



**REVISTA
ASTRONOMICA**

FUNDADOR: CARLOS CARDALDA

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

(Personería Jurídica por decreto de mayo 12 de 1937)

— SUMARIO —

| | Pág. |
|--|------|
| Desarrollo del conocimiento humano acerca de la influencia astronómica sobre las mareas, por Miguel Rodríguez. | 211 |
| Cómo se determina la posición de un cometa periódico, por Angel Pegoraro. | 222 |
| Los nombres de las estrellas (Continuación), por Carlos L. Segers. | 234 |
| Sobre el más lejano porvenir de los sistemas planetarios, por G. Krall. | 243 |
| Noticiario Astronómico. | 252 |
| Noticias de la Asociación. | 255 |
| Biblioteca. - Publicaciones recibidas. | 257 |



Director Honorario: Bernhard H. Dawson

Director: Angel Pegoraro

Secretarios:

José Galli — Carlos L. Segers

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

DIRECCION DE LA REVISTA:

Avda. Patricias Argentinas 550
(Parque Centenario)

BUENOS AIRES



| | |
|--|--|
| Distribución gratuita para los señores asociados Suscrip. anual \$ 6. - Precio del ejemplar \$ 1. - | |
| CORREO ARGENTINO Central B | TARIFA REDUCIDA CONCESION N° 18 |
| | FRANQUEO PAGADO * CONCESION N° 2507 |
| Registro Nacional de la Prop. Intelec. N° 159901 | |

CASA IMPRESORA
CORLETTA & CASTRO
PARAGUAY 563
Bs. As.

DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO HUMANO ACERCA DE LA INFLUENCIA ASTRONOMICA SOBRE LAS MAREAS (*)

Por MIGUEL RODRIGUEZ

(Para "REVISTA ASTRONOMICA")

ALTAMENTE honrado con la invitación que me habéis formulado para distraer vuestra atención desde esta elevada tribuna, enaltecida por la incitación al saber, el cultivo de la cultura con la divulgación de conocimientos y el desinterés de vuestro patriotismo, puesto que enseñar es hacer patria, procuraré conducirme a la altura de la distinción que ello significa para mí, trayendo un tema poco difundido, pero que tiene gran importancia científica para el país, por lo que antes se ha hecho y lo que en adelante se procura hacer.

Vamos a recorrer sumariamente la historia del conocimiento que el humanismo se había formado, desde la antigüedad, sobre las causas que originaban las mareas oceánicas: ese lento, rítmico e inalterable palpitar de las aguas marinas ha constituido durante siglos, un enigma que vanamente procuraron explicar los filósofos de aquellas épocas, de una manera concluyente y que tiene tanta importancia en diferentes actividades de la vida: la navegación, las obras de ingeniería marítima, la vida animal de las riberas, la determinación precisa de la forma de la Tierra y hasta el deslinde legal de las propiedades ribereñas.

Este fenómeno fué, seguramente, la única parte del dominio de la filosofía natural que corrió peligro de escapar al estudio e investigación del humanismo mediterráneo en los tiempos antiguos.

Pero, fué suficiente que el espíritu de aventura y de conquista, enanchara el mundo antiguo hasta bárbaras riberas, para que ese maravilloso problema de la dinámica del mar, se expusiera por los

(*) Conferencia leída por el autor, ingeniero hidrógrafo señor M. Rodríguez, el 9 de setiembre último en el Salón de Actos de la Asociación, tras breves palabras de presentación formuladas por nuestro Presidente, señor José R. Naveira. (N. de la D.).

observadores, conquistadores y navegantes a la curiosidad de los sabios.

Ese, entonces inexplicable prodigio, debió imprimirse en la visión de los rudos guerreros de Alejandro, con una especie de terror religioso, como si los dioses hubieran deseado significarles que en las bocas del Indus debían detenerse sus victoriosas conquistas.

Observaciones análogas habían ya sido formuladas por algunos intrépidos navegantes, que no temiendo flanquear las columnas de Hércules, se habían aventurado sobre las costas del Atlántico.

