se halla la constelación Musca, no tan conspicua como Crux, pero fácilmente reconocible por su pequeño trapecio de cuatro estrellas de tercera a

cuarta magnitud. Su falta de brillo está compensada, por lo menos en parte, por el hecho que, cuando está debajo de la Cruz, ambas constelaciones se hallan en buena altura, y cuando la Cruz está baja, Musca estará a mayor altura que ella. La estrella γ Muscae es la precedente y la más austral del cuadrilátero, y felizmente para nuestros fines, se halla en casi exactamente la misma ascensión recta como γ Crucis. Calculando las constantes de la línea que pasa por ellas, obtengo: $N = 0^h 27^m 17^s,8$; $I = 89^\circ 49' 24''$. Las U correspondientes son $236^\circ 50' 1''$ y $251^\circ 51' 28''$, respectivamente, de manera que para llegar al punto más austral de esta línea, donde $U = 270^\circ$, faltan $18^\circ 8' 32''$. Partiendo entonces de γ Muscae, apliquemos el triple de la distancia entre γ y α Crucis, o sea $18^\circ 2' 54''$, y llegaremos dentro de pocos minutos de arco de dicho punto, y dentro de un par de décimos de grado del polo mismo. Efectuando los cálculos, resulta: $U = 269^\circ 54' 21''$; A. R. $= 16^h 35^m 4^s$; Decl. $= -89^\circ 47' 59''$.

Otra manera de ubicar el polo sería mediante la intersección de líneas. Con la que pasa por γ Crucis y γ Muscae ya tenemos una. Otra no muy errada sería la bisectriz perpendicular del segmento entre γ y α Trianguli Australis. El Triángulo Austral está al sur siguiente de las "apuntadoras", β y α Centauri, formando con esta última un rombo casi perfecto. La línea entre γ y α Trianguli Australis, que es el lado más austral del rombo, queda definida por las constantes $N = 22^h 12^m 2^s,1$; $I = 69^\circ 7' 6''$, y las estrellas están en $U = 264^\circ 45' 0''$ y $272^\circ 48' 21''$. Erigiendo la perpendicular en el punto medio entre ellas, ésta tiene constantes: $N = 16^h 10^m 17^s,8$; $I = 88^\circ 51' 35''$, y su intersección con la otra línea se halla en A. R. $= 12^h 54^m 10^s$; Decl. $= -88^\circ 29' 24''$, a un grado y medio del polo.

Podemos conseguir mejores intersecciones todavía, y también más exactas y seguras, si en vez de prolongaciones, usamos líneas entre estrellas situadas a lados opuestos del polo; es decir, cuyas ascensiones rectas difieren en 12^h . Frente a la Cruz, y cerca de la Nube Menor, se destaca la estrella β Hydri, de magnitud 2,9. La línea que pasa por ésta y α Crucis tiene constantes: $N = 0^h 23^m 35^s,7$; $I = 89^\circ 58' 30''$, de manera que pasa dentro de un par de minutos del polo. No será difícil identificar la estrella γ Hydri, sobre todo si se tiene un mapa de las constelaciones, pues está aproximadamente a mitad de camino entre Achernar y β Argus. Para la línea que pasa por γ Hydri y β Trianguli Australis (la más boreal del Triángulo, la que no usamos en la línea del párrafo ante-

rior) tenemos: $N = 3^h 49^m 44^s,7$; $I = 89^\circ 52' 39''$. Podemos también trazar una tercera línea, que pasa más cerca todavía del polo, pero ella emplea estrellas algo menos circumpolares, que pueden estar una u otra muy cerca del horizonte y por lo tanto invisible. Estas estrellas son α Pavonis, de magnitud 2,1, la más brillante de su región, y ϵ Argus, la roja en el extremo precedente de la "Cruz Falsa". La línea que pasa por estas dos tiene constantes: $N = 8^h 21^m 35^s,6$; $I = 89^\circ 59' 0''$. Cada una de estas tres líneas corta a las otras dos dentro de pocos minutos de arco del polo, de manera que la intersección de dos cualesquiera de ellas fijará el polo dentro de la exactitud que puede esperarse de una orientación a ojo libre, sin teodolito.

Una vez determinada la posición del polo celeste, cualquiera que fuere el método empleado, la vertical bajada de él fijará el punto Sur del horizonte.

Finalmente, conviene notar que todos estos cálculos se han hecho en base a posiciones de las estrellas referidas al ecuador y equinoccio (y por lo tanto al polo) de 1950,0, que no es exactamente la posición actual; pero como estamos ya a menos de 14 años de aquella fecha, el polo actual no distará más de 5' de la posición empleada, y a los fines aproximativos del presente artículo puede usarse indiferentemente una u otra posición.

¿CUALES SON LAS POSIBILIDADES DE MI TELESCOPIO?

Por CARLOS L. SEGERS

(Para la "REVISTA ASTRONOMICA")

Después de haber recorrido el cielo con su instrumento y admirado los muchos e interesantes objetos que éste le muestra, el poseedor desea saber en forma definida hasta dónde llega la potencia de su telescopio. ¿Qué aumento tienen las imágenes que contempla? ¿Cuáles son las estrellas más débiles que puede percibir? ¿Qué estrellas dobles alcanzará a ver separadas?

Es sumamente importante que el aficionado pueda dar una respuesta concreta a estas preguntas y a otras análogas; dicho de otra manera, que sepa qué es lo que puede esperar de su aparato. No tentará entonces observaciones imposibles para su pequeño anteojo, evitándose la consiguiente desilusión ante un resultado negativo. La ignorancia de las posibilidades de un telescopio ha sido la causa del desaliento de más de un aficionado, que ha dejado de estudiar el cielo y quizá de realizar importantes contribuciones astronómicas porque... porque con su anteojo de 10 cm. no se podían ver todos los objetos que permite examinar el gran refractor de Yerkes.

Las respuestas que vamos a dar a algunas cuestiones de esta naturaleza deben tomarse *cum grano salis*. Dos telescopios de igual abertura no son necesariamente equivalentes: el objetivo del uno puede haber sido pulido por Clark y el objetivo del otro ser la mala obra de cualquier óptico chapucero. Un mismo instrumento, instalado en las sierras de Córdoba, permitirá observaciones imposibles de realizar con él en la azotea de una casa del centro de Buenos Aires. Y el mismo instrumento, plantado en el mismo sitio, ofrecerá a los ojos de un Burnham o de un Barnard detalles que en vano se esforzarían por ver la mayoría de los mortales. Al decir, por ejemplo, que un telescopio de 10 cm. de abertura permite ver estrellas hasta la magnitud 12,1 debe sobreentenderse que el instrumento usado es pasablemente bueno, que las condiciones atmosféricas son favorables y que quien mira no es precisamente un cegatón.

Consideremos primeramente el poder de amplificación, o de

acercamiento como con poca propiedad lo llaman muchos. Se halla mediante una sencilla operación aritmética, dividiendo la distancia focal F del objetivo por la distancia focal f del ocular empleado, teniendo cuidado de que tanto F como f estén expresados en la misma unidad, por ejemplo en milímetros. El valor de f está generalmente indicado en los oculares; en aquellos de procedencia inglesa o norteamericana es de esperar que esté expresado en pulgadas. Según esta regla, si a un anteojo de 150 cm. de distancia focal se le coloca un ocular de 33 mm. de distancia focal, el aumento logrado es de unas 45 veces, puesto que

$$\frac{F}{f} = \frac{1500 \text{ mm.}}{33 \text{ mm.}} = 45,4$$

Análogamente se ve que si al mismo aparato se le aplica un ocular de 7 mm., el aumento logrado resulta ser de 214 veces. Es frecuente que en los oculares del juego que se vende con un anteojo esté escrito directamente el aumento, en vez de la distancia focal; si fuera éste el caso, los dos oculares a que nos hemos referido estarían marcados $45\times$ y $214\times$, respectivamente. Pero estos aumentos valen únicamente para la distancia focal del anteojo a que pertenecen; si se los empleara, por ejemplo, en un anteojo de doble distancia focal, los aumentos resultantes serían dos veces los marcados.

El aumento máximo que se puede emplear con provecho en un determinado anteojo depende, no sólo de su abertura, sino también y muy sensiblemente de la calidad del objetivo y de las condiciones atmosféricas reinantes. Es muy interesante considerar cuales son los aumentos que los observadores de estrellas dobles usan con mayor frecuencia en su trabajo, según resulta de una investigación efectuada por T. Lewis:

Abertura	Aumento
A = 10 cm.	278 (= 28 × A)
A = 15 „	340 (= 23 × A)
A = 20 „	393 (= 20 × A)
A = 25 „	439 (= 18 × A)
A = 30 „	481 (= 16 × A)

Se ve que, usando telescopios de abertura moderada, los observadores de estrellas dobles emplean generalmente aumentos de unas veinte veces la abertura expresada en centímetros. El aficionado no necesitará por lo general llegar a tanto; para muchas observaciones no es necesario ni siquiera conveniente emplear los mayores

aumentos posibles. El que escribe estas líneas halla que, en su anteojo de 10 cm. de abertura, aumentos de 50 a 75 veces son los más convenientes para la observación de estrellas variables y de cúmulos y nebulosas brillantes; de 75 a 150 veces para la observación de planetas, de cúmulos pequeños y de nebulosas algo débiles; y considera que aumentos mayores sólo son prácticos en casos especiales.

Muchos aficionados tienen la manía de cambiar de oculares a cada momento, encontrando en esa pequeña operación un verdadero placer. Lo conveniente es, sin embargo, que aprendan cuál es el aumento más favorable para la observación que realizan y que usen en consecuencia el ocular adecuado. En particular, es muy necesario que sepan apreciar correctamente las distancias, cosa que será muy facilitada por el empleo continuado de un mismo aumento.

Pasemos ahora a considerar cuáles son las estrellas más débiles que se pueden ver con un telescopio de determinada abertura. La magnitud límite está dada aproximadamente por la expresión

$$5 \log A + 7,1$$

en la cual A es la abertura del anteojo medida en centímetros. Según ésto se tiene

Abertura	Magnitud límite
6 cm.	11,0
8 „	11,6
10 „	12,1
12 „	12,5
14 „	12,8
16 „	13,1

La misma fórmula daría para el refractor del Observatorio de La Plata ($A = 43$ cm.): 15,3, y para el del Observatorio de Yerkes ($A = 102$ cm.): 17,1.

La observación de objetos difusos — cometas, nebulosas — suele descorazonar a muchos. Para empezar, las nebulosas, exceptuando algunas muy grandes y brillantes (como la del Orión, la de Andrómeda, la próxima a η Carinae, etc.) son difíciles de hallar: su poca luminosidad superficial no permite distinguirlas inmediatamente por contraste con el fondo del campo que abarca el telescopio. Para dar con ellas es conveniente cuidar que el calaje sea lo más exacto posible y aún hacer sobre los mapas un estudio previo de la región. Muy conveniente resulta dirigir el anteojo a la zona precedente, manteniéndolo fijo y dejando que el movimiento diurno de la bóveda celeste haga *entrar* la nebulosa en el campo después de algunos

minutos: estando atento, su aparición puede ser notada con relativa facilidad. Al fin, a costa de buen trabajo, logra el aficionado localizar el objeto; pero la manchita informe que examina no satisface sus expectativas. ¿Dónde está esa riqueza de estructura que le muestran tantas ilustraciones en los libros de astronomía? Ah, señor aficionado! es que esas ilustraciones son reproducciones de fotografías, y para colmo de fotografías tomadas con los reflectores más grandes del mundo. El ojo es un órgano más fino que la mejor placa fotográfica; pero lo que el ojo no puede ver en diez o quince minutos de observación, no logra verlo aunque persista en mirar toda la noche. En cambio la placa fotográfica, expuesta hora tras hora, va

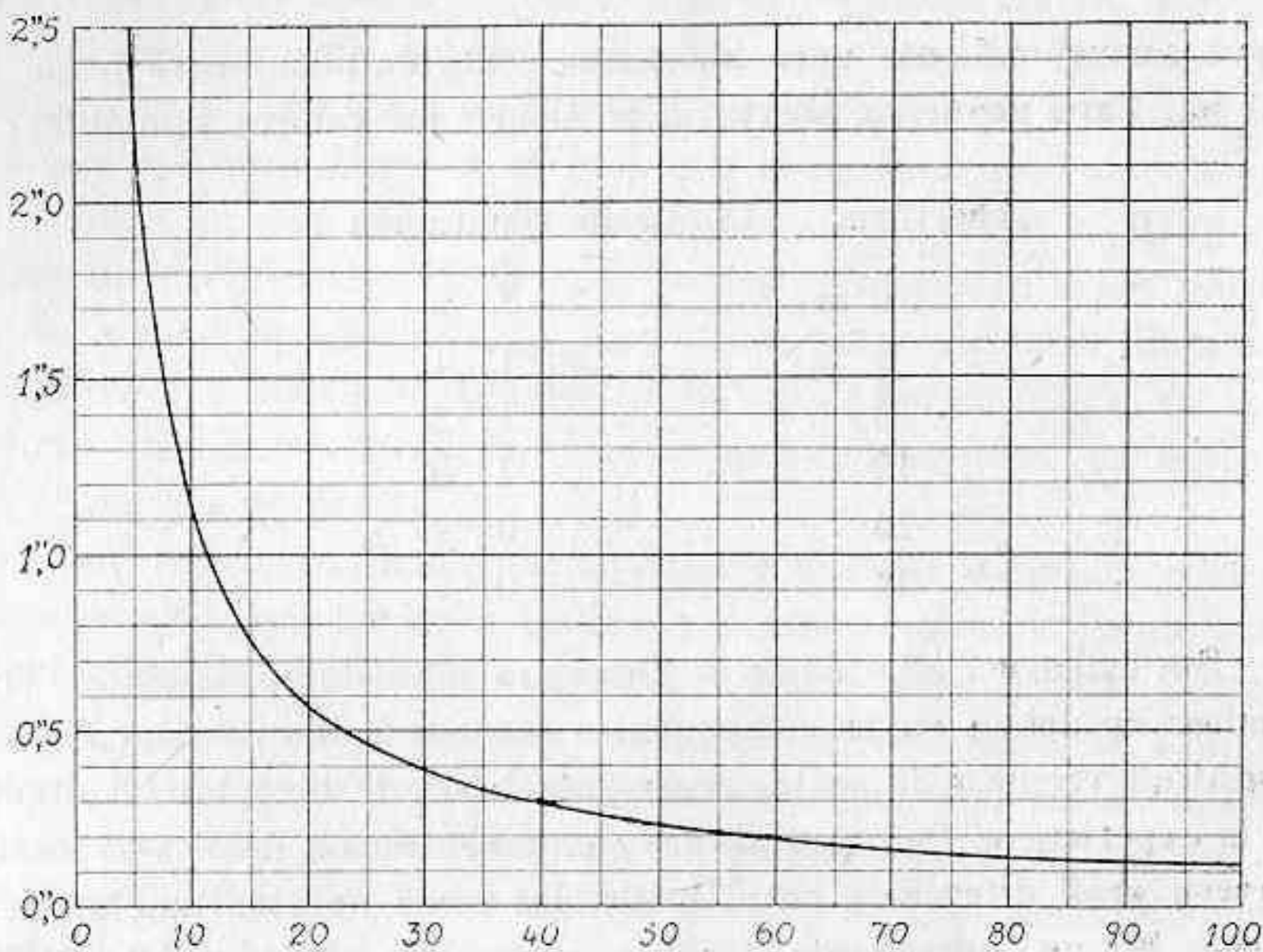


Fig. 26. — Horizontalmente, apertura del anteojo en centímetros; verticalmente, límite de separación según Dawes.

acumulando el efecto de la luz; y al ser revelada nos muestra maravillas insospechadas. Es, pues, imposible que el aficionado logre ver en la nebulosa los detalles que aparecen en una placa con seis horas de exposición tomada con el gran reflector de Mount Wilson. Pero, consciente de su limitación, podrá examinar con placer y provecho buen número de nebulosas no extraordinariamente débiles, sin tratar de ir más allá de lo humanamente posible. La ejercitación continuada en observaciones de este género educará su vista en forma notable, y bien pronto comprobará con satisfacción que logra percibir detalles que antes se le escapaban por completo.

Veamos finalmente qué es lo que corresponde esperar de un telescopio en cuanto a su capacidad para separar estrellas dobles. Esta materia fué concienzudamente examinada por W. R. Dawes, tomando como base el trabajo efectuado por los observadores de estrellas dobles. Dawes llegó a la conclusión de que un buen telescopio de 1 pulgada (2,54 cm.) de abertura debe ser capaz de separar dos estrellas de 6^a magnitud distantes $4''{,}56$ o más. Si se acepta que este límite varía en forma inversamente proporcional a la abertura, se tendría que un antejo de A centímetros de abertura podría separar dobles para las cuales la distancia entre las componentes es superior a $11''{,}58$. En el diagrama de la figura 26 se ha trazado la

A

curva correspondiente para aberturas comprendidas entre 5 cm. y 100 cm. Para pequeñas aberturas se tienen los valores siguientes:

Abertura	Límite de separación
6 cm. $1''{,}9$
8 $1''{,}4$
10 $1''{,}2$
12 $1''{,}0$
14 $0''{,}8$
16 $0''{,}7$

Sin embargo, este *límite de Dawes* es tan sólo aproximado. Tratóndose de dobles cuyas componentes sean de brillo casi igual y de magnitud vecina a la sexta, representa bastante bien los resultados de la experiencia. Pero cuando las componentes son débiles o cuando ofrecen gran diferencia en el brillo, las cosas no resultan tan sencillas. En un importante trabajo aparecido en la revista "The Observatory", en 1914, T. Lewis ha examinado cuidadosamente este aspecto de la cuestión. Según dicho investigador, el límite de separación de un telescopio de A centímetros de abertura es: a) para dobles de componentes de brillo aproximadamente igual y vecino a la sexta magnitud: $12''{,}2$; b)

A

brillo aproximadamente igual y vecino a la novena magnitud: $21''{,}6$; c) para dobles de componentes de brillo desigual, por ejem-

A

plo una de sexta y otra de novena magnitud: $41''{,}9$; d) para

A

dobles de componentes de brillo muy desigual, por ejemplo una de quinta y otra de décima magnitud: $91''{,}4$.

A

Los límites indicados pueden ser considerablemente sobrepasados cuando las condiciones atmosféricas son extraordinariamente favorables, el objetivo muy bueno y la vista del observador fuera de lo común. De todas maneras, las fórmulas anotadas dan al aficionado una valiosa indicación de lo que puede esperar en el caso general.

Lo dicho permite formarse una idea bastante clara de las posibilidades de un anteojo pequeño. Bien claro resulta que no podrá en general competir con los telescopios de los observatorios. Hay observaciones que sólo pueden ser efectuadas con los instrumentos grandes: si no fuese así, no habría razón alguna para construir esos costosos aparatos. Pero no se crea que el modesto instrumental del aficionado ha sido o es despreciado por los astrónomos. Hay que repetirlo enérgicamente: con ese modesto instrumental se pueden llevar a cabo trabajos serios y muy útiles para la ciencia. Repetidamente se han señalado en nuestra REVISTA ASTRONÓMICA diversos géneros de observaciones provechosas que son posibles con anteojos de pequeña abertura.

La historia confirma plenamente lo que acabamos de afirmar. Recuérdese lo que hicieron Galileo y Messier con anteojos de pocos centímetros de abertura. Y no se diga que sólo en lejanos tiempos, cuando los cielos estaban aún inexplorados, eran posibles esas hazañas de los pequeños instrumentos. Porque también en nuestra época tenemos ejemplos similares. Argelander, con un anteojo de 78 mm. de abertura, determinó el brillo y la posición aproximada de varios cientos de miles de estrellas, produciendo su monumental *Bonner Durchmusterung*. Dembowski trabajó ocho años con un telescopio de 5 pulgadas de abertura, desprovisto de relojería, con micrómetro carente de círculo de posición, pero las medidas de estrellas dobles que realizó en tales condiciones son excelentes. Otro investigador famoso en este mismo campo, Burnham, inició su brillante carrera observando con anteojo de 6 pulgadas, y muchos de nuestros consocios poseen instrumentos mayores que el que utilizó Barnard en sus primeras observaciones.

Sería muy hermoso que un buen número de aficionados, entusiastas y laboriosos, cooperaran eficazmente en la investigación astronómica, realizando con competencia las muchas observaciones que se pueden efectuar con sus pequeños anteojos.

SATURNO CON SUS ANILLOS Y SATÉLITES

Por LUIS RODES, S. J.

Es una maravilla del cielo, y su visión produce la más agradable sorpresa en el ánimo de quien la contempla por vez primera: un brillante globo circundado de un anillo, tan conspicuo como el mismo planeta, y seguido de varios satélites que van dando vueltas a su alrededor: tal es el sistema que aparece en el campo de un mediano telescopio.

El achatamiento de Saturno es aún más pronunciado que el de Júpiter, y alcanza, según medidas de A. Danjon en el observatorio de Estrasburgo, el valor $1/9.3$; su *diámetro ecuatorial* mide 120.798 y el *polar* 108.099 kilómetros.

Su *distancia* media al Sol es de 1.386 millones de kilómetros, unas nueve veces y media mayor que la de la Tierra y casi el doble de lo que dista Júpiter; algunas decenas de millones en que, por razón de *excentricidad*, 0,05, puede aumentar o disminuir y aun los 150 millones correspondientes al radio de nuestra órbita, y que se suman o se restan según estemos del mismo lado o del lado contrario al Sol, influyen poco en el efecto del conjunto, y el planeta brilla ordinariamente como una estrella de primera magnitud, aunque puede, en condiciones favorables, alcanzar la magnitud cero, y descender, cuando los anillos se ven de canto y la fase es mínima, hasta la magnitud 1,5. En dar una vuelta al Sol emplea Saturno cerca de 29 años y medio, con un recorrido diario de $120''$ tan sólo; razón por la cual la Tierra lo encuentra cada año casi en el mismo sitio, teniendo que andar tan sólo 12.8 días más para darle de nuevo alcance; la oposición de 1925 fué el 2 de mayo y la de 1926 es el 14 del mismo mes. Como el eje de rotación que se mantiene paralelo a sí mismo forma un ángulo de 27° con el plano de la órbita del planeta, las regiones polares quedarán alternativamente sumergidas en las tinieblas durante la mitad de la trayectoria o sea más de catorce años de los nuestros.

La masa de Saturno es, según Newcomb, $1/3502$ de la solar, o un tercio aproximadamente de la de Júpiter; aun así resulta unas dos veces mayor que la de los otros seis planetas restantes. La densidad, en cambio, 0,69 con respecto al agua, es la más pequeña de todo el sistema planetario e igual a la mitad solamente de la densidad de Júpiter, lo que nos dice que, lejos de poder mantenernos en pie sobre la superficie de Saturno, nos hundiríamos muy hondo en su interior. No deja de ser una verdadera rareza un planeta con una densidad inferior a la del agua colocado entre otros dos, uno mucho mayor, Júpiter, y otro mucho más pequeño, Urano, ambos de densidad doble. Este pequeño valor en la densidad de Saturno queda compensado de tal suerte, por su mayor masa, que el valor de la gravedad en su superficie es 1,07, o casi igual al de

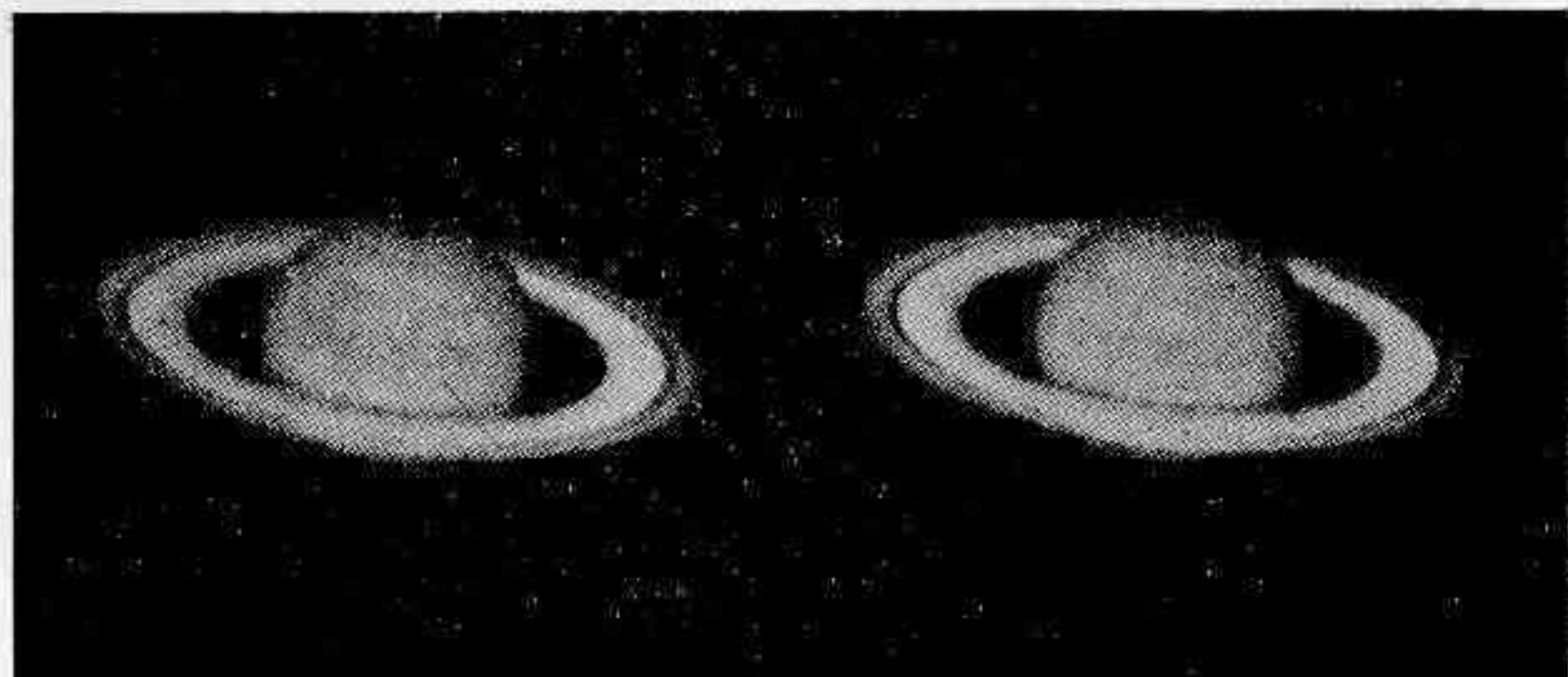


Fig. 27. — El planeta Saturno con sus anillos, fotografiado en Monte Wilson.

la Tierra; la *velocidad de escape* es no obstante, 37,85 kilómetros por segundo, o más del triple que la terrestre.

Dado que la radiación solar que llega a Saturno es $1/90$ tan sólo de la que recibimos por unidad de superficie en la Tierra, se infiere que el calor interno de la masa debe, al igual que Júpiter, jugar un papel todavía muy importante en la conservación de la temperatura necesaria para mantener en estado gaseoso por lo menos una gran parte de la masa. La densa atmósfera de Saturno se manifiesta en su *albedo*, 0,63, y también en las bandas de absorción de la región roja igual que en el espectro de Júpiter; todas las apariencias son de que se trata de dos astros en con-

diciones físicas semejantes, pues, hasta en las fajas o zonas oscuras y brillantes dispuestas paralelamente al ecuador, y en las grandes manchas o perturbaciones que ocasionalmente se han observado en la superficie, son parecidos. Entre las manchas más conspicuas figura la observada por Barnard en el hemisferio norte durante 1903, de cuyo estudio se dedujo para Saturno, a la elevada latitud de la mancha, un período de *rotación* igual a $10^h 38^m$, algo superior al hallado por A. Hall para latitudes más bajas, que fué de $10^h 14^m 24^s$; la incertidumbre procede de la gran movilidad de la superficie, que hace imposible un punto fijo de referencia; el método espectroscópico ha dado para el ecuador el valor $10^h 14^m$, que, como se ve, concuerda con el hallado por Hall; hay indicios, pues, de que, como en Júpiter, el período de rotación aumenta algo con la latitud.

Los anillos. — Para los primeros observadores a partir de Galileo, en 1610, Saturno se presentó como un enigma indescifrable;

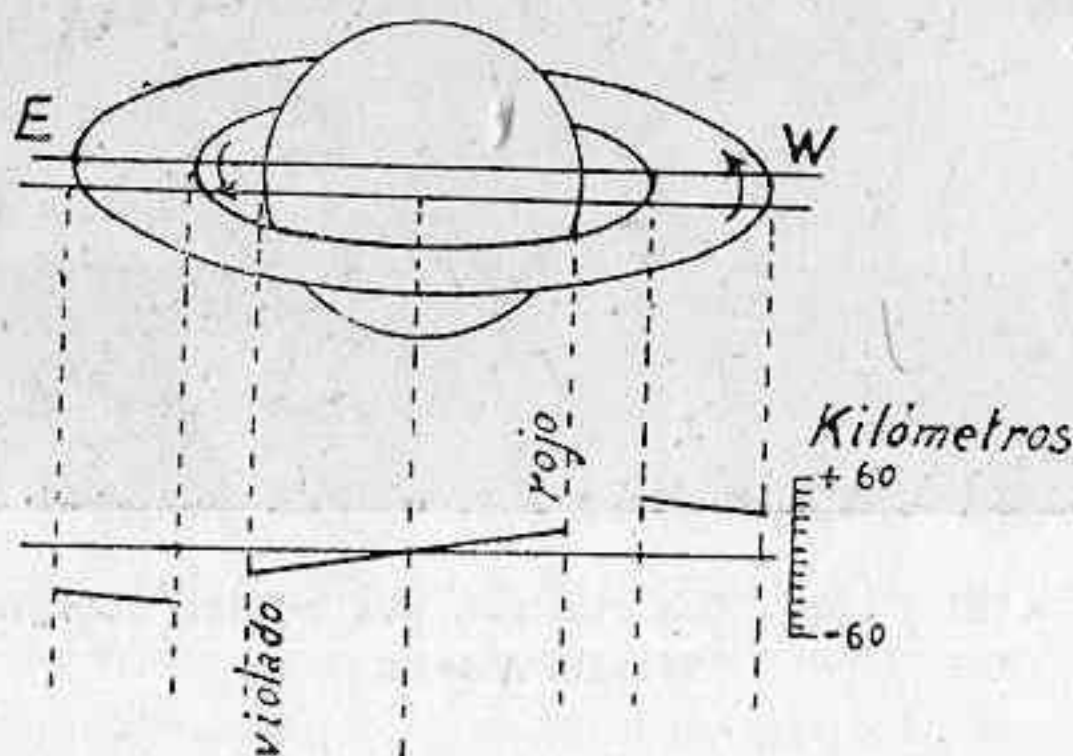


Fig. 28. — Esquema para explicar la desviación de las rayas espectrales en el espectro de Saturno y sus anillos.

al campo de los rudimentarios telescopios de que disponían, aparecía a las veces como un globo rodeado de otros dos más pequeños, otras como un planeta con alas, otras como un óvalo con dos taladros, otras, en fin, como un simple disco en nada diferente de los demás planetas; tales eran las ilusiones a que daba origen la falta de definición en la imagen y los cambios de perspectiva con respecto a la Tierra. El primero que reconoció la verdadera forma

de "anillo tenue, plano, suelto, e inclinado con respecto a la eclíptica", fué Huyghens, en 1655 y 1656, quien al estilo de la época lo anunció en forma enigmática para poder obtener mayor certeza del hecho sin arriesgar la prioridad de la observación.

La diferente *visibilidad* del anillo proviene de su distinta orientación con respecto al Sol, cuya luz refleja, y de la posición con respecto al observador terrestre, siendo en todo caso indispensable que el foco de luz, el Sol, y el punto de mira, la Tierra, se hallen del mismo lado del anillo que hace las veces de espejo. Es evidente que si el Sol queda en la prolongación del plano de los anillos, éstos quedarán iluminados tan sólo por el canto, lo que sucede dos veces durante cada revolución, cuando la longitud de Saturno es de 352° , en la constelación de los Peces, ó 172° , en la constelación

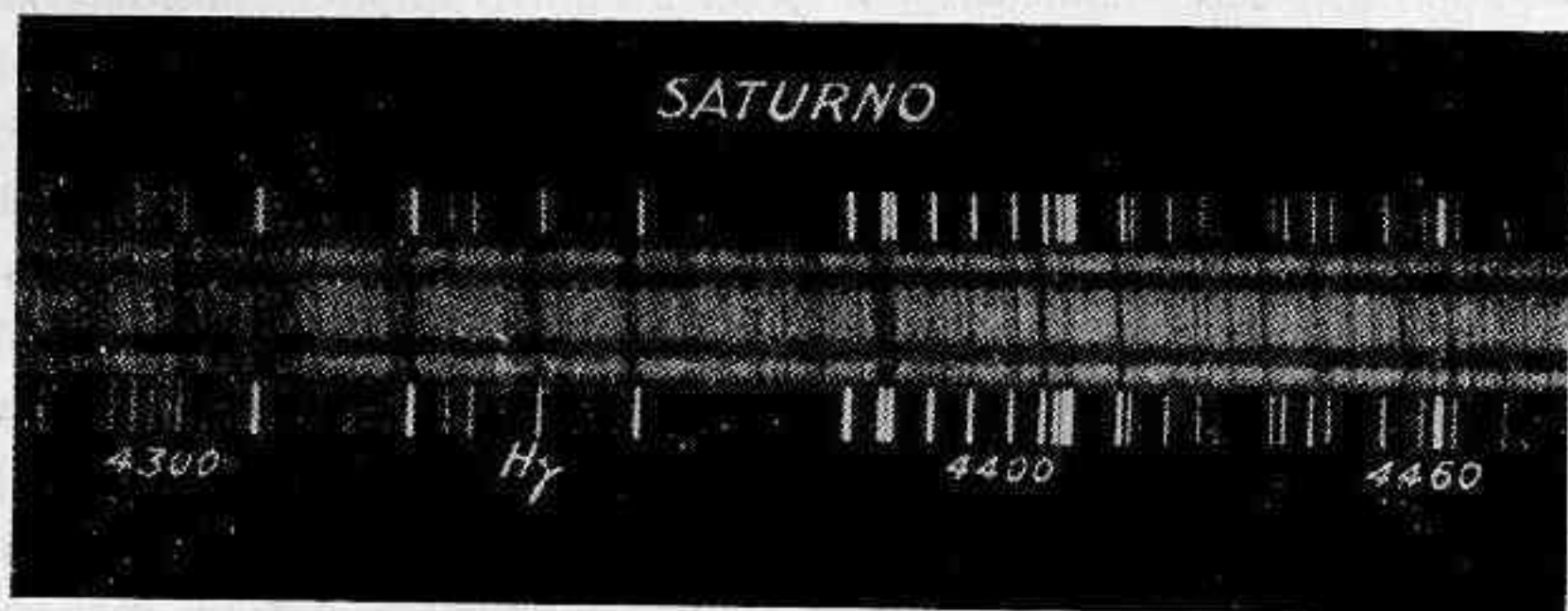


Fig. 29. - Espectrograma de Saturno y sus anillos con las rayas inclinadas por efecto de la rotación.

(Fot. Observatorio Lowell)

del León; puntos en que su plano ecuatorial (el mismo que el de los anillos) corta el plano de la órbita, que forma con aquél, como dijimos, un ángulo de 27° . Tal sucedió el 10 de abril de 1921; como los anillos no tiene luz propia, lo más que puede verse de ellos, de cualquier parte que se los mire, es el canto iluminado por el Sol; pero su espesor es relativamente tan exiguo que no es posible distinguir su traza aun a través de los más pujantes telescopios; los observadores de Greenwich pudieron seguirlos hasta el 6 de abril, o sea cuatro días antes de la coincidencia; pero el día 7 desaparecieron por completo por lo que toca a la región externa del disco. De que ni siquiera al telescopio de Yerkes fueran visibles, infirió Barnard que su espesor apenas puede alcanzar los 70 kilómetros.

Tales circunstancias no se repetirán hasta el año 1936, en que Saturno se encontrará con el punto opuesto de la órbita, o sea a 352° de longitud. Durante todo este intervalo de cerca de quince años el Sol cae en la región norte del plano de los anillos y éstos solamente pueden verse iluminados por encima; la altura máxima del Sol sobre el plano de los anillos, o *solsticio* norte para Saturno, es de unos $26^\circ 45'$ y tendrá lugar el año 1928, cuando el planeta se halle a unos 262° de longitud, en *Sagitario*; mientras que el *solsticio* sur, en iguales condiciones, se verifica en el lado opuesto de la órbita, a una longitud de 82° , cerca de la constelación del Toro. El intervalo de solsticio a solsticio es, naturalmente, de cerca de quince años, tiempo necesario para que el planeta describa la mitad de su órbita; mientras que de solsticio a *equinoccio* (inclinación cero de los anillos respecto del Sol) el tiempo empleado es mitad o aproximadamente siete años y cuatro meses. Consideremos ahora las condiciones del observador: dada la gran distancia de Saturno en comparación con la distancia Tierra-Sol, ambos astros quedan ordinariamente del mismo lado de los anillos y casi a la misma altura con relación a su plano; así en junio de 1914 la latitud *Saturno-céntrica* del Sol pasó por el valor máximo de $26^\circ 45'$, mientras que la de la Tierra alcanzó el valor de $26^\circ 54'$, que son las condiciones más favorables; pero, debido al movimiento anual de la Tierra en su órbita y a la diferente perspectiva de Saturno, esos dos ángulos, cuando son pequeños, pueden llegar a diferir en cerca de tres grados, y, por consiguiente, pueden ocurrir dos casos más en que los anillos desaparezcan; uno, cuando el Sol se halla encima y la Tierra debajo del plano de los anillos, o viceversa, y otro, cuando este mismo plano pasa exactamente por la Tierra, pues, en tales condiciones, los anillos se proyectan de canto y por su poco espesor no pueden distinguirse; ambos casos ocurrieron en 1921 (*).

Naturaleza de los anillos.—J. D. Cassini observó en 1675 por primera vez la línea obscura que lleva su nombre y que J. D. Maraldi y W. Herschel reconocieron como el espacio libre que separa a dos anillos concéntricos, uno interior, más brillante, y otro exterior, algo obscuro. En 1850 G. Bond, del observatorio de Harvard, llamó la atención sobre un anillo interior, algo difuminado y de luminosidad muy débil, que según parece había ya observado

(*) Para los fenómenos de la desaparición de 1936, ver el artículo por P. Muller en el número anterior de la REVISTA. (N. de la R.).

J. G. Galle en 1838, en Berlín, y se ha llamado *anillo nebuloso*; entre éste y el anillo brillante no se distingue solución de continuidad, sino una rápida disminución de brillo, que se hace especialmente visible cuando se proyecta sobre el globo del planeta en condiciones favorables. Además de la división de Cassini, otros observadores, entre ellos P. Lowell, han registrado multitud de ranuras mucho más finas y al parecer menos estables, que representan otras tantas zonas vacías; la más notable es la del anillo exterior, señalada por J. F. Encke, cuyo nombre lleva; según M. W. Meyer, los anillos mismos aparecen algunas veces cual finísimas fajas brillantes alternando con otras oscuras. En un principio los anillos se creyeron de una pieza, sólida o flúida; Cassini, en 1705, fué quien insinuó la posibilidad de que estuviesen constituídos por innumerables astrolitos sueltos, animados de un rápido movimiento de revolución en torno del planeta y en un mismo plano; el aspecto continuo provendría de la superposición y persistencia de las imágenes; esta explicación recibió un nuevo argumento en su favor con los trabajos de Laplace, y especialmente cuando Roche, en 1848, demostró analíticamente que la acción de las mareas desintegraría un satélite que tuviese la misma densidad del planeta y girase a una distancia inferior a 2,44 veces el radio del primario; pero lo que decidió la cuestión de una manera definitiva fueron los resultados espectroscópicos obtenidos por J. E. Keeler en 1895. Si cada anillo era de una sola pieza, es evidente que, al girar, la parte externa debía correr más que la interna, mientras que si eran asteroides sueltos, su velocidad, según la ley de Kepler, debía ser tanto menor cuanto más lejanos se hallasen del planeta (fig. 28). Esto último fué lo que quedó plenamente comprobado cuando se vió que las rayas espectrales procedentes del borde interior estaban más desplazadas, y, por consiguiente, suponían una velocidad de giro más rápida que las del borde exterior; los asteroides más cercanos al planeta describen su revolución en unas cinco horas, mientras que los más externos emplean en el recorrido hasta 137 horas. Consecuencia de esta *discontinuidad real* en el anillo es que pueden verse las estrellas a través del mismo o que, como observó Barnard, su sombra no sea absoluta, pues al atravesarla el satélite *Japetus* permaneció débilmente visible. La división o espacio vacío de Cassini corresponde a una distancia tal del planeta que el período de revolución de los asteroides, si los hubiese, sería mitad del que tiene Mimas y conmensurable además con el de otros tres saté-

lites; el hecho es semejante al que señaló Kirkwood respecto de las zonas vacías de asteroides alrededor del Sol, a una distancia especialmente relacionada con la de Júpiter; el análisis de las perturbaciones no ha podido aún formular una teoría satisfactoria de tan marcada laguna.