Esto era ya un acicate para inspirar a los filósofos el deseo de investigar la causa de tan extraños movimientos; pero no bastaba, puesto que si la descripción de un fenómeno puede contribuir a definirlo, es generalmente aunque perfecta, impotente para explicarlo.

Por eso, no puede sorprender, que en base a los datos de observaciones, imprecisas y frecuentemente mal interpretadas, de que disponían los estudiosos, se dividieran sus opiniones y que los sectarios de las diversas escuelas, expusieran teorías a cual más extravagante, conque trataban de explicar el fenómeno.

Entre la cantidad de opiniones que han sido conservadas se pueden distinguir, sin embargo netamente, dos grandes doctrinas que durante muchos siglos debían dividir los espíritus.

Para unos, las mareas tenían sus causas en la constitución misma del océano; para otros las mareas denunciaban influencias exteriores, a las cuales el océano no podía sino obedecer dócilmente.

A la primera doctrina adhirieron naturalmente los partidarios de la concepción animista del mundo, según la cual las mareas no eran más que una manifestación de la vida de nuestro planeta, y entonces las cavernas subterráneas de comunicación con el océano, imaginadas por Platón, se convirtieron fácilmente en pulmones mediante los cuales la respiración de la Tierra hacía brotar el flujo.

Aristóteles, mejor inspirado, o más completamente informado, tal vez por algún mensaje de su real alumno, Alejandro, hace una alusión aunque algo dubitativa a la dependencia estrecha que ligaría la periodicidad de las mareas a las revoluciones de la Luna.

De esa misma época, un contemporáneo de Aristóteles, Piteas, célebre navegante marsellés, buen geógrafo y hábil astrónomo, ha dejado notables observaciones que permiten asegurar que fué el primero en señalar una indudable conexión entre las variaciones de amplitud de las mareas y las fases de la Luna.

Llama la atención, que en esa época, establecida o simplemente sospechada la influencia de la Luna en el génesis de las mareas, no

le haya sido atribuída al Sol, una influencia análoga, capaz, según los casos de aumentar o compensar el efecto de la acción de la Luna.

Seguramente fué porque los antiguos no tenían idea del mecanismo por el cual podría ejercerse tal influencia y entonces, para los progresos aunque lentos del espíritu humano, ya era mucho, dejando de lado toda consideración de causalidad, haber reconocido una correspondencia, una especie de armonía necesaria entre fenómenos de naturaleza tan esencialmente diferente.

Es preciso reconocer, desde luego, que el fenómeno de las mareas en el teatro de las observaciones antiguas, el mar Mediterráneo, la costa Bretona y la costa norte del Océano Indico se presentaba afectado de tales particularidades, que sus causas parecía que debían escapar a una ley simple.

Aristóteles en el ocaso de su vida, en su refugio de Chaleis, capital de la Isla Eubea, pudo confrontar su propia concepción del fenómeno con el juego real de las mareas del lugar y se explica, que manifestara su descorazonamiento y su despecho.

Efectivamente en ninguna otra parte del mundo antiguo, se acumulan realmente tantas y tan desconcertantes complicaciones: oscilaciones de períodos diversos y sin ninguna relación con los de orden puramente astronómico, corrientes violentas coexistentes con desniveles mínimos, en fin, todas las consecuencias paradójales de la teoría más sutil, se acumulan y se enmarañan allí, como de expreso para desviar el razonamiento.

Que en presencia de este indescifrable enigma, Aristóteles se haya rehusado a tratar de aclararlo, es una muestra de prudencia, digna de su genio.

Trancurrieron siglos y no se avanzó en el conocimiento que interesaba, era necesario acumular aun muchas observaciones.

Posidoneo, el sabio filósofo, ha dejado a la humanidad una tabla exacta de las concordancias que había observado, sobre la costa occidental hispánica entre las variaciones diurnas, mensuales y anuales de las mareas y los movimientos de la Luna y el Sol.

Se llega entretanto al siglo X de nuestra era y se encuentran acumuladas, en obras famosas, muchas observaciones y variadas opiniones de hombres notables, como: Julio César, Plinio, Pomponio, Tula, Séneca, entre otros.