Dimensiones de los anillos. — Fueron objeto de pacientes medidas micrométricas por parte de Barnard en 1895, quien llegó a los siguientes resultados, muy en armonía con los hallados también por O. Struve:

Centro del planeta al borde externo del último anillo	138,700 kms.
Centro del planeta al borde externo del anillo intermedio	117,550 ..
Anchura del anillo externo	17,600 ..
Anchura de la división Cassini	3,600 ..
Anchura del anillo intermedio	28,900 ..
Anchura del anillo nebuloso	14,115 .. (O. St.)
Espesor máximo de los anillos, según Barnard	70 ..

Vistos desde Saturno, los anillos han de presentar uno de los espectáculos más grandiosos que pueda concebir la fantasía; un observador situado a unos 40° de latitud los vería sobre el horizonte cual inmensos arcos luminosos en los que el planeta proyecta su propia sombra, y a través de los cuales podrían distinguirse varios de los satélites; más hacia el ecuador, los anillos se irían viendo cada vez más de canto y más elevados en el cielo, hasta que para un observador colocado en el ecuador mismo, se reducirían a una finísima línea de sombra que, pasando por el cenit, dividiría el firmamento en dos partes iguales, proporcionando a los trabajos de astronomía saturnianos la traza del círculo fundamental de referencia para todas las medidas.

Aun conocida la naturaleza de los anillos de Saturno, su presencia en este planeta no deja de ser una maravilla inexplicable, sobre todo si se tiene en cuenta la ausencia de los mismos en el planeta vecino, Júpiter.

Los satélites de Saturno. — Constituyen un sistema semejante al de Júpiter, igualmente numeroso aunque menos conspicuo; el mayor de todos ellos, *Titán*, de dimensiones algo mayores que las

de nuestra Luna, fué descubierto el 25 de marzo de 1655 por Huyghens con una lente de 11 cm. de abertura; diez y seis años más tarde, el 25 de octubre de 1671, J. D. Cassini halló el segundo, *Japetus*, y al año siguiente, 23 de diciembre de 1672, el tercero, *Rhea*; en 1684 reanudó la exploración de los alrededores de Saturno y en la noche del 21 de marzo tuvo la buena fortuna de sorprender otros dos, *Thethys* y *Dione*; los más pequeños permanecieron sin ser vistos durante más de un siglo, hasta que el año 1789 W. Herschel descubrió la traza de *Mimas* y *Enceladus*, en las noches de 18 de julio y 29 de agosto respectivamente; después, con intervalos de más de media centuria, G. P. Bond descubre en Harvard el octavo, *Hyperion*, el 16 de septiembre de 1848, y W. H. Pickering el nono, *Phoebe*, que es el más remoto y más pequeño, el 16 de agosto de 1898. La misma lentitud con que fueron descubiertos indica las dificultades de la observación, y es probable que alguno haya escapado todavía a las miradas de los telescopios (1); de hecho el más pequeño de los registrados hasta el presente tiene un diámetro unas seis veces mayor que el más pequeño de los que rodean a Júpiter.

También aquí nos encontramos con la singularidad de que el satélite más lejano, Phoebe, tiene el plano de su órbita dislocado de 149° con respecto al de la eclíptica y se mueve en sentido retrógrado.

En general, las dimensiones son difíciles de determinar y los resultados obtenidos sirven tan sólo para dar una idea del orden de magnitud; Japetus fué señalado como variable por el mismo Cassini; la amplitud de la oscilación lumínica alcanza hasta 1,7 m. y se atribuye a que siempre presenta la misma cara al planeta, mientras, dura la vuelta, ofrece al Sol regiones de albedo muy diferente; a esta misma causa pueden obedecer otras variaciones menos notables registradas en algún otro satélite. Según ha calculado H. Struve la masa de *Mimas* no llega a una diezmillonésima de la de Saturno (recuérdese que la de nuestra Luna es aproximadamente $1/80$), mientras que la de Titán vale algo más de $1/5000$. Las distancias varían desde 188.000 kilómetros, la de Mimas, hasta 11.753.000 la de Phoebe, el más lejano de los descubiertos; Burgatti dió el parámetro $1,34^n$, que, a semejanza del ya mencionado

(1) W. H. Pickering en placas de 1904 creyó haber hallado la traza de otro satélite, *Themis*, del cual incluso se calculó la órbita, que figura en varias obras de Astronomía; pero observaciones posteriores con muy buenos instrumentos no han podido encontrarlo.

para los satélites de Júpiter, las da con bastante aproximación, aunque con lagunas para los valores de $n=5, 8, 10, 11$; la fórmula de C. L. Charlier, $d = 1,5 + 1,6 (1,5)^n$ da también valores bastante aproximados, de los cuales los dos primeros, $n = -\infty$ y $n = -1$, corresponden a los límites interior y exterior del sistema de anillos.

El adjunto cuadro presenta reunidos los principales datos referentes a los satélites de Saturno.

NOMBRE	Distancia al centro en Kms.	Período de revolución sinódica	Magn. ap.	Magn. red.	Diámetro real aprox.
Mimas	188.000	0d. 22 ^h 57 ^m	+ 12,1	+ 2,5	1.000 kms.
Enceladus	253.000	1 8 53	+ 11,6	+ 2,0	1.200 "
Thethys	500.000	1 21 18	+ 10,5	+ 0,9	1.800 "
Dione	583.000	2 17 42	+ 10,7	+ 1,1	1.600 "
Rhea	555.000	4 12 28	+ 10,0	+ 0,4	2.500 "
Titán	1.240.000	15 25 15	+ 8,5	- 1,5	4.500 "
Hyperion	1.500.000	21 7 39	+ 12,9	+ 5,5	700 "
Japetus	3.580.000	79 22	+ 10,9	+ 1,5	1.500 "
Phoebe	11.750.000	525 16	+ 17	+ 7	150 "

Un viaje en uno de los satélites más cercanos a Saturno para contemplar sus anillos, nos mostraría el firmamento tan diferente de como lo vemos desde nuestro planeta, que jamás soñaríamos pudiésemos contemplar ambos panoramas en los alrededores de una misma estrella; en lugar de la plácida calma de nuestro cielo, que tan hondo nos deja penetrar en la inmensidad de la Creación, nuestras miradas quedarían absortas ante el vertiginoso girar de centenares de miles de astrolitos, muchos de los cuales pasarían sobre nuestras cabezas a una distancia inferior a 40.000 kilómetros.

DESCRIPCION Y COLIMACION DE UN TELESCOPIO

Por JUAN JORGE CAPURRO

(Para la "REVISTA ASTRONOMICA")

Un punto algo descuidado en la construcción de telescopios es la rigidez del sistema de sostén de los elementos ópticos.

En el telescopio que he construído (fig. 31) y que describiré a continuación se ha cuidado este punto con especial interés; esto hace que su aspecto no sea ni estético ni armonioso, pero en cambio se ha logrado que el viento no produzca vibraciones molestas y que el tubo no flexione.

La base y el tubo son separables. La base es de cedro, estando todas las piezas ensambladas y atornilladas. Se la ha construído de modo que pueda girar en azimut sobre tres bolillas de acero colocadas en su parte inferior, tratándose así de bajar lo más posible el baricentro del sistema y de obtener un asiento más firme junto con un movimiento suave. El tubo es de sección cuadrada, de maderas de $\frac{3}{4}$ " de espesor, unidas por perfiles de hierro; las juntas están calafateadas para obtener un cierre hermético.

El espejo objetivo es de 15 cm. de diámetro, 2 cm. de espesor, 87,3 cm. de distancia focal y 100 % de corrección. El espejo ocular envía la luz normalmente a la dirección del eje del espejo objetivo; es elíptico con el eje menor de 4,2 cm., de 0,7 cm. de espesor, y plano a $\frac{1}{8}$ de la longitud de onda de la raya D.

El espejo objetivo está sostenido en tres puntos en la forma común; para él se tiene $R^4/e^2 \cong 800 < 1000$ y por consiguiente su flexión está dentro del límite admisible (*).

El sistema de sostén del espejo ocular puede verse montado en la figura 31 y desmontado en las figuras 32 y 33. Consta de 4 varillas roscadas A_1, A_2, A_3, A_4 (si fuesen 3 habría en las imágenes un fantasma de difracción a 6 agujas, mientras que así sólo tiene 4 agujas) que hacen posible desplazar el soporte propiamente dicho del

(*) Ver *Danjon et Couder*, "Lunettes et télescopes", pág. 567.

espejo en cualquier dirección de un plano transversal al tubo. En dicho soporte hay 3 tornillos calantes B' , B'' , B''' que permiten obtener un movimiento de sube y baja y de balanceo del espejo. Finalmente hay un resorte de compresión C que aplica firmemente



Fig. 30. — El señor J. J. Capurro.

al tarugo contra la chapa de bronce que soporta todo el mecanismo.

El enfoque del ocular se hace con movimiento suave de deslizamiento o micrométricamente con la rosca F . Los oculares en uso son: Zeiss 0,5 (ortoscópico); Mailhat 0,62, 0,9, 1,5 (huyghenianos); construcción propia 5,3 (huygheniano); microscopio ocular.

La marcha que sigo para la colimación de las partes ópticas se puede aplicar al caso en que el eje óptico del ocular no sea normal a la línea de los centros de los espejos (esquema 1). Sin embargo, para concretar, consideraré en lo que sigue el caso normal (esquema 2) y supondré que el vértice del paraboloide coincide con el centro del espejo. A fin de abreviar llamaré: *centro del tubo*, a un punto cualquiera de la recta que pasa por el centro del espejo objetivo y

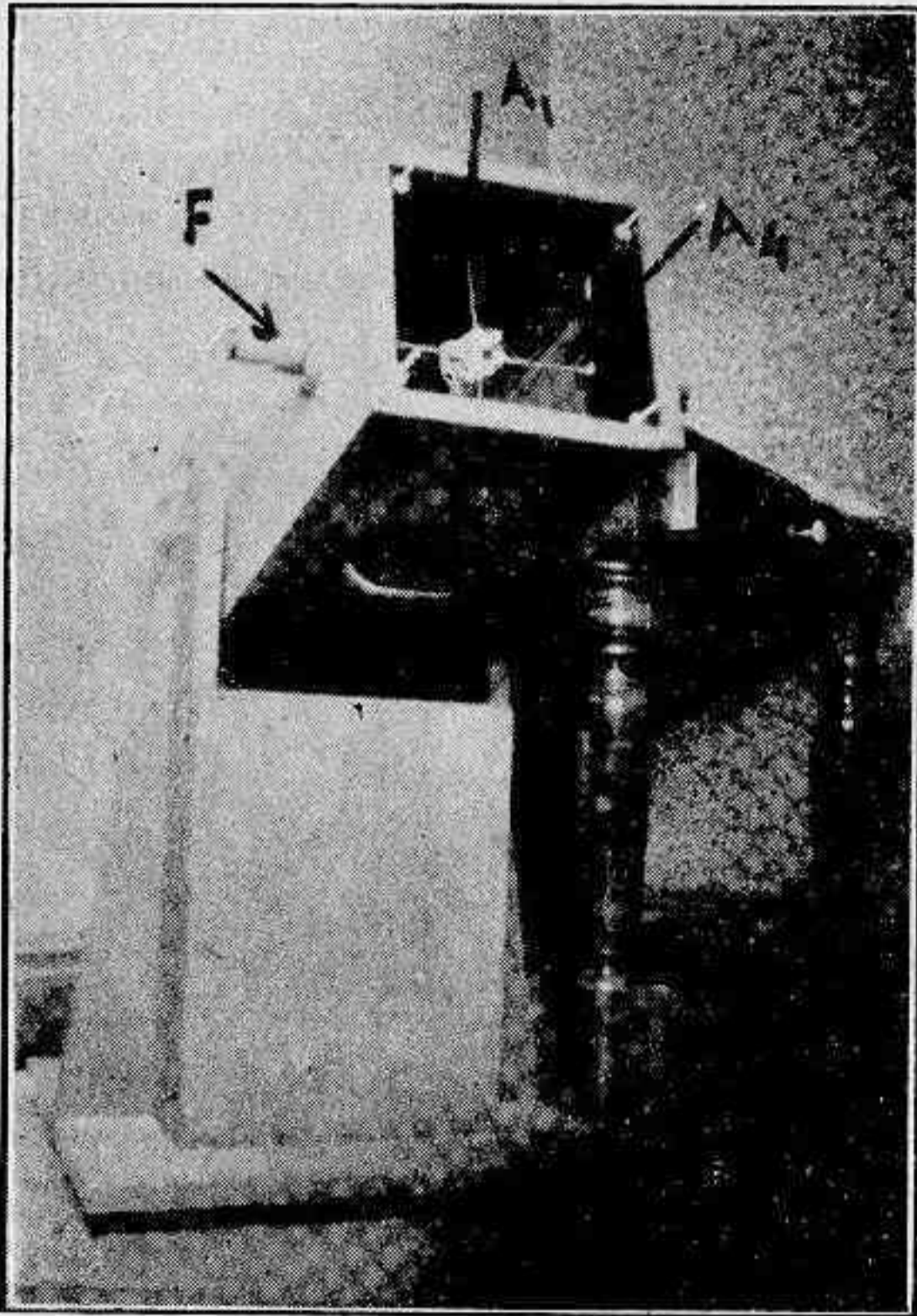


Fig. 31. — El telescopio construido por el señor J. J. Capurro.

es paralela al eje del tubo; *espejo*, al espejo objetivo; *espejito*, al espejo ocular; *eje ocular*, al eje óptico del ocular.

Se debe ante todo tener la dirección del eje ocular. Para esto, en el extremo exterior del tubo en que se enchufan los oculares se aplica un diafragma con un pequeño agujero, y en el extremo interior del mismo tubo se arma un retículo con dos hilos cruzados. Si tanto el agujero como el cruce de los hilos están en el centro de dicho tubo, la visual que pasa por ambos coincidirá con el eje ocu-

lar. Es necesario esforzarse en conseguir el mejor centraje posible del agujero y del cruce de los hilos; si durante la colimación se nota un desplazamiento aparente del retículo al girar el tubo sostén, se tratará de tomar en cuenta este defecto de la instalación operando con la posición media del cruce. En la figura 33 se ven en D y E el diafragma y el retículo que he usado; el agujero del diafragma tiene $\frac{3}{4}$ mm. de diámetro, tamaño que permite ver al mismo tiempo el retículo y su imagen reflejada.

Una vez hecha esta instalación auxiliar, la colimación se efectúa en la siguiente forma:

a) — *Se hace coincidir el centro del espejito con el eje ocular.*

El centro del espejito se señala mediante el cruce de dos hilos aplicados sobre su superficie, que se eliminarán cortándolos una vez



Fig. 32. — Detalles del telescopio del señor J. J. Capurro.

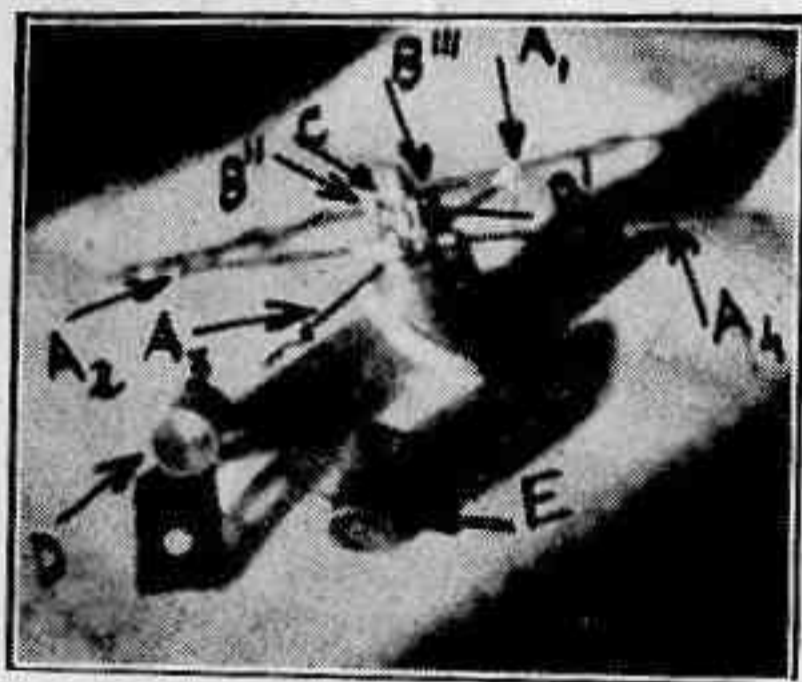
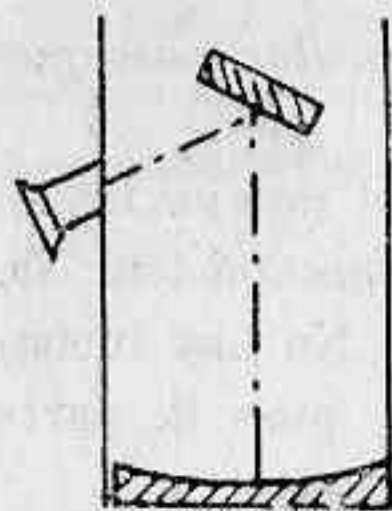


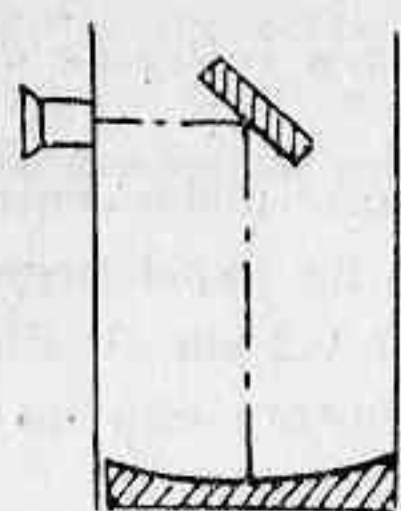
Fig. 33. — Detalles del telescopio del señor J. J. Capurro.

terminada la colimación (no deben hacerse marcas en el vidrio mismo, pues molestan para ver la imagen del retículo). Operando con las varillas A_1 , A_2 , A_3 , A_4 se lleva aproximadamente el centro del espejito al centro del tubo (si quedase demasiado a un lado resultaría una disminución de la abertura útil del telescopio, como lo muestra el esquema 3, en el que se ve que sólo una parte x de la luz incidente resultaría entonces utilizada). Operando con los tornillos B' , B'' , B''' se sube o baja el espejito, hasta lograr que su centro quede a la altura del eje ocular. Se considerará terminado este ajuste cuando se haya conseguido que el centro del espejito quede exactamente sobre el eje ocular.

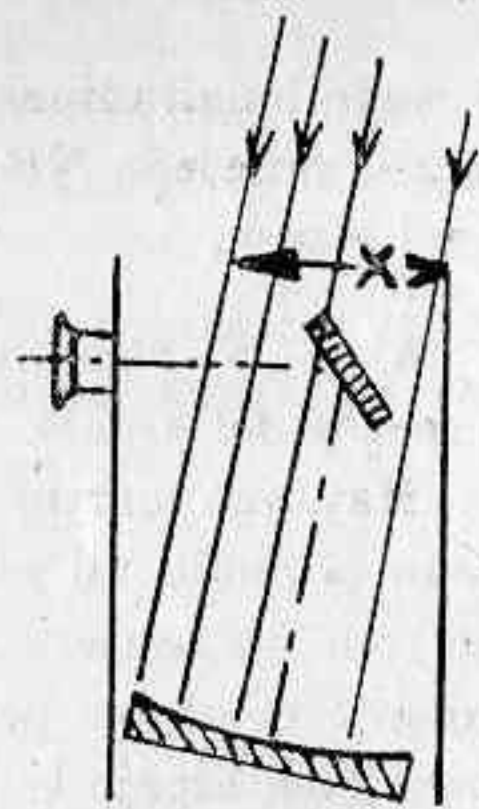
Los esquemas 4 y 5 representan el estado de las piezas antes y después de este ajuste, siéndo en ellos a) un corte transversal y b)



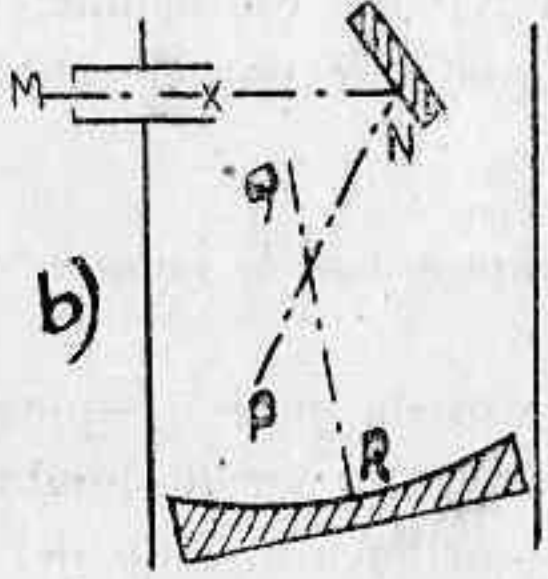
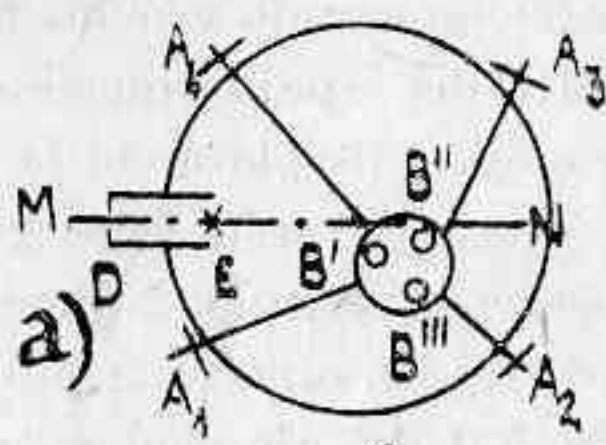
Esquema 1



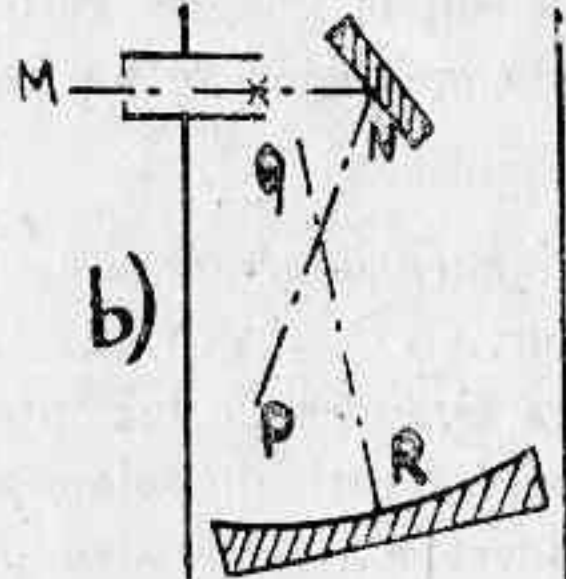
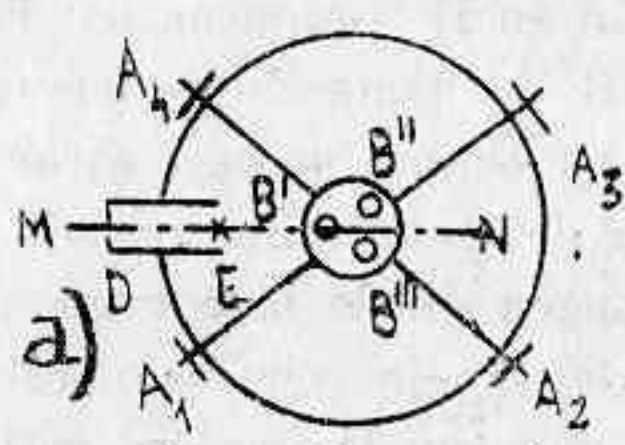
Esquema 2



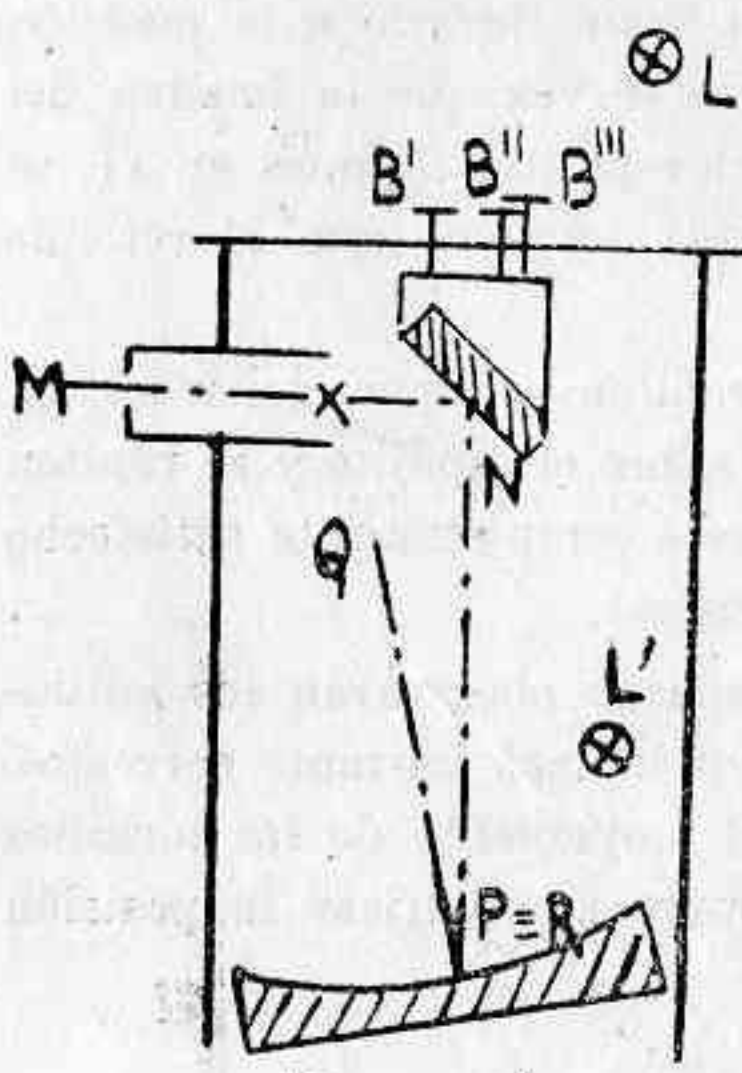
Esquema 3



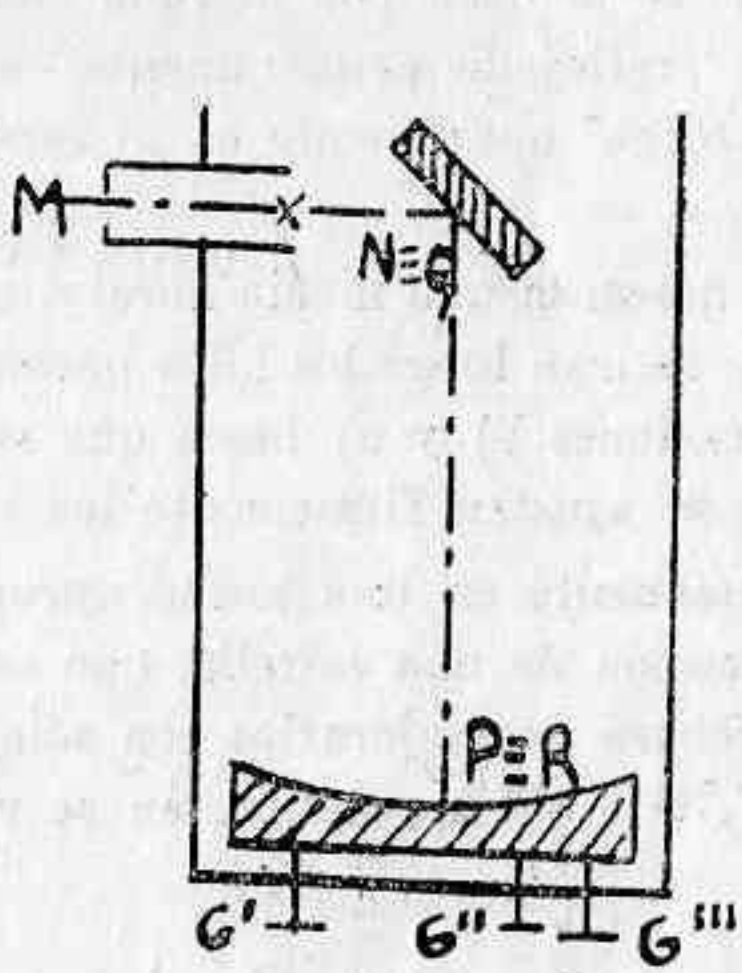
Esquema 4



Esquema 5



Esquema 6



Esquema 7

un corte longitudinal del telescopio. Nótese en el esquema 5 que la imagen reflejada NP del eje ocular MN no pasa aún por el centro R del espejo.

b) — *Se hace que la imagen reflejada del eje ocular pase por el centro del espejo.*

Hay que marcar previamente dicho centro R del espejo. Lo he hecho pegando un cuadradito de papel negro de unos 0,5 cm. de lado con un agujero central de 0,2 cm. de diámetro. No hay inconveniente en dejar permanentemente esta marcación, pues la parte central del espejo es inactiva.

Hecho esto, se ilumina el espejo situando una lámpara en L, o mejor aún en L' (esquema 6). Entonces, operando con los tornillos B', B'', B''' y tratando de que el centro del espejito quede siempre sobre el eje ocular, se hace girar el espejito, desplazando la imagen reflejada del cuadradito pegado en el espejo, hasta conseguir que dicha imagen quede bien centrada sobre el retículo. Nótese que el eje RQ del espejo (eje del paraboloide de su superficie pulida) no coincide aún con la imagen reflejada NP del eje ocular, que por medio de esta operación se ha hecho que pase por el centro R del espejo.

c) — *Se hace coincidir el eje del espejo con la imagen reflejada del eje ocular.*

Con una lámpara de luz intensa situada en L (esquema 7) se ilumina ahora el retículo solamente; para no ser deslumbrado durante la observación se pueden poner cartones al lado del tubo de los oculares. Entonces, operando con los tornillos de sostén G', G'', G''' se modifica la posición del espejo hasta llevarlo a la posición deseada: se lo dará por logrado cuando se vea que la imagen del retículo (reflejada primeramente en el espejito, después en el espejo y luego nuevamente en el espejito) coincide con el retículo mismo.

Se descansa una media hora y se repiten las operaciones a), b) y c). Se retiran luego los hilos puestos sobre el espejito y se repiten las operaciones b) y c) hasta que se esté completamente satisfecho y luego se ajustan firmemente las tuercas.

Finalmente en una noche apropiada se observarán los anillos de difracción de una estrella, que se los hallará bastante correctos, y se probará de mejorarlos con sólo el movimiento de los tornillos G', G'', G'''. Si no mejorasen se recurre a modificar la posición

del espejito. Coviene recordar que según Draper (Smith. Contr. to Knowl., 1864, Cap. III a) hay espejos que sólo trabajan bien con cierto ángulo entre el eje del tubo y el eje del paraboloide y el espejito desplazado del centro del tubo.

Creo que estas simples indicaciones sobre la colimación serán de utilidad a los aficionados constructores de telescopios, que frecuentemente hallan dificultades en esta materia.

Buenos Aires, mayo de 1936.

LA ASTRONOMIA ARABE

Por M. A. EVERSLED

Es de desear que los nombres que llevan actualmente las principales estrellas, no sean cambiados ni eliminados de nuestros mapas celestes, porque son eslabones que enlazan la ciencia actual con las razas desaparecidas, que con sus estudios astronómicos contribuyeron a cimentar nuestros conocimientos en el curso de los siglos. El nombre latino de Régulo, que fué antes el griego Basilicós (Βασιλικός), procede del sumerio Sharru, que significa "real". Canopo, con seguridad, es un nombre egipcio. En cambio, Achernar, Algol, Rigel y Mizar, como muchos otros son de origen árabe. Sin embargo, están tan desfigurados, que muchos orientalistas hallarán tal vez dificultades para explicar cómo pueden haber llegado a su forma actual, y cómo deben ser pronunciados.

Para los beduinos árabes, las estrellas han sido siempre sus guías; antiguamente las denominaban camellos, ovejas, chacales, hienas, aves y ranas, con un nombre para cada estrella. Así, las cuatro estrellas de nuestra constelación de la Liebre eran cuatro camellos que iban a apagar su sed en el río de la Vía Láctea y las cinco estrellas brillantes de nuestra constelación de la Virgen eran cinco perros ladrando.

A veces, un grupo de estrellas sugería algún objeto familiar: las cuatro estrellas principales del Cuervo eran, para ellos, los cuatro palos de una tienda, y la curva de estrellas pequeñas de la cabeza del Sagitario, un collar.

Estos nombres no se encuentran en nuestros mapas, pero conservamos unos pocos nombres antiguos beduinos, como Alfard (la Solitaria), nombre muy apropiado para la única estrella brillante de la Hidra; Vega, que procede de "El-nesr-el-uaki" (el Aguila que cae), y Altair es una abreviación de "El-nesr-el-tair" (el Aguila que vuela). Las estrellas ϵ y ζ de la Lira, que forman un triángulo con Vega, eran las alas plegadas del Aguila que cae sobre su presa; las β y γ del Aguila, alineadas con Altair, eran las alas desplegadas del Aguila que vuela.

La mayor parte de los nombres de estrellas que han llegado

hasta nosotros, son de períodos posteriores y se deben a astrónomos árabes más científicos, que adoptaron las 48 constelaciones antiguas que nos son familiares, y dieron nombres a determinadas estrellas, de acuerdo con sus posiciones y según el catálogo de Ptolomeo; así, “la estrella rojiza del hombro de Orión”, de Ptolomeo, es Betelgeuze = hombro del gigante; “la punta de la cola” (de Leo) es Denébola = cola de león; y “la Boca del Pez Austral” es Fomalhaut = boca de pez.

El catálogo de estrellas fué hecho por Hiparco de Rodas, hacia el 129 (a. de J. C.), pero fué rehecho y puesto al día por Ptolomeo, el año 137 (d. de J. C.), en la Escuela griega de Alejandría. El origen de las constelaciones sigue siendo aún misterioso; sin embargo, se sabe que los griegos las aprendieron de los babilonios.

¿Cuándo las adoptaron los árabes y cómo han llegado sus nombres hasta nosotros?

Este es uno de los capítulos más novelescos de toda la historia de la Astronomía y, aunque se ha referido ya varias veces, parece que todavía lo desconocen muchos de los que constantemente tienen que manejar los nombres de las estrellas.

En el siglo VIII, la Ciencia se hallaba en Europa a muy bajo nivel y la Astronomía era muy poco estudiada y cultivada. Unos pocos estudiosos (monjes, especialmente, como San Beda el Venerable y Fergil de Irlanda) y tal vez algunos maestros de las escuelas de Carlomagno sabían que la antigua teoría pagana de la Tierra esférica era cierta y que los eclipses eran fenómenos naturales periódicos; pero, naturalmente, ignoraban que los griegos hubiesen medido la circunferencia de la Tierra y el tamaño y distancia de la Luna; y sus nociones acerca de los movimientos de los planetas eran muy vagas. La mayor parte no hicieron más que adquirir los conocimientos suficientes para fijar la fecha de la Pascua.

La Astronomía griega, con sus descubrimientos y sus ingeniosas teorías, parecía muerta y enterrada para siempre. Desde luego, enterrada lo estaba; pero muerta, no; y esperaba tan sólo el trascurso de los siglos para resucitar, como el Fénix, de sus cenizas y renacer a una nueva vida.

¡El Fénix de Arabia! Fué precisamente en los desiertos árabes, donde crecían los creyentes del Profeta, que se extendieron a través de Persia hacia la India, y en dirección a Occidente fueron por Egipto y por el norte de Africa a España. La capital del Califato en 753 era Bagdad, junto a las ruinas de la antigua Babilonia. Los califas, no sólo hicieron de ella una gran ciudad, sino que,

además, se rodearon de intelectuales y fomentaron las artes, las letras y las ciencias. En la corte había médicos que se habían instruído en la escuela de Medicina de Kusistán, fundada por los nestorianos en el fondo del golfo Pérsico. Nestorio fué un monje sirio que, 3 siglos antes (en 428), había sido patriarca de Constantinopla y que, condenado por heresiarca, fué destituido y desterrado. Los que le siguieron se establecieron después en el valle del Eufrates, enviando misioneros que fundaron iglesias, monasterios y escuelas nestorianas en muchos sitios de Asia. En Siria habían poseído versiones siríacas de antiguos escritos griegos y, en sus emigraciones, las conservaron cuidadosamente y las copiaron. Cuando los califas de Bagdad supieron, por sus doctores de Kusistán, que existían esas obras, se dieron cuenta de lo que valía aquel oculto tesoro e hicieron traducir al árabe aquellos escritos sirios. Entre ellos estaban los manuscritos científicos y filosóficos de Aristóteles, la Geometría de Euclides y la Astronomía de Ptolomeo; entonces esta obra recibió el nombre con el que aún es conocida: la "Megiste Syntaxis" (del griego: Μέγιστη Σύνταξις) o "máxima composición" (de Matemáticas), el que, abreviado y precedido del artículo árabe "al", quedó transformado en "Al-megisti", que se ha convertido en Almagesto. Es un completo compendio de Astronomía griega en su fase final, y contiene la descripción de la Tierra esférica y del cielo, de todos los movimientos observados del Sol y la Luna, de los planetas y las estrellas y las teorías destinadas a representarlos o explicarlos, todos los instrumentos y métodos usados, tablas matemáticas y el catálogo de estrellas ya mencionado, del que los árabes aprendieron las 48 constelaciones antiguas.

De esta manera, y por medio de aquella secta herética de cristianos desterrados, el conocimiento de la Astronomía griega, perdido en Europa, llegó a poder de los árabes de Bagdad.

No sólo revivió dicho conocimiento, sino también su práctica. El califa Al-Mamún (hijo y sucesor de Harun-al-Raschid, el famoso califa de las "Mil y una noches"), edificó un espléndido observatorio en la provincia de Bagdad, y lo equipó con instrumentos como los que describe Ptolomeo en el pórtico de Alejandría, aunque mayores y mejor hechos, con círculos divididos con más cuidado; los astrónomos de la corte del califa sacaron partido de tal oportunidad y fueron excelentes observadores, perfeccionando asimismo mucho los instrumentos. Progresaron bastante en la construcción de los relojes de Sol y construyeron astrolabios portátiles muy bien trabajados. Al-Mamún hizo medir también un arco de

meridiano, según parece, en la llanura de Palmira, con objeto de comprobar las estimaciones de Ptolomeo acerca del tamaño de la Tierra.

Entre estos árabes y sus sucesores, hubo también matemáticos de primera categoría.

Las obras de Brahmaputra sobre Astronomía y Matemáticas llegaron a Bagdad desde la India. De los indios aprendieron igualmente los árabes la mal llamada notación arábica. La misma palabra cifra (del árabe "zifra") nos recuerda la enorme ventaja de este sistema sobre la numeración romana, gracias a que el lugar o posición de cada cifra le asigna un determinado valor. Realizaron asimismo notables progresos en Algebra y Trigonometría, introduciendo las secantes y tangentes y substituyendo por los senos las cuerdas de Ptolomeo: la palabra latina *sinus* es traducción de la voz árabe *gib* que significa pliegue (cuerda plegada por la mitad).

El libro de Ptolomeo, por su elevado tecnicismo, resultaba difícil de traducir; pero los astrónomos de Bagdad, especialmente Alfragano y Albategnio, escribieron algunos excelentes libros que con sencillez y en su propio lenguaje explicaban los principales puntos del sistema ptolemaico. Admitieron su base fundamental de que la Tierra se encuentra en reposo en el centro del Universo, en tanto que el Sol, la Luna y los planetas giran en torno de ella, cada uno con su período propio, y la esfera de las estrellas lo rodea todo; sólo que, así como Ptolomeo había empleado epicielos y círculos excéntricos artificialmente combinados, únicamente para representar geoméricamente los movimientos observados; los árabes supusieron la *existencia* de unas esferas materiales y agregaron otra esfera exterior, como causa de la rotación diurna de todas las esferas juntas en torno de la Tierra en 24 horas: tal esfera fué denominada "Primum mobile" o primer móvil.

En varios casos corrigieron y mejoraron los valores de Ptolomeo. Justo fué (dice Albategnio, en su libro "Sobre el número y movimiento de las estrellas") completar las observaciones de Ptolomeo, de la misma manera que Ptolomeo había completado las de Abrachis (Hiparco), ya que no es dado al hombre alcanzar la perfección. Sus mediciones demostraron que la oblicuidad de la eclíptica era 18' menor que en la época de Ptolomeo y que el apogeo del Sol variaba también de sitio. Desgraciadamente, la diferencia que los árabes encontraron en el valor de la precesión de los equinoccios era debida a que Ptolomeo había admitido sin comprobación las estimaciones provisionales hechas por Hiparco; de eso dedujeron

que el movimiento precesional podía ser variable, tanto en valor, como en dirección. El movimiento enteramente imaginario de los puntos equinocciales, llamado "trepidación", fué un lunar en muchas (si bien no en todas) de sus tablas astronómicas.

Otra idea ingeniosa, pero ilusoria, de los árabes, fué la hipótesis de que cada esfera se hallaba separada de la siguiente por el espacio estrictamente indispensable para el epiciclo (o pequeña esfera) que descansaba sobre ella; y así, conociendo por las medidas griegas de la paralaje lunar la distancia a la primera o la más próxima de aquellas esferas, que era la de la Luna, pensaron poder deducir de ella las distancias al Sol, a los planetas y a las estrellas. Creyeron, además, que así podrían estimar sus tamaños; Alfragano reproduce tales estimaciones, con igual sencillez y confianza que cuando cita el valor de la circunferencia terrestre "según fué determinada en la época de Al-Mamún de gloriosa memoria". En este esquema, el Sol se hallaba a una distancia de 1220 radios terrestres y tenía cinco veces y media el diámetro de la Tierra, y las estrellas estaban sólo a 20 000 radios terrestres. Sin embargo, para aquellos tiempos en que se suponía que todos esos astros no tenían otra misión que la de iluminar la Tierra, resultaba aún un sistema impresionante. Todos los cuerpos celestes, salvo Venus, Mercurio y la Luna, eran mayores que la Tierra y estaban hechos de fuego celeste o "alacir" (éter, αἰθήρ lo habían denominado los griegos).

Cuando empezó a declinar el poder de los califas Abásidas, fundadores de la Astronomía árabe, otros directores ocuparon su sitio y se construyeron nuevos observatorios en Persia y en Egipto; preciso es, sin embargo, dirigir ahora la mirada hacia el extremo occidental de los dominios muslines, donde había nacido otra escuela, que presenta para nosotros interés especial, ya que fué desde dicho centro desde donde se difundió la Astronomía árabe por toda Europa.

Al principio del siglo VIII, los moros (raza mezclada de árabes y bereberes) conquistaron España y, estableciéndose en Córdoba su capital, la convirtieron en la ciudad más espléndida de Europa (salvo, tal vez, Bizancio) y la rival de Bagdad, como centro de cultura.

En los siglos XI y XII (cuando ya Córdoba había perdido su supremacía y los moros se hallaban constantemente en guerra con los cristianos de las provincias septentrionales) Toledo, gracias a sus alianzas, ya con unos, ya con otros, y manteniéndose frecuentemente en forma de ciudad independiente, llegó a ser un gran centro

de reunión de poetas y filósofos estudiantes y hombres de Ciencia y, de modo especial, de astrónomos y astrólogos: la Astrología llegó incluso a denominarse arte toledano.

Tan grande fué la fama de Toledo, que acudían allí estudiantes de toda Europa, ávidos de aprender lo que los moros enseñaban. Fué esto el toque de clarín para el despertar de Europa, y, al principio del siglo XIII, las universidades de París, Oxford, Bolonia y Nápoles pudieron felicitarse por la recuperación de los escritos griegos, perdidos desde hacía tanto tiempo, y que llegaron en forma de traducciones y paráfrasis árabes, que se tradujeron al latín, la lengua universal de los escolares en toda Europa. En Toledo, en 1175, se hizo una traducción del Almagesto de Ptolomeo; en 1230 se hizo otra para el emperador Federico II, rey que fué también de Sicilia. Aprendió éste el árabe e hizo de su corte siciliana otro centro de difusión de la cultura árabe; en aquella época, a los muslines se les conocía con la denominación de sarracenos. Aristóteles y Euclides fueron también traducidos. Alfragano y otros escritores árabes fueron muy popularizados en latín, y las tablas de Toledo, redactadas por Al-Zarkalí, fueron muy usadas por los astrónomos. Algunas veces, los escritos griegos fueron sucesivamente vertidos a una serie de idiomas, siendo posible poseer una obra de Aristóteles en traducción latina, tomada de traducción hebrea de un comentario de la traducción árabe hecha a su vez sobre la traducción siríaca del texto original.

Así, más de doscientos años antes de que los escolares y textos griegos entrasen en Italia, como consecuencia de la toma de Constantinopla por los turcos en 1453, la Astronomía griega había sido ya devuelta a Europa por los árabes. En tanto que sus enseñanzas iban difundiéndose al norte de los Pirineos, ellos iban retrocediendo constantemente hacia el sur, bajo la presión de los reconquistadores cristianos; durante bastante tiempo, lograron aún conservar el reino de Granada, reducido al final a la sola ciudad, que terminó por caer en 1492 en poder de los Reyes Católicos, Fernando e Isabel.

Resumiremos, pues, en dos palabras lo que Europa debe a los astrónomos árabes: Restauraron y devolvieron a Europa la obra perdida de los griegos, algo desfigurada en algunos aspectos, pero mejorada en otros, gracias a sus mejores mediciones y a sus instrumentos más perfectos; aportaron útiles libros de texto y tablas, así como catálogos estelares; proporcionaron un poderoso instrumento para los trabajos de investigación, al regalarnos sus adelantos en Matemáticas, y estimularon el deseo de estudiar los astros y

de aprender todo lo posible referente a ellos, cosa que tuvo gran influencia para el Renacimiento del saber.

Es evidente que los árabes no fueron mucho más allá que Ptolomeo. Algunos de los árabes españoles, especialmente en Sevilla, se hallaban poco satisfechos con tan complicado sistema y trataron de perfeccionarlo, pero no parece que llegase ninguno de ellos a modificarlo de modo fundamental; de todas maneras, recogieron la antorcha que Grecia había dejado caer, y la empuñaron de nuevo. Prepararon el camino a Copérnico, para suplantar la Tierra de su posición central y colocar en su lugar al Sol; a Kepler, para que desterrase los círculos y descubriese el movimiento de los planetas según elipses; y a Galileo, para que descubriera nuevas maravillas con su anteojo.

Y cuando Juan Bayer, de Baviera, hizo su Atlas estelar y volvió a designar a las estrellas de cada constelación con las letras griegas que todavía se hallan en uso, nos conservó también los nombres árabes que llevaban.

(De la Revista Ibérica, N.º 1110).

VARIACIONES DE LA VELOCIDAD DE ROTACION DE LA TIERRA

Por L. JACCHIA

Después de haber terminado su monumental teoría de la Luna, en la cual había tenido en cuenta separadamente un millar de factores de perturbaciones debidas a fuerzas gravitacionales, y después de haber constatado que de la confrontación entre la teoría y las observaciones resultaban discrepancias inexplicables, lentamente fluctuantes con el tiempo, Simón Newcomb escribía:

“Yo considero estas fluctuaciones como el fenómeno más enigmático presentado por los movimientos celestes. Es tan difícil explicarlas mediante la acción ejercida por las fuerzas conocidas, que estamos necesariamente obligados a sospechar que son el resultado de alguna acción de naturaleza desconocida hasta ahora. Suponiendo que en la confrontación se haya tenido en cuenta la gravitación de todos los cuerpos y que no exista algún cuerpo desconocido, la primera explicación que se presenta es que estas desigualdades sean solamente aparentes, *debidas quizás a fluctuaciones en la velocidad de rotación de la Tierra* y por lo tanto en nuestras medidas del tiempo. Si el defecto estuviese en nuestras medidas del tiempo, podría ser también puesto en evidencia por los pasajes de Mercurio por delante del disco solar y por los eclipses del primer satélite de Júpiter”.

Era ésta la primera duda que se hubiera formulado sobre la regularidad del movimiento de rotación de la Tierra. Se conocía, es cierto, la así llamada *aceleración secular* del movimiento lunar atribuída a la progresiva disminución de la rotación terrestre debida al freno ejercido por las mareas, las cuales se desplazan en nuestro globo en sentido contrario al del movimiento diurno; esta disminución, sin embargo, se había considerado siempre como regular, sin sacudidas, mientras que de las investigaciones de Newcomb

resultaban aceleraciones o retardos imprevistos a distancia no de milenios, sino de pocos decenios uno de otro.

Hasta entonces se había supuesto implícitamente perfecto nuestro gran reloj natural y no se había pensado en las consecuencias que se derivarían de alguna falla eventual del mismo. Tales consecuencias son evidentes: así como la distancia Tierra-Sol constituye para nosotros la base de todas las distancias siderales y una modificación al valor que para ella se haya adoptado implica la alteración de todas las medidas celestes, en forma similar el día es la base de todas

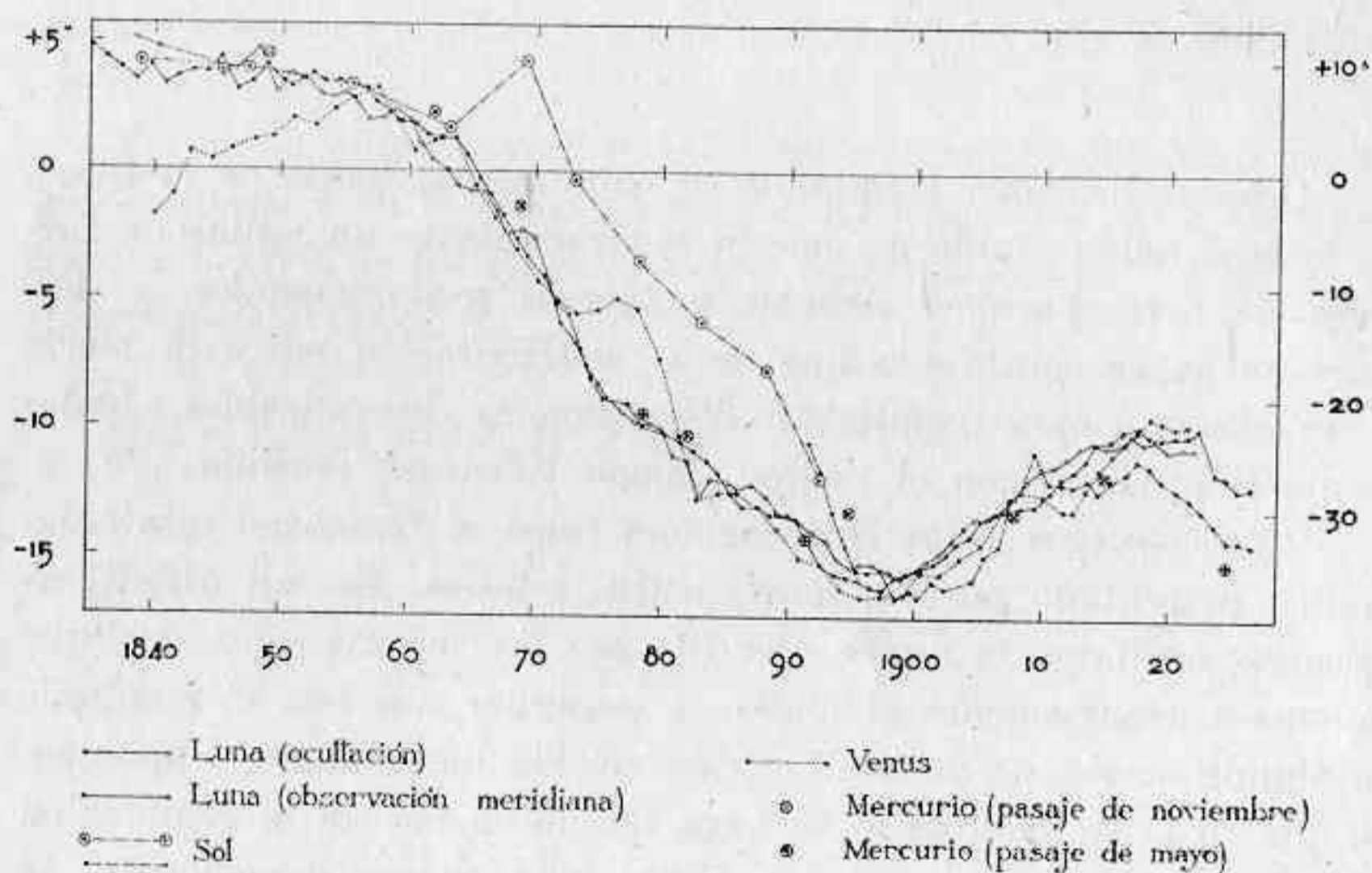


Fig. 35. — Curvas de los residuos deducidos de las observaciones de la Luna, del Sol, de Venus y de Mercurio en el intervalo 1840-1926. Los números de las ordenadas a la izquierda dan los residuos de longitud en los movimientos de los cuerpos celestes en particular, reducidos todos al movimiento lunar. Los números a la derecha dan los residuos correspondientes en el cómputo del tiempo astronómico.

las medidas de tiempo y cualquier variación eventual de su duración debe reflejarse en cualquier fenómeno medido en el tiempo. Se entiende que, tratándose de variaciones muy pequeñas, no tendrán influencia sino sobre los fenómenos más rápidos: en particular un pequeño error en nuestras medidas de tiempo no llevará consigo desviación alguna en la posición de los cuerpos celestes, excepto aquellos para los cuales el movimiento es tan fuerte que nuestros instrumentos puedan revelar discrepancias sensibles en el breve

intervalo de tiempo a que monta el error. Además de la Luna con sus posiciones aparentes y los fenómenos que le conciernen (eclipses y ocultaciones), los otros únicos cuerpos capaces de revelarnos, con efectos notables, cualquier irregularidad eventual en la rotación terrestre son Mercurio y los dos primeros satélites de Júpiter. Newcomb había ya llevado a buen punto el control riguroso de los pasajes de Mercurio y de los eclipses del primer satélite de Júpiter, cuando la muerte vino a tronchar su vida.

Desde esa época (1909) la cuestión permanece en suspenso hasta el año 1925, fecha en que Brown demostró que tanto los pasajes de Mercurio ocurridos desde 1677 a 1924, como los eclipses de los satélites I y II de Júpiter en el intervalo 1908-1924 daban residuos que concordaban satisfactoriamente con la curva de los residuos obtenidos de las observaciones lunares. Quedaba de este modo fuera de duda la variabilidad de la duración de la rotación de la Tierra. Las dos curvas eran, en sus rasgos esenciales, similares en la forma; sin embargo, la correspondiente a los residuos lunares resultaba algo desproporcionada con respecto de la otra. Volveremos más adelante sobre esta aparente divergencia; por ahora diremos solamente que se puede explicar cualitativamente por la interacción lunar-terrestre de las fuerzas que aceleran o retardan la rotación de la Tierra.

El problema fué reconsiderado detalladamente por De Sitter, que publicó sus resultados en 1927. Este investigador logró mostrar que no sólo las ocultaciones y observaciones meridianas de la Luna y los pasos de Mercurio, sino también las posiciones observadas de Venus y del Sol daban resultados concordantes. El período examinado por De Sitter se extiende desde 1630 hasta 1926; para dar una idea de la relación entre las diversas curvas de residuos, las reproducimos a partir de 1840 en la figura 35, advirtiendo que en el diagrama la curva de los residuos lunares está amplificada en la relación de 1 a 1,25, a fin de ponerla en armonía con las otras. Los números marcados como ordenadas dan los segundos de tiempo en que aparecen desplazados todos los fenómenos, cuando se usa en las tablas celestes una duración constante para la rotación de la Tierra, corregida solamente por la aceleración secular. En el diagrama el signo (—) indica adelanto, el signo (+) retraso: de manera que si la curva tiende hacia abajo, o sea hacia los números negativos, esto indica que todos los fenómenos celestes van anticipándose al cálculo y que por consiguiente la duración del día ha aumentado y viceversa.

Como se ve, entre los años 1840 y 1925 ha habido fluctuaciones en el tiempo astronómico que han llegado hasta una amplitud de 45^s . Se entiende que para producir estas desviaciones han sido suficientes variaciones pequeñísimas de la duración, (las desviaciones mayores en este intervalo, están comprendidas dentro de los 6 milésimos de segundo); pero, sumándose por años y decenios, estas alteraciones pequeñísimas terminan por hacerse sensibles en las medidas del tiempo.

Antes de pasar al examen detallado de estas fluctuaciones, será conveniente detenerse un poco sobre la aceleración secular del movimiento lunar, o sea sobre el retardo secular de la rotación de la Tierra. De Sitter ha efectuado primeramente una nueva determinación de este retardo y ha encontrado que la corrección que debe aplicarse en cualquier instante al tiempo "newtoniano" (o sea uniformemente acelerado) para pasar al tiempo *uniforme*, está dado por

$$1) \quad \Delta_1 t = 43^s,8 (T^2 + 1,33 T - 0,26)$$

donde T es el tiempo expresado en siglos a partir del año 1900,0 y las constantes están elegidas en forma de hacer nula la corrección para las épocas 1750,0 y 1917,1. De esta fórmula se deduce que la aceleración diaria del movimiento de rotación terrestre es de $-7^s,30 \times 10^{-8}$; se tiene por lo tanto un alargamiento constante del día astronómico que asciende a $0^s,000000073$ por día. Continuando así las cosas, el día aumentará un segundo en 13.700.000 años y doblará su duración en 1.180.000.000.000 años.

Los efectos son mucho más sensibles si en lugar de la duración del día se toman en consideración las discrepancias en el tiempo producidas al acumularse las pequeñas diferencias motivadas por la aceleración secular; así si se adopta en los cálculos astronómicos una duración constante del día, igual a la que actualmente tiene, todos los fenómenos de un siglo atrás, se nos aparecen corridos en 44 segundos, los de diez siglos atrás en $1^h 13^m$ y aquellos de hace 60 siglos registrados en los anales chinos, en casi dos días.

Pero, como hemos ya dicho, el tiempo astronómico, dado por la rotación de la Tierra, no difiere del tiempo uniforme por la aceleración secular únicamente. Aun tomando en cuenta ésta, quedan todavía discrepancias irregulares en el cómputo del tiempo; los valores $\Delta_2 t$ de esas discrepancias entre los años 1640 y 1926, calculados por De Sitter, están dados en la tabla siguiente:

t	$\Delta_2 t$	t	$\Delta_2 t$	t	$\Delta_2 t$
1640	— 38 ^s .5	1800	+ 29 ^s .7	1880	— 23 ^s .7
50	— 36.7	05	+ 27.8	85	— 28.4
60	— 34.8	10	+ 25.9	90	— 32.7
70	— 31.9	15	+ 23.8	95	— 36.0
80	— 25.8	20	+ 21.7	1900	— 35.9
90	— 19.6	25	+ 19.5	05	— 32.7
1700	— 13.4	30	+ 17.2	10	— 28.9
10	— 7.0	35	+ 14.9	15	— 24.9
20	— 0.6	40	+ 12.4	18	— 23.0
30	+ 5.8	45	+ 9.9	20	— 23.3
40	+ 12.3	50	+ 7.4	22	— 23.1
50	+ 18.8	55	+ 4.7	24	— 26.9
60	+ 24.2	60	+ 1.9	25.5	— 28.3
70	+ 28.3	65	— 1.8	26.5	— 28.2
80	+ 32.0	70	— 9.6		
90	+ 33.5	75	— 17.6		

Si representamos estas discrepancias con puntos en un diagrama, se ve que se puede hacer pasar por esos una línea quebrada formada por siete segmentos de recta. Según esto se habrían producido, de 1630 a 1936, siete saltos más bien bruscos en el período de la rotación de la Tierra. Los excesos $\Delta\tau$ en la duración del día resultantes de estas cifras, son los siguientes:

Intervalo	$\Delta\tau$	Intervalo	$\Delta\tau$
1630-1667	+ 0 ^s .00055	1864-1876	— 0 ^s .00351
1667-1758	+ .00173	1876-1897	— .00233
1758-1784	+ .00090	1897-1917	+ .00214
1784-1864	— .00134		

El salto más fuerte se ha producido en 1897, cuando el exceso pasó de $-0^s.00233$ a $+0^s.00214$, motivando por lo tanto un alargamiento del día de $0^s.00447$. La diferencia máxima entre la duración del día astronómico en el intervalo 1630-1897 ha sido de $0^s.00565$. No es posible establecer con seguridad cuánto tiempo se ha empleado para cumplir uno de estos saltos; en cualquier caso, no es superior a tres o cuatro años y algunas veces es con seguridad menor.

¿A qué clase de fenómeno se necesita recurrir para explicar estas imprevistas variaciones en la velocidad de rotación de la Tierra? La pregunta es tanto más ardua, cuanto que la explicación debe tomar en cuenta también otro hecho, ya mencionado: la menor

amplitud de las desviaciones deducidas del movimiento de la Luna frente a las desviaciones obtenidas por otro medio.

Resulta ante todo excluído que estos bruscos saltos sean debidos a variaciones en el momento de inercia de la Tierra motivados por desplazamientos de masas superficiales. Además de no explicar que los saltos del movimiento lunar sean menores, esta teoría requeriría movimientos de masa verdaderamente enormes. De Sitter calcula que un desplazamiento de todo el altiplano asiático comprendido entre el Himalaya y el Quen Lun, por toda su altura, produciría una variación en el momento de inercia igual a un cuarto apenas de la variación necesaria para explicar el brusco salto de 1897. Es por lo tanto muy improbable que en los tiempos históricos se hayan producido catástrofes de esta clase sin conocimiento de los geólogos. Así también aparecen insuficientes los desplazamientos de masa producidos aunque sea por varios miles de terremotos. Si los desplazamientos no fuesen locales, sino distribuídos dentro de todo el globo terrestre, o de una parte considerable del mismo, basta, como ha demostrado Brown, que éstos sean notablemente menores y serían suficientes las contracciones o expansiones producidas por variaciones de temperatura del orden de una fracción de grado. Sin embargo, el trabajo cumplido por o contra (según los casos) la gravedad sería siempre enorme y por lo tanto estaríamos obligados con Brown, a atribuir las variaciones del momento de inercia, a una causa que obre en grandes profundidades, por más que sea difícil imaginar una causa capaz de producir actos tan enormes en tan poco tiempo.

Queriendo mantener pequeña la variación del momento de inercia, la disipación de energía requerida para explicar el valor de 1.25 del factor de reducción de las discrepancias lunares es de 4×10^{28} erg. o sea cerca de 30 veces la disipación producida en un año por la fricción de las mareas. Esta disipación debe tener efecto en un período de 3 a 4 años como máximo y por lo tanto la fuerza capaz de producirla debe ser diez veces mayor a la que actúa en la fricción de las mareas: se entiende que dicha fuerza deberá tener su origen en la Luna, como en el caso de las mareas. Pero una fuerza de este tipo no podrá producir sino retardos en la rotación terrestre, mientras en realidad se observan tantos retardos como adelantos; por otra parte, no se concibe una interacción entre la Tierra y la Luna sino a través de las mareas. Parece por lo tanto, — De Sitter y Brown están de acuerdo en este punto — que el factor lunar de 1,25 no se puede explicar de este modo.

Es necesario recordar — dice De Sitter — que el factor de $Q = 1,25$ no es substancialmente otra cosa que un símbolo matemá-

tico usado para describir los hechos observados. De la discusión, resulta que es muy difícil atribuir un significado físico a cualquier otro valor de Q que no sea $Q = 1$, (o sea interacción entre Tierra y Luna) o bien $Q = Q_s$, el valor para la aceleración secular. Ahora bien, podría ser que la acción de las mareas y la aceleración secular producida por éstas sufran variaciones irregulares, de modo que la aceleración de la fórmula 1) deba considerarse solamente como un valor medio para el intervalo de los últimos 2000 o 2500 años. Se puede suponer, por lo tanto, que las fluctuaciones en longitud de la Luna y de los planetas, sean efectos combinados de esta variabilidad de la acción de las mareas y de los bruscos saltos en el momento de inercia considerados anteriormente. Si se indica la primera causa con p , y la segunda con q , se debe tener:

$$p + q = 1; \quad p + Q_s q = Q$$

y por lo tanto, sustituyendo Q_s por su valor 4.6 y haciendo $Q = 1.25$, se tiene:

$$p = 0.93 \quad \text{y} \quad q = 0.07$$

Como se ve, en este caso la variación en el momento de inercia, entraría solamente en el 7 % del efecto total y bastarían desplazamientos de masa más razonables para obtener las fluctuaciones observadas.

Las variaciones bruscas en el momento de inercia están representadas en el diagrama por una línea quebrada, mientras la variabilidad (que se debe suponer también brusca) de la acción de las mareas, da origen a una serie de parábolas ligadas, con la concavidad vuelta unas veces hacia arriba y otras hacia abajo. Naturalmente, si en el diagrama de los residuos se quiere separar las dos acciones, la elección de las parábolas y también su número, resulta un tanto arbitrario; se necesita buscar por tanteo la mejor aproximación posible. Eligiendo oportunamente tres parábolas (una para el intervalo 1630-1742, la segunda para 1742-1880 y la tercera de 1880 a 1917) para representar las fluctuaciones debidas al efecto p , aparecen todavía como residuos las siguientes desviaciones en la duración del día de 1630 a 1917.

Intervalo	$\Delta\tau$	Intervalo	$\Delta\tau$
1630-1667	+ 0 ^s .00023	1864-1876	— 0 ^s .00357
1667-1758	+ .00134	1876-1897	— .00186
1758-1784	+ .00075	1897-1917	+ .00153
1784-1864	— .00091		

Como se ve, confrontando esta tabla con la precedente, el valor de los saltos en la duración del día, está notablemente disminuída.

OBSERVATORIOS DE AFICIONADOS

EL OBSERVATORIO DE NUESTRO CONSOCIO-
SEÑOR F. RICARDO WERNER

SITUACION. — El observatorio está situado en un apacible suburbio de la ciudad de Rosario, denominado La Florida, y precisamente sobre un pintoresco promontorio en la costa del Río Paraná, cuyo horizonte despejado y libre del reflejo de las luces de la ciudad, se presta admirablemente para las observaciones astronómicas.

La posición geográfica establecida sobre una plancheta del Instituto Geográfico Militar es la siguiente:

$$\varphi = -32^{\circ} 52' 31'',6$$

$$\lambda = 60^{\circ} 41' 12'',8 \text{ W } (+ 4^{\text{h}} 2^{\text{m}} 44^{\text{s}},853)$$

Altitud aproximada sobre el nivel del mar: 38 m.

De estos valores se deducen los siguientes factores usados frecuentemente en los cálculos de reducción de observaciones:

$$q \operatorname{sen} \varphi' = -0,539699 \quad [9.7321516 \text{ n}]$$

$$q \operatorname{cos} \varphi' = +0,840693 \quad [9.9246375]$$

Como se puede ver por la fotografía, el observatorio consta de un cuerpo de edificio separado y construído ad hoc dentro de la hermosa quinta en la cual el señor Werner ha edificado también su chalet, y además de la torre con cúpula tiene una amplia terraza para las observaciones al aire libre y dos piezas para la biblioteca astronómica, accesorios, cronómetros y laboratorio fotográfico.

CUPULA. — La cúpula giratoria de 4 m. de diámetro ha sido construída por la Casa Zeiss. El piso de la cúpula es también giratorio y con escalones que permiten al observador colocarse al nivel más conveniente para una determinada observación.

INSTRUMENTOS. — Anteojo paraláctico Zeiss de 110 mm. de abertura y 165 cm. de distancia focal con objetivo apocromático de tres lentes; pie ecuatorial de madera con movimiento de relojería accionado por pesas.

Un péndulo regulado para tiempo sidéreo, un cronómetro de marina Ericsson, un aparato de radio de onda corta y larga para

recibir las transmisiones horarias nacionales y extranjeras.

ACCESORIOS. — Una cámara fotográfica para el Sol y la Luna adaptable al telescopio, con placas de 13 x 18 cm.

Tres oculares Kellner de 60, 50 y 33 mm. respectivamente.

Dos oculares Huygens de 12,5 mm. y dos de 25 mm.

Dos oculares ortoscópicos de 9 mm. y dos de 6 mm.

1 Micrómetro aplicado al ocular ortoscópico f. 6 mm.

1 Revólver para tres oculares.

1 Prisma cenital.

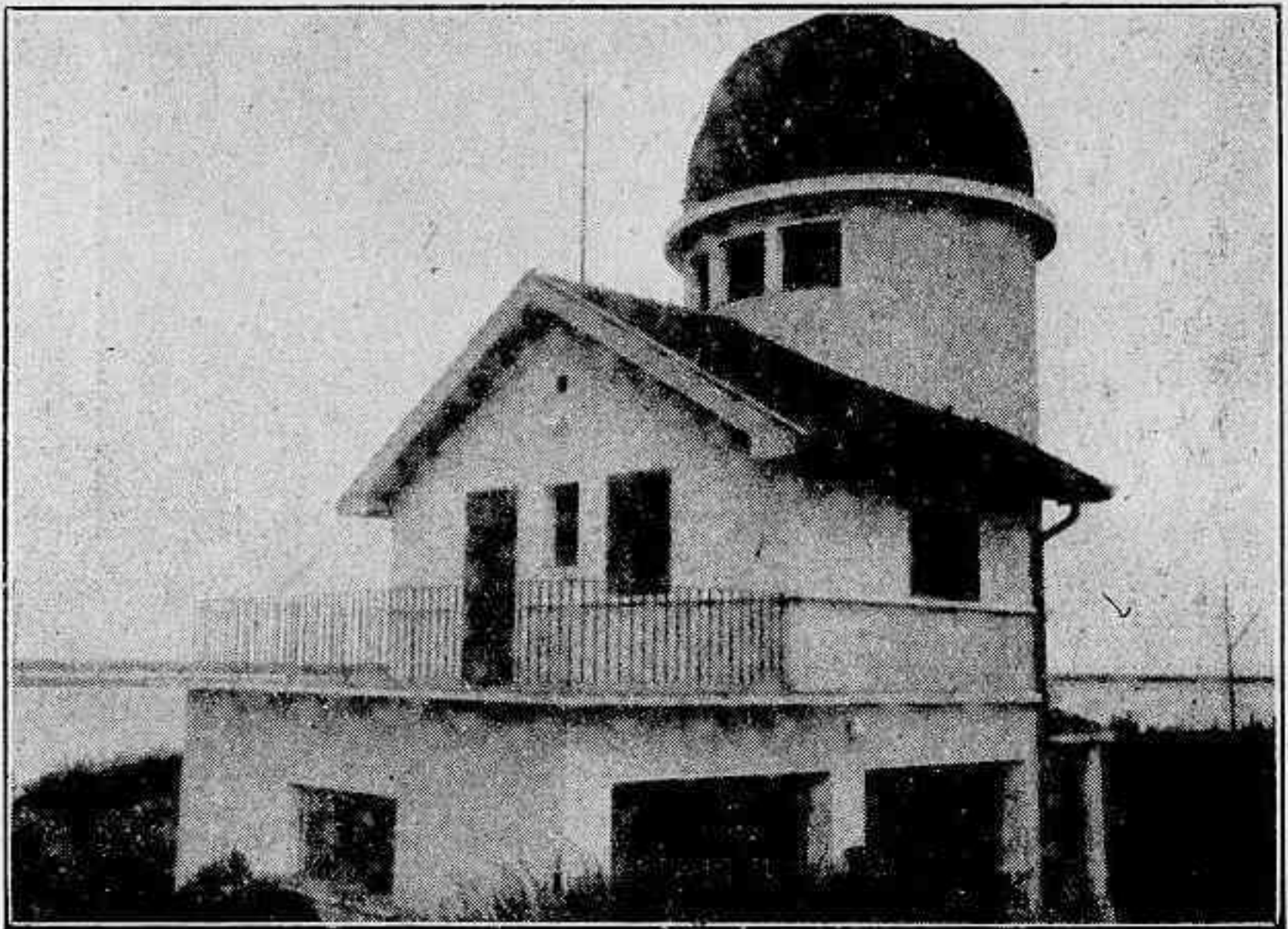


Fig. 36. — Vista exterior del observatorio.

1 Revólver de vidrios coloreados.

1 Helioscopio de Colzi.

1 Helioscopio de Herschel.

1 Prisma para observaciones del Sol.

4 Vidrios coloreados para la Luna.

1 Portaocular binocular.

MATERIAL DIDACTICO. — Un planetario miniatura del doctor C. Westphal, varios atlas celestes y una extensa biblioteca astronómica, tablas de logaritmos, etc.

TRABAJOS. — Observación y fotografías planetarias y observaciones celestes en general.

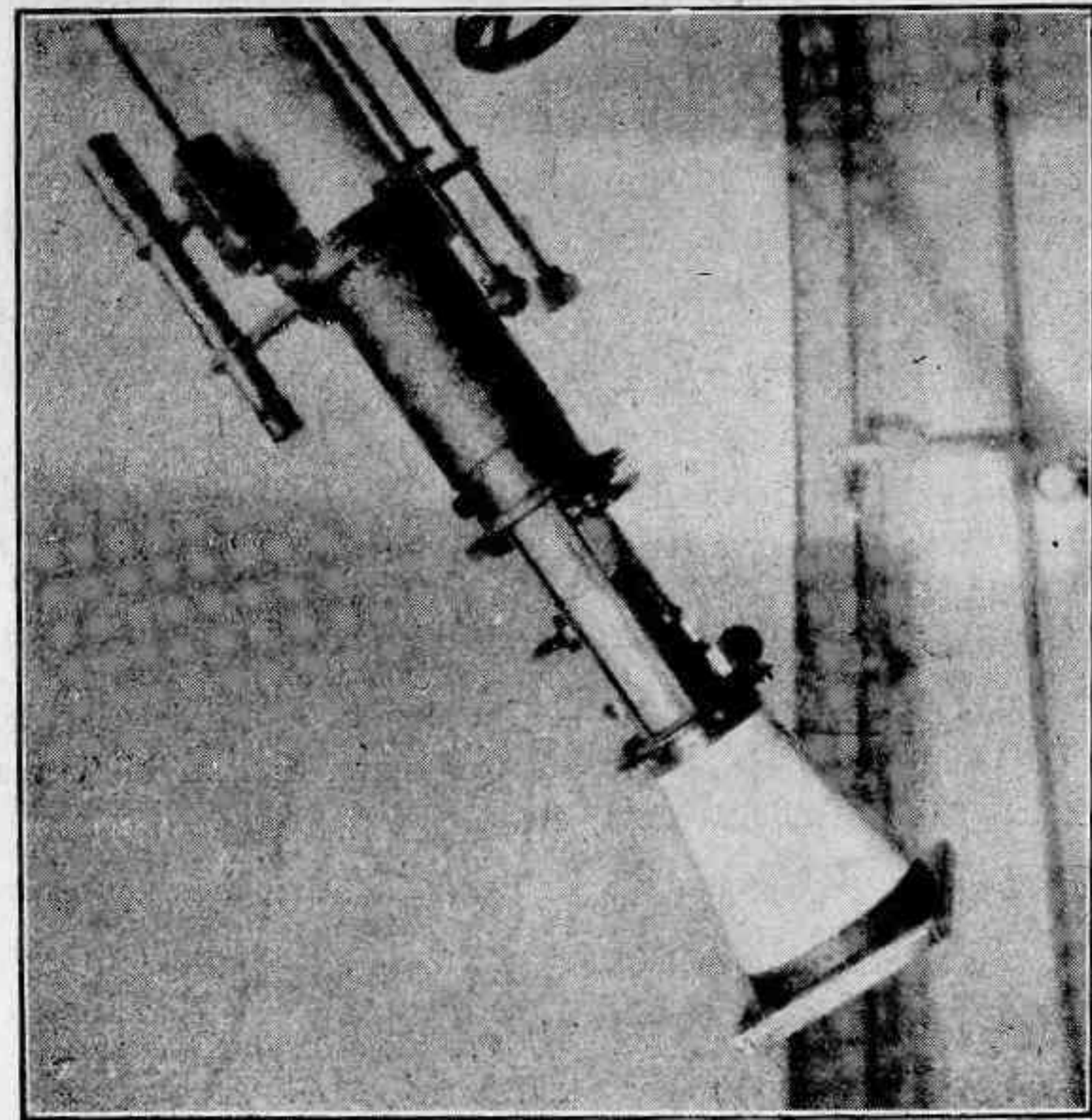


Fig. 37. — Cámara fotográfica adaptada al ecuatorial.

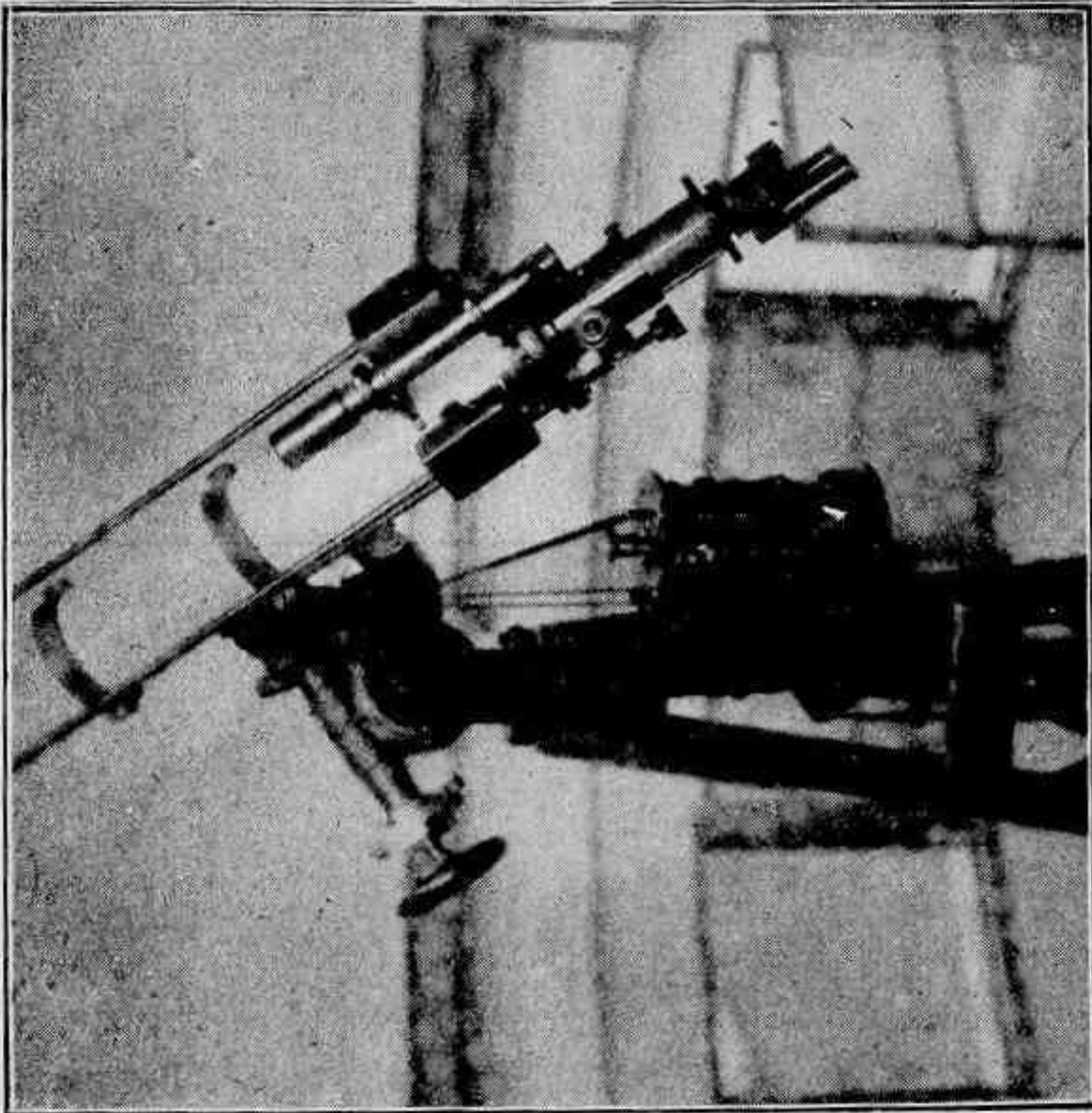


Fig. 38. — Detalle de la montura ecuatorial y movimiento de relojería.

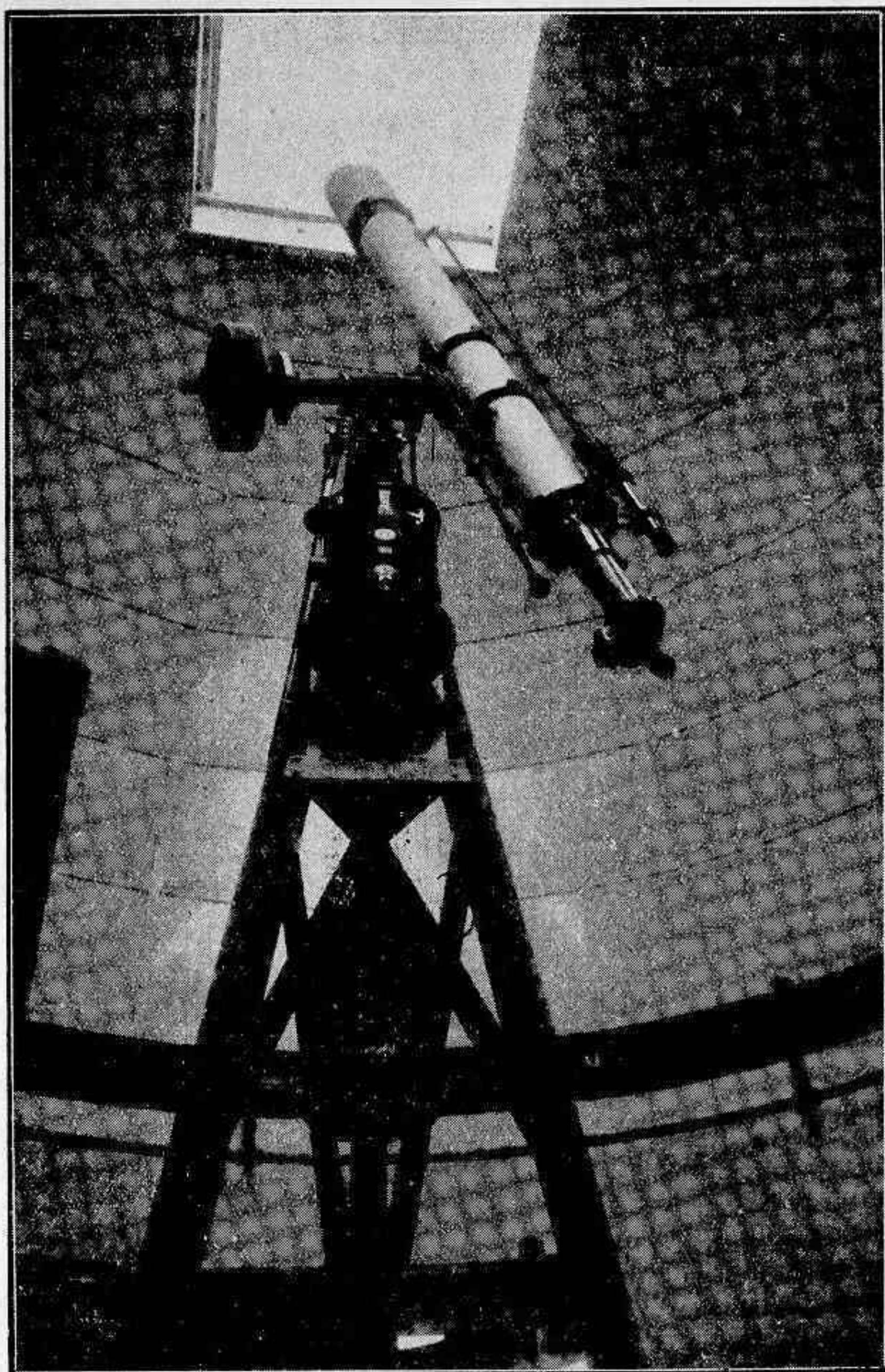


Fig. 39. — Ecuatorial y cúpula del observatorio.

BIBLIOGRAFIA

GRUNDRISS DER SPHAERISCHEN UND PRAKTISCHEN ASTRONOMIE (Elementos de astronomía esférica y práctica) por FRIEDRICH BECKER (*).

La diversidad de orientación en los libros de Astronomía esférica es enorme. Un autor puede proponerse tratar a fondo los aspectos teóricos de la materia (L. de Ball, *Lehrbuch der sphaerischen Astronomie*); otro autor se propone en cambio dar respuesta minuciosa a los numerosos problemas concretos que se presentan en la práctica astronómica y geodésica (W. Chauvenet, *A manual of spherical and practical astronomy*); y hasta no ha faltado alguno que tomara a la precesión y a la aberración como motivos para proporcionar un entrenamiento adecuado a los candidatos a "senior wrangler" de la Universidad de Cambridge (R. S. Ball, *A treatise on spherical astronomy*). Los tratados citados, por muy diversos que sean en su orientación, tienen un rasgo común: son obras detalladas, donde se tratan a fondo los tópicos considerados. No hacen, sin embargo, superflua la existencia de libros más modestos, en los que en forma compendiosa se exponen los puntos esenciales de la astronomía esférica. Es muy lindo saber todo lo referente a refracción: pero a veces no se tiene tiempo o preparación previa para leer las 54 grandes páginas que L. de Ball dedica a este fenómeno. Los *compendios* de astronomía esférica son pues muy útiles; pero aún en obras de este carácter es posible tratar la materia con distinto criterio. Así, por ejemplo, A. von Flotow nos ofrece en su *Einleitung in die Astronomie* una exposición sucinta de los fenómenos aparentes de la bóveda celeste, pero manteniéndose siempre en un plano bastante elevado; y si bien es cierto que su librito resulta extraordinariamente atractivo para personas con buena preparación previa, no menos cierto es que no resulta apropiado para quienes buscan ante todo "resultados", obtenidos en la forma más directa y sencilla posible. En cambio, el doctor Becker, en el libro que comentamos, se ha propuesto satisfacer a estos últimos, y pensamos que

(*) Un volumen encuadernado de 168 páginas. Precio RM. 6.50. Editor Ferd. Dümmler, Berlín y Bonn.

ha logrado ampliamente su objeto.

El doctor Becker se ha esforzado, primeramente, en presentar los conceptos fundamentales con toda claridad; en segundo lugar, en limitarse a los problemas principales, que hallan aplicación continua en la práctica astronómica; y finalmente, en mantener la sencillez de la exposición, no empleando por lo general sino fórmulas elementales de trigonometría. Con tal programa es naturalmente imposible abordar algunos asuntos muy interesantes; pero oportunas indicaciones bibliográficas orientan al lector que desee estudiar más a fondo algún punto especial.

A la primera parte del libro, consagrado a la astronomía esférica, sigue otra dedicada a la "astronomía práctica", donde se describen los principales instrumentos empleados en la astronomía de posición y se dan indicaciones sobre la manera como son empleados. Muy acertado consideramos el haber incluido aquí una sección en la que se reseña la forma en que son derivadas las principales constantes astronómicas.

No vacilamos en recomendar el libro a aquellos de nuestros socios que deseen ir algo más allá de la mera descripción de los fenómenos aparentes de la bóveda celeste.

J. J. N.

HILFSBUCH DER ASTRONOMISCHEN PHOTOGRAPHIE
(Manual de fotografía astronómica), por H. J. Gramatzki (1).

Así como la aplicación de la fotografía en los observatorios astronómicos ha permitido realizar, con grandes ventajas, muchas de las antiguas observaciones que se hacían por métodos visuales, y extender enormemente las investigaciones hacia nuevos campos, su utilización por parte del aficionado le ofrece posibilidades insospechadas de ampliar sus propios estudios, aparte de la íntima satisfacción que representa llegar a poseer con el tiempo un pequeño archivo de fotografías celestes. Es claro que la fotografía no podría suplantar a las observaciones visuales, por ejemplo, en el estudio de las superficies planetarias —al que son afectos muchos aficionados— ya que es incapaz de mostrar la finura de detalles que se logra observar a través de un anteojo de mediana potencia: pero tratándose de registrar fenómenos, como eclipses de Sol o de Luna, construir cartas estelares, observar y aún descubrir astros débiles

(1) Un vol. in-8º de 102 páginas, 1 lámina y 29 figuras. Precio, encuadernado en tela, RM 4,75. Editorial Ferd. Dümmler, Berlín y Bonn.

como asteroides y cometas, "retratar" uno de estos últimos cuerpos en alguna aparición espectacular (desgraciadamente poco frecuente), observar estrellas variables y descubrirlas, y hacer, en fin, muchos otros géneros de observación que están encuadradas dentro de las actividades corrientes de los aficionados, la aplicación ventajosa de la fotografía es innegable. Sentado esto, llama la atención el hecho de que sean tan escasos los aficionados que se dedican a la fotografía astronómica (2) y la causa reside, probablemente, en que esta aplicación requiere una técnica especial y el uso de ciertos dispositivos no conocidos por la mayoría de los aficionados.

Para quien comprende el alemán, la lectura del librito de Gramatzki suministrará todas las indicaciones necesarias para iniciarse con provecho en la fotografía celeste. En una forma compendiada, pero del todo suficiente para dicho fin, la obrita de referencia trata en primer término de los medios ópticos que puede emplear el aficionado; describe luego las diversas clases de placas que se prestan para las distintas aplicaciones (indicando hasta el procedimiento de fabricar placas al colodión, que no recomendamos, pues la economía en el costo es reducida y su empleo ofrece muchas dificultades) y da detalles sobre el revelado de las mismas. Finalmente se ocupa de las técnicas especiales para la fotografía de los diversos objetos: Luna, Sol, planetas, cometas, meteoros y estrellas, terminando con un capítulo dedicado a la espectrografía.

M. D.

(2) Dentro de nuestra Asociación, varios miembros aficionados han efectuado con éxito fotografías del Sol, de la Luna y de regiones estelares.

NOTICIARIO ASTRONÓMICO

NOTAS COMETARIAS. — Después de unos cuantos años sin cometas brillantes, y aún sin los de interés para los aficionados australes, parece que en breve tendremos un cometa de brillo respetable, aunque las noticias que hasta ahora se han recibido no permiten predicciones más que groseramente aproximadas de brillo y de fecha. El asiduo observador de estrellas variables y descubridor ya de varios cometas, Leslie Peltier, de Delphos, Ohio (E.E. U.U.) descubrió otro a mediados de mayo, que luego fué observado por van Biesbroeck en el Yerkes Observatory. El telegrama comunicando esta observación dice:

Magnitud 9, mayo 16,1676

A. R. $23^{\text{h}} 51^{\text{m}} 59^{\text{s}},2$; Decl. $+73^{\circ} 26' 53''$

Núcleo estelar, con cola de menos de 1°

Movimiento diario $+ 1^{\text{m}} 32^{\text{s}}, - 5' 50''$

Con una declinación tan extremadamente boreal, el cometa no es ahora visible para nosotros, y el movimiento pequeño tampoco promete que llegue a ser visible para nosotros. Una determinación de órbita preliminar por Whipple y Cunningham dió, según telegrama del día 19 de mayo:

$$T = 1936 \text{ julio } 4,85$$

$$\omega = 153^{\circ} 49'$$

$$\Omega = 127 \quad 6$$

$$i = 75 \quad 34$$

$$q = 0,995$$

La posición que he calculado con estos elementos para la fecha mayo 16,1676 está en desacuerdo con la del telegrama por algo más de un grado, de manera que sospecho algún error, a pesar de que la palabra de control indica que el telegrama ha sido bien transmitido y traducido. Por otra parte, como el desacuerdo no alcanza ser un disparate, algún indicio valedero ha de dar.

Aceptando, pues, como esencialmente correctos estos elementos y calculando las posiciones del cometa para intervalos de 16 días, resulta que el cometa se dirige casi directamente hacia la Tierra.

Su movimiento aparente es de apenas 10° en el mes y medio desde su descubrimiento hasta el fin de junio, pero su distancia geocéntrica disminuye desde más de 1,4 hasta menos de 0,6 unidad astronómica. Todavía a mediados de julio estará en una declinación boreal tan fuerte que queda invisible para nosotros. Mas en la segunda quincena de julio, en cambio (y al estar siempre a las indica-

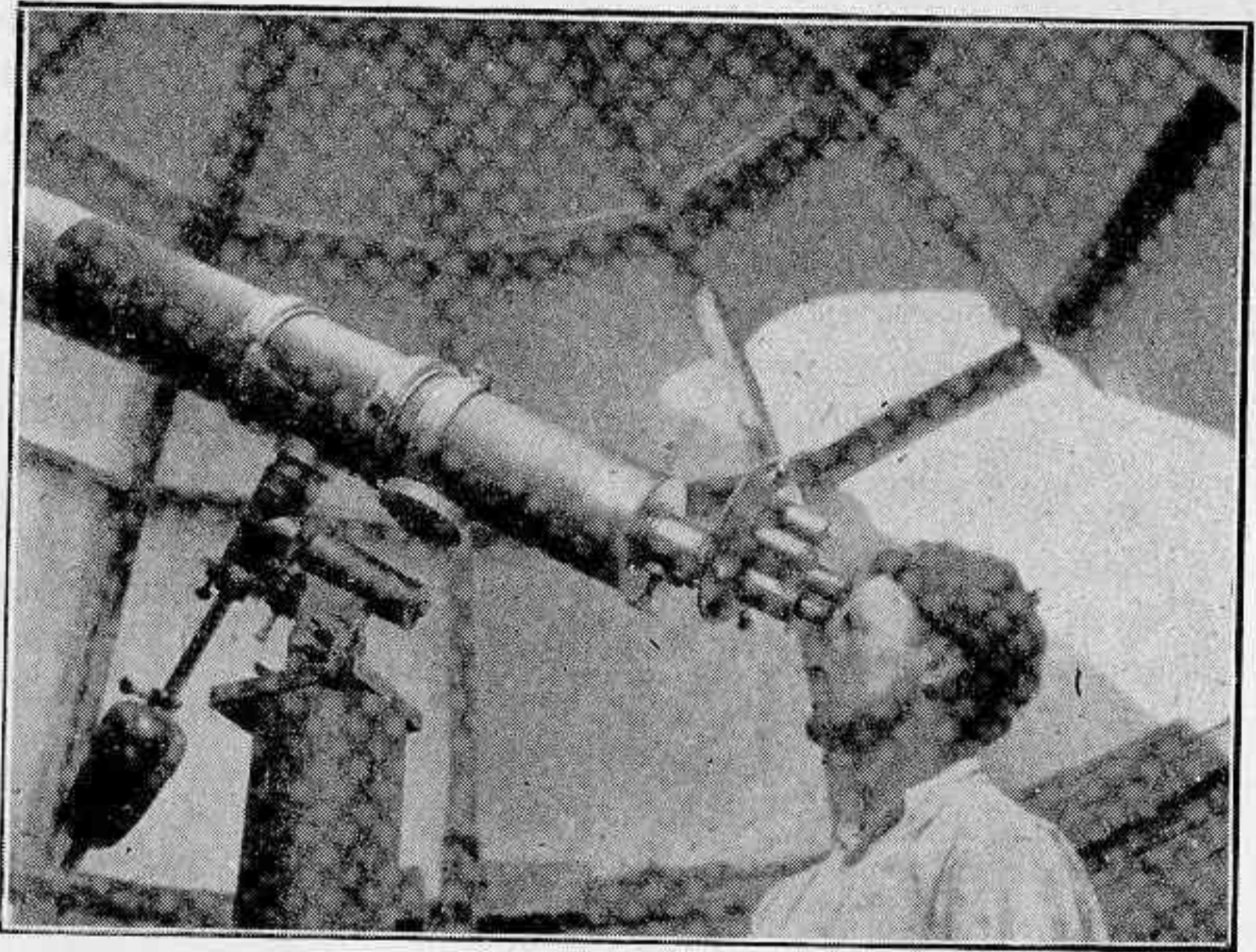


Fig. 40. — Leslie C. Peltier, descubridor del cometa que lleva su nombre, y uno de los observadores de estrellas variables más activos del mundo.

ciones de estos elementos) la situación varía de una manera radical, como se desprende de la siguiente efeméride:

	1936	A.R.	Decl.	r	Δ	Mag.
Julio	19,0	0 ^h 48 ^m	+43°,7	1,024	0,208	4½
	23,0	0 59	+19 ,2	1,043	0,128	3½
	27,0	1 16	—30 ,4	1,065	0,098	3
	31,0	1 43	—63 ,0	1,091	0,153	4
Agosto	4,0	2 52	—78 ,5	1,120	0,239	5

Por supuesto, estos datos pueden sufrir cambios, y hasta grandes, pero es de esperar que no sean tan graves como para quitar el evidente interés de la aparición. Seguramente antes de aquella fecha estaremos en posesión de una órbita más segura y datos más precisos, que comunicaremos a nuestros asociados con la anticipación necesaria para la observación.

HANS OSTEN (1875 - 1936). — Nos es doloroso comunicar el fallecimiento de nuestro consocio doctor Hans Osten acaecido en Montevideo el 29 de marzo próximo pasado.

El doctor Osten, alemán de nacimiento, residía desde hace años en esa ciudad, donde era bien conocido como un fuerte comerciante en lanas. Los negocios le dejaban sin embargo tiempo para realizar importantes investigaciones científicas, que le aportaron merecido renombre en los círculos astronómicos y en mérito a las cuales la Universidad de Leipzig le confirió en 1923 el grado de Doctor en Ciencias *honoris causa*.

La mayoría de los numerosos trabajos del doctor Osten (publicados por lo común en las *Astronomische Nachrichten*) se refieren a cuestiones de mecánica celeste y en especial a la aplicación numérica de las teorías de esa ciencia. A más de órbitas y efemérides de planetoides, utilizadas por el Rechen-Institut de Berlín, Osten ha elaborado para algunos planetoides tablas tan completas como las usadas para los grandes planetas; uno de estos trabajos le permitió deducir una corrección a la masa adoptada de Júpiter.

El doctor Osten pertenecía a nuestra Asociación desde 1934. Su labor es un ejemplo luminoso de lo que es posible realizar en *ratos perdidos* cuando el entusiasmo por la Astronomía es intenso y sostenido.

CAROLINA E. FURNESS (1869 - 1936). — El nombre de la astrónoma Carolina Ellen Furness, fallecida el 9 de febrero del corriente año, es bien conocido en el campo de los observadores de estrellas variables, principalmente por su valiosa obra titulada *Introduction to the Study of Variable Stars* que sirvió de iniciación y guía a muchos de los que se han dedicado a estas observaciones en los últimos veinte años. Los siguientes datos biográficos de la extinta los extraemos de un artículo aparecido en las *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*.

Nació Miss Furness el 24 de junio de 1869 en Cleveland, Ohio, e hizo sus estudios secundarios y superiores en el Vassar College, recibíendose de profesora y permaneciendo adscripta al Observatorio de dicho colegio. Completó sus estudios en la Universidad de Chicago, en el Observatorio de Yerkes y en el Instituto Tecnológico de Massachusetts y se graduó de doctora en filosofía en la Universidad de Columbia el año 1900. Desde el año 1915 ocupaba la dirección del Observatorio del Vassar College. Sus trabajos están contenidos en las Publicaciones de dicho Observatorio, en las *Astro-*

nomische Nachrichten, en el *Astronomical Journal*, etc. Su obra sobre estrellas variables mereció figurar en la Exposición del Siglo de Progreso entre los cien mejores libros escritos por mujeres estadounidenses.

OBJETO DELPORTE. — El nuevo Objeto Delporte, de cuyo descubrimiento se dió cuenta en el número anterior de la REVISTA, ha recibido el nombre de *Anteros* (significando “el rival de Eros”, u “opuesto a Eros”) debido a su gran acercamiento a la Tierra en ciertas partes de su órbita. El interés extraordinario que ha causado este detalle de su movimiento, ha motivado esfuerzos muy especiales para seguir observándolo durante el mayor tiempo posible, con el fin de tener así mejor base para el cálculo definitivo de su órbita. Hasta el gigantesco telescopio de 100 pulgadas ha sido distraído de sus otras aplicaciones para este fin, y con él se le siguió hasta que su brillo había disminuído a la magnitud 20,5, o sea de unas dos millonésimas partes del brillo de las menores estrellas visibles a ojo libre. La última observación que fué posible conseguir se hizo el 11 de abril, lo que prolonga el período de observación hasta 58 días, y si bien no asegura, por lo menos da alguna esperanza de su reencuentro.

El diámetro de este diminuto cuerpo celeste se calcula ser de 500 a 600 metros.

NOTICIAS DE LA ASOCIACION

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

Señor DOMINGO ANTONIO BADINO, empleado, calle Pedro Echagüe 1732; presentado por los señores Laureano Silva y Angel Pegoraro.

Señor RENÉ LAMBIR, empleado, calle Bueras 141, dep. D; presentado por los señores Augusto E. Osorio y Carlos Cardalda.

Señor COSME LÁZZARO, químico, calle Achával 427; presentado por los señores Martín Dartayet y Bernhard H. Dawson.

Señor ANDRÉS LAGOMARSINO, industrial, calle Pampa 2860; presentado por los señores Laureano Silva y Domingo Antonio Badino.

CICLO DE CONFERENCIAS POR EL DOCTOR BERNHARD H. DAWSON. — Invitado por el Colegio Libre de Estudios Superiores el doctor Bernhard H. Dawson, nuestro presidente, dictará un curso sobre: “Aplicación de la fotografía a los estudios astronómicos” con el siguiente plan:

Primeras fotografías astronómicas; datos históricos; la “Cape Photographic Durchmusterung”; “La Carte du Ciel”; otros trabajos de posición.

Las ventajas de la fotografía como registro para estudio posterior; expediciones; eclipses y cometas.

La fotografía aplicada a la búsqueda de pequeños planetas; el planeta transneptuniano.

Fotografías artísticas; la fotografía aplicada al estudio de las superficies de la Luna y de los Planetas; fotografías en luz de distintos colores.

La fotografía del Sol y de sus fenómenos; espectroheliógrafo.

La fotografía de espectros estelares y de sistemas extragalácticos.

Comunicamos a nuestros consocios que con la sola presentación del carnet que los acredita como socios de la Asociación, podrán escuchar las conferencias.



Figs. 40 y 41. — Concurrentes a las visitas observacionales en el Observatorio de La Plata.

Agregamos que el ciclo comenzará el lunes 8 de junio a las 19 horas y continuará los lunes siguientes. El local del Colegio Libre de Estudios Superiores se halla situado en la calle Belgrano 1732.

VISITAS OBSERVACIONALES. — El sábado 18 de abril se realizó la anunciada visita de socios al Observatorio Astronómico de La Plata, que fuera preparada por la Comisión Directiva con el objeto de que nuestros consocios pudieran observar con el gran ecuatorial Gautier.

El tiempo nublado se mantuvo durante todo el día y no fué posible hacer observaciones. A esta reunión concurrió un numeroso grupo de socios, quienes fueron atendidos por nuestro consocio señor B. H. Dawson, quien explicó el manejo y trabajos que se realizan con el gran ecuatorial y con el anteojo astrofotográfico. Realizándose luego una amena tertulia que duró hasta altas horas de la noche.

Como se había especificado en la invitación distribuída a los socios, que en caso de reinar mal tiempo la visita se postergaba para el sábado siguiente, 25 de abril, concurrieron ese día otros socios que no pudieron hacerlo el día 18.

En esta segunda visita no se pudo efectuar observaciones, porque esa noche el cielo estuvo también nublado. Lo mismo que en la visita anterior, se conversó y explicó la labor que se realizaba con el gran ecuatorial, realizándose más tarde la ya tradicional tertulia.

Las fotografías muestran una parte de los socios que concurrieron a las visitas, pues aparte de los que tomaban las fotografías, algunos se retiraron temprano.

La Comisión Directiva.

EL SERVICIO DE LA HORA OFICIAL POR INTERMEDIO DE LAS ESTACIONES DE BROADCASTING, DESDE EL OBSERVATORIO NAVAL

Por considerarse de interés su divulgación, se acompaña la reglamentación de este servicio, así como la respectiva planilla horario, facilitada por el Servicio Hidrográfico del Ministerio de Marina.

Un decreto del Poder Ejecutivo, fecha 30 de octubre de 1934, prohíbe a las estaciones radiodifusoras (broadcastings) propalar cualquier señal o indicación de hora que no sea la que se transmite directamente desde el Observatorio Naval.

El Observatorio tiene especialmente instalado un péndulo con su correspondiente carillón, micrófono y amplificador, todo encerrado en una pequeña cámara aislada de los ruidos exteriores.

Las estaciones que desean transmitir la hora, deben instalar por su cuenta una línea telefónica directa entre sus estudios y el Observatorio para conectarse el amplificador del micrófono; todas las horas desde las 10^h hasta las 22^h el empleado de servicio del Observatorio enciende el amplificador, y de esta manera la hora se propala sin más trámites; el anuncio previo lo hace el locutor de la broadcasting.

Las notas que produce el carillón no deben tenerse en cuenta, pues sólo sirven para anunciar la hora exacta que corresponde al primer tañido de la campana de las horas; puede aceptarse que en general la transmisión se efectúa con un error menor de 1^s.

El Observatorio ejerce una discreta vigilancia sobre las estaciones radiodifusoras para constatar el fiel cumplimiento de las disposiciones vigentes.

**Transmisión de la hora oficial desde el Observatorio
Naval por medio de las estaciones de
broadcastings.**

HORAS DE TRANSMISION	ESTACIONES TRANSMISORAS	
	Días hábiles	Domingos y feriados
10	L R 9.	L R 4. — L R 5. — L R 9.
11	L R 3. — L R 5. — L S 1. — L S 2.	L R 3. — L R 4. — L R 5. — L R 8. — L S 1. — L S 2. — L S 8.
12	L R 4. — L R 6. — L R 8. — L R 9. — L S 1. — L S 2. — L S 8.	L R 4. — L R 5. — L R 6. — L R 8. — L R 9. — L S 1. — L S 2. — L S 8.
13	L R 4. — L R 5. — L R 6. — L R 10. — L S 1. — L S 4. — L S 8.	L R 5. — L R 6. — L R 8. — L R 10. — L S 1. — L S 2. — L S 4 — L S 8.
14	L R 4. — L R 5. — L R 6. — L R 8. — L S 1. — L S 2. — L S 8.	
15	L S 1.	
16	L R 3. — L S 2.	
17	L R 5. — L R 9 — L S 1. — L S 8.	
18	L R 4.	
19	L R 3. — L S 2. — L S 8.	
20	L R 4. — L R 5. — L R 6. — L R 8. — L R 9. — L S 1.	
21	L R 6. — L R 8. — L R 10. — L S 1. — L S 2. — L S 4.	
22	L R 5 — L R 8. — L R 9	

Estaciones Transmisoras	Características
R. Belgrano	L R 3.
R. Splendid	L R 4.
R. Excelsior	L R 5.
R. La Nación	L R 6.
R. París	L R 8.
R. Fenix	L R 9.
R. Cultura	L R 10.
B. Municipal	L S 1.
R. Prieto	L S 2.
R. Porteña	L S 4.
R. Stentor	L S 8.

BIBLIOTECA

PUBLICACIONES RECIBIDAS

a) Revistas.

AMATEUR ASTRONOMY, March 1936. — The American Association of Variable Star Observers, *Anne S. Young*. Silvering Methods, *R. D. Cooke*. Observatory Section, *L. J. Scanlon*. The Field of ν Canum Venaticorum, *H. D. Gaebler*. The Massive Stars, *T. R. Hedengren*.

— April 1936. — Ocular Powers for Observing Variable Stars, *T. C. H. Bouton*. The Venus Observations of the Mayas, *Ed. Martz, jr.* Amateur Records, *H. G. Gaebler*. A German Planetarium in the Service of History, *H. G. Gaebler*.

ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA, diciembre 1935.

— enero 1936. — Los errores en la estadística provenientes de las irregularidades en el Calendario, *Ismael Gajardo Reyes*.

— febrero, marzo y abril de 1936.

ASTRONOMICAL DISCOURSE, March 1936. — Why the Word Equinox as Used in Astronomy Is Not Correct, *J. Wesley Simpson*.

ASTRONOMICAL NOTES, February 1936. — The Moon. A Map of the Moon. Libration of Moon. A Voyage to the Moon. A Curious Radio Phenomenon, *E. G. Hogg*.

— March 1936. — The Moon, Lunar Geology, Theories of Origin, Meteoric Bombardment, *E. G. Hogg*.

BOLETIN ASTRONOMICO DEL OBSERVATORIO DE MADRID, II, 4, 1936. — Observaciones de manchas solares en 1935, *E. Gullón*. Observaciones fotográficas de pequeños planetas, *R. Carrasco*. Elementos provisionales y efemérides del asteroide de 1935, *YA*, *R. Carrasco*.

— Longitud de Izaña, Tenerife (1-33), *J. Tinocco y R. Carrasco*. Observaciones fotográficas de pequeños planetas, *R. Carrasco*.

BOLETIN METEOROLOGICO Y SISMOLOGICO DEL OBSERVATORIO DE QUITO, noviembre-diciembre de 1934.

COELUM, aprile 1936. — Aspetti dell'Universo alla luce di teorie passate, recenti e contemporanee, *G. Peisino*. Piccola enciclopedia astronomica (*Aristillo-Azarchele*). Notiziario.

EL MONITOR DE LA EDUCACION COMUN, Suplemento, febrero de 1936.

— febrero 1936. — *Crónica científica*: Las dos teorías de la luz. La estratósfera y la meteorología.

— marzo y abril de 1936.

IBERICA, N^o 1109. — *Notas*: Nuevo planetillo o asteroide español. Dos eclipses de los tiempos babilónicos. Fotometría de nebulosas. Paralajes estelares de Greenwich.

— N^o 1110. — *Crónica general*: Efecto del campo magnético terrestre sobre los rayos cósmicos, en la estratósfera. La astronomía árabe, *M. A. Evershed*.

— N^o 1111. — *Crónica general*: El helio en la estratósfera. El ozono en la atmósfera.

— N^o 1112. — *Crónica general*: El descubrimiento de las fases del planeta Mercurio.

— N^o 1113. — *Notas*: La rotación de Venus. Abundancia anormal de carbono en una estrella. Hidrógeno en la alta atmósfera.

— Nos. 1114 y 1115.

— N^o 1116. — *Crónica general*: Los meteoritos: su número por magnitudes y tamaños.

— N^o 1117 y 1118.

INVESTIGACION Y PROGRESO, marzo 1936. — Las temperaturas más bajas alcanzadas en la actualidad, *P. Debye*. *Crónica*: La medición de la luz del sol y del cielo en Africa.

— abril 1936. La inscripción astronómica del Templo de la Cruz en Palenque, *H. Ludendorff*.

NATURAL HISTORY, July-August 1926 (Astronomy Number). — Personal Experiences at Eclipse Expeditions, *S. A. Mitchell*. Painting Eclipses and Lunar Landscapes, *H. Russell Butler*. Solar Tornadoes, *G. E. Hale*. Early History of the Earth, *Ch. P. Berkey*. Island Universes, *W. J. Luyten*. An Ideal Astronomic Hall, *H. Russell Butler*. Use of Models in an Astronomical Museum, *H. Norris Russell*. The New Projection Planetarium, *C. Fisher*. A Nature Trail in the Sky, *F. E. Lutz*. (Donación de B. H. Dawson).

POPULAR ASTRONOMY, March 1936. — The Astronomical Fraternity of the World (Part XV), *D. B. Pickering*. The Detonating Fireball of May 26, 1935, *F. Watson, jr.* The date of the 2000th Anniversary of Horace, *A. Pogo*. List of Nebulae and Star Clusters for Amateur Telescope Users, *J. B. Durvea*. Notes on Celestial Photography, *J. L. Woods*. The Richest-Field Telescope, *S. L. Walkden*.

— April 1936. — The Total Eclipse of the Sun of June 19, 1936, *D. H. Menzel, Paul A. McNally*. Greek Astronomers During the Fourth Century B. C., *A. W. Turner*. The Simpler Aspect of Celestial Mechanics (Second Paper), *H. A. Harvey*. Terminology in Meteoritics, *H. H. Niniger*. Equipment for the Visual Study of the Sun at Whitin Observatory, Wellesley College, *J. C. Duncan*. A New Star-Finder, *G. Camilli*.

REVISTA DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA DEL PARAGUAY, febrero de 1936.

REVISTA DEL CENTRO ESTUDIANTES DE INGENIERIA, marzo, abril y mayo 1936.

SCRIPTA MATHEMATICA, October 1935. — Some Modern Methods of Measuring the Sidereal Universe, *H. H. Nordlinger*.

— January 1936. — *Simón Newcomb: The Unveiling of a Monument Erected to His Memory*.

SOUTHERN STARS, March 1936. — Antares, *F. M. Bateson*. The Origin of the Zodiacal Light, *M. Geddes*. A Novelty Sunspot Observation, *I. L. Thomsen*. The Irregular Variable *Z Canis Majoris*, *F. M. Bateson*. Phenomena for 1936 March-April, *R. C. Hayes*. Will You Try?, *Editor*. New Zealand Apparitions of the Aurora Australis, *M. Geddes*. New Stars.

— April 1936. — Obituary: Sir Francis D. Bell. Colour Changes on Jupiter, *R. A. Muckintosh*. Total Solar Eclipse, 1937, *C. B. Bichie*. An Interesting Sunspot, *M. Geddes*.

THE TELESCOPE, March-April 1936. — The Milky Way, *A. Pannekoek*. Locating the Planets. Observations.

URANIA, enero 1936. — Sobre una indeterminación, *J. Comas Solá*. Memoria de los trabajos realizados por la C. A. de España y América, en 1935, *F. Armester de Monasterio*. Ligeros apuntes de epigrafía astronómica, sísmica, meteorológica y magnética, continuación, *M. Selga*, *S. J.* Demostración de la fórmula de gravitación, *R. Soto Fernández*.

— febrero 1936. — Estrellas proyectiles, *J. Comas Solá*. Planetas intra-mercuriales, *J. Ferber Carbó*. Edades de la Tierra por Captación y Descomposición de Lunas, *F. K.* Ligeros apuntes de epigrafía astronómica, sísmica, meteorológica y magnética, continuación, *M. Selga*, *S. J.*

b) Obras varias.

BOULET, Ch. — L'argentine des mirrors de télescopes. (Donación de J. J. Capurro).

GRAMATZKI, H. J. — Hilfsbuch der Astronomischen Photographie. (Envío de J. Bussolini, *S. J.*)

FLAMMARION, C. — Historia del cielo. (Donación de Joseph Galli).

Donaciones de *Bernhard H. Dawson*:

McCAULEY, G. V. — Making the Glass Disk for a 200 inch Reflecting Telescope.

— Preparing to Look Farther into the Universe of Stars.

ALVAREZ CASTRILLON, M. — Resumen de las observaciones meteorológicas correspondientes al año 1931.

CAMPO CUNCHILLOS, G. — Estadística de fenómenos especiales y de la visibilidad a distancia durante el año 1931.

HALL, M. — The Zodiacal Light. Does the Zodiacal Light Come from Any Part of the Earth's Atmosphere?

KIMURA, I. — Provisional Result of the Work of the International Latitude Service in the North Parallel $+ 39^{\circ}8'$ during the Year 1930.

DARLING, F. W. — Latitude Redeterminations.

BILBY, J. S. — Reconnaissance and Signal Building.

COMM. INTERNATIONALE DES LONGITUDES. — La Révision des Longitudes Mondiales (Octobre-Novembre 1926).

DELPORTE, E. — Le Project de Détermination Mondiales des Longitudes.

KIMURA, I. — On the Temperature-Coefficients of the Micrometer-screws of the Large Zenith Telescopes used in the International Latitude Stations in the North Parallel.

- BABINI, J.* — Aplicaciones de los logaritmos de Gauss al álgebra.
 — Dos nomogramas con escala móvil.
 — Termodinámica gráfica.
- ARAMBURO, J.* — Determinación de longitudes geográficas mediante el empleo de la radiotelegrafía.
 — Determinación de longitudes geográficas mediante el empleo de la radiotelegrafía. Su primera aplicación técnica en el país.
- ITAPUAMBYRA GAMA, L.* — Contribuições para o estudo da variação das latitudes: I. Sobre o calculo dos factores de Kimura para a redução ao dia. II. Estudo da precisão do methodo de Talcott.
- LEDERER, J.* — La latitud del pilar astronómico en Puerto Militar en el sistema de declinación de Boss.
- LEMOS, A.* — Marés e problemas correlativos.
- ALESSIO, A.* — Le determinazioni di magnetismo terrestre eseguite dallo Stato Maggiore della R. nave *Calabria*. (1905-1906).
- CLAYTON, H. H., HOXMARK, G.* — La máxima de la radiación solar en enero y febrero de 1920 y el estado del tiempo mundial.
- CLAYTON, H. H.* — Variation in Solar Radiation and the Weather.
 — The Vacuum-Pyhelometer and the Solar-Radiation.
 — Atmospheric Radiation Electricity and Magnetism.
- Extractos de la *Astronomische Nachrichten*:
 5199. — Empfangsgenauigkeit von Funkzeitsignalen. *B. Wanach.*
 5580. — Über die säkularen Störungen der Kleinen Planeten in der Nachbarschaft der periodischen Lösungen niedrigzahliger Kommensurabilität. *K. Schütte.*
 5600-01. — Untersuchungen über die Durchmesser der grossen Planeten. *W. Rabe.*
 5618. — Darstellung der Bewegung eines Planeten der Jupitergruppe durch eine absolute Störungstheorie. *B. Thüring.*
 5756. — Absolute Saturnstörungen für die Planeten der Jupitergruppe. *A. Wilkins.*
 5749-50. — Über einen speziellen Fall des Problems der drei Körper. *H. Rügemer.*
 5807-08. — Untersuchungen über den K-Effekt. *F. Rosenhagen.*
 5970-71. — Untersuchungen zur Theorie der Jupitergruppe. *A. Wilkens.*
 5890. — Studien über Sonnenfleckentrücken. *H. Strebel.*
 6178. — Benennung von veränderlichen Sternen. 33-Liste. *P. Guthnick, R. Prager.*
 6139. — Über die Skalen des Strassburger Heliometers. *H. Kobold.*
- SCHOCH, C.* — Die säkulare Acceleration des Mondes und der Sonne. Hoja.
 — Die sechs griechischen Dichter-Finsterisse. Hoja.
- ANNALS OF THE TADJIK ASTRONOMICAL OBSERVATORY, I, 1.*
 — Investigations on the Stars of RR Lyrae Type. *A. V. Soloviev.* AA Andromedae. *G. Lange and W. Zessewitsch.*
- TADJIK OBSERVATORY CIRCULARS, N° 5, 7, 8, 12, 13 y 14.*

BULLETIN DE L'OBSERVATOIRE CENTRAL A POULKOVO, XIII, 4, 5 y 6.

POULKOVO OBSERVATORY CIRCULARS, N^o 8, 9, 10, 11, 13, 14 y 17.

ALBITZKY, V. A., SHAJN, G. S. — Radial Velocities of 343 Stars.

ZESSEWITSCH, W. — Catalogue and Ephemeris of Short-period Cepheids for 1935-1936.

SMITH DUGAN, R. — Photometric Researches: The Eclipsing Variables Y Camelopardalis, SZ Herculis, RS Vulpeculae, R Canis Majoris, RY Aquarii.

— Photometric Researches: The Eclipsing Variables TV Cassiopeiae, TW Cassiopeiae, TX Cassiopeia, T Leonis Minoris, SS Camelopardalis.

RODES, L. — Instalación de estrellas en la cúpula del "Pabellón Landerer" del Observatorio del Ebro.

BOOTH, M., SCHLESINER, F. — Parallaxes of Fifty-seven Stars.

BARNARD, E. E. — Micrometric Measures of Star Clusters.

GILLETTE, H. P. — An Electromagnetic Whirl Theory of the Genesis of Planets, Geological and Topographical Formations, Weather and Climatic Cycles.

PRESTON, E. D. — A Graphic Method of Reducing Stars from Mean to Apparent Places.

WOLFER, A. — Revision of Wolf's Sun-spot Relative Numbers.

WANACH, B., MAHNKOPF, H. — Ergebnisse des Internationalen Breitendienstes von 1912,0 bis 1922,7.

BANACHIEWICZ, T. — Les relations fondamentales de polygonométrie sphérique et les systèmes de Gauss et de Delambre de trigonométrie sphérique.

ITAPUAMBYRA GAMA, L. — Nota sobre a theoria do movimento diurno (O zenith como ponto de discontinuidade). Methodo de Döllén para redução das observações meridianas.

— Determinação da latitude do novo observatorio em S. Janeiro.

GALLO, J. — El Observatorio Astronómico Nacional (de México) en su Quincuagésimo Aniversario.

Envío del Observatorio de San Miguel:

PUIG, S. J., Ignacio. — El Observatorio de San Miguel, República Argentina.

— El Sol y el Cáncer.

— El Sol y la Tuberculosis.

— ¿Se aproxima una sequía universal?

— El nuevo observatorio de San Miguel.

— La Paralización del Mundo.

— La Expansión del Universo.

ANDRENKO, Leónid. — Les habitants des Astres. Glanes sue la Vie Universelle. (Envío del autor).

GUTHNICK, P., PRAGER, R. — Benennung von veränderlichen Sternen, 33 Liste. (Astr. Nachr. Nr. 6178-79). Envío de los autores.

GIL, Martín. — Milenios. Planetas y Petróleo.