Sin duda tampoco los navegantes habían perdido enteramente su tiempo ni el fruto de las observaciones antiguas; en efecto, en cada lugar, los pilotos como depositarios de las tradiciones náuticas locales, debían pasarse de mano en mano, pequeñas libretas con alma-

naques manuscritos, análogos a la primera tabla de mareas del siglo XIII, prototipo precursor de nuestros ánuarios modernos, que daba aunque con grosera aproximación, para los diferentes días de la Luna, la hora de la pleamar en el Puente de Londres.

Conviene continuar investigando el verdadero pensamiento científico de la Edad Media, en la enseñanza escolástica, heredera y continuadora de la cultura antigua.

Sin llegar a decir que una teoría de las mareas, fué netamente expuesta, ni en términos muy claros, por Santo Tomás de Aquino, al menos es preciso reconocer que nada hay que objetar a las indicaciones dadas por él en la "Suma y comentarios".

"No hay que buscar, dice, la causa de las mareas en la constitución del océano, sino más bien en el movimiento de la Luna a la que la masa de las aguas se encuentra naturalmente subordinada".

No obstante si la curiosidad filosófica puede satisfacerse con una relación claramente establecida de causa a efecto, en cambio la teoría científica de un fenómeno, postula necesariamente una imagen más o menos cómoda del mecanismo oculto mediante el cual la causa es susceptible de actuar.

A formarse una idea del mecanismo de las mareas un gran número de investigadores desde el Renacimiento, consagraron sus esfuerzos con diversa fortuna.

Scaliger, Bacon, Kepler, invocaron sucesivamente una especie de atracción análoga al magnetismo para explicar la tendencia de las aguas a seguir los cuerpos celestes en su revolución aparente hacia occidente, o cierta virtud atractiva de la Luna, y haciendo intervenir las barreras continentales, que provocan sucesivas reflexiones, alcanzaron a explicar, con más o menos éxito, la producción de ondas periódicas oscilando en un medio día lunar.

Galileo, con la habitual violencia con que expresaba sus convicciones, se opuso a esa virtud atractiva de la Luna, que le pareció ridículamente pueril, pero en su ardor combativo, sobrepasó los límites y negó a la Luna toda influencia en el génesis de las mareas.

Kepler, impresionado por esta polémica, pidió disculpas y en su confusión llegó a resucitar la ya rancia idea de la respiración terrestre.

Era ya tiempo, se había llegado así al siglo XVI y finalmente Descartes libró definitivamente a la ciencia de las trabas forjadas por el error de Galileo.

Después de aquél, ningún investigador osó apartar a la Luna de la explicación del fenómeno.

Sin duda, cuando quiso descubrir el mecanismo de la acción lunar, e incluirlo en el cuadro de su teoría de los torbellinos, Descartes no tuvo éxito, pero le queda la gloria de haber comprendido antes que nadie, que la única explicación aceptable debía fundarse en una ley más general, que rigiera todo el sistema del mundo.

Pero el formular la expresión matemática de ese principio único, hasta entonces vanamente perseguido, estaba reservado al inigualado genio de Newton y con él mismo aclarar para siempre el ya milenario enigma de las mareas oceánicas.

Llegados a este punto de nuestra sumaria exposición, puede apreciarse mejor la extensión del camino recorrido, desde que el humanismo mediterráneo hizo del difícil problema de las mareas el objeto de sus meditaciones.

En la primera etapa, casi puramente descriptiva, fueron precisados, poco a poco, sino todos los caracteres del fenómeno, al menos la mayor parte de los que bastarían para definirlo. Fué posible lanzarse en seguida por vía de correlación, para poder después de muchos contratiempos encadenar las mareas a otros fenómenos exclusivamente celestes y trasladar así su origen a los cielos.

Finalmente, con Newton, la ardua cuestión entra en el dominio matemático y desde entonces sus progresos siguen a los del análisis y la mecánica celeste, de la cual, la teoría de las mareas, constituye un importante capítulo.

La teoría de Newton apareció en el año 1687 en su obra "Principios matemáticos de la filosofía natural", en la cual considera al mar como un fluido de la misma densidad que la Tierra, que recubre totalmente y que toma en cada instante, la forma que corresponde al equilibrio bajo la acción del Sol.

En el año 1738, la Academia de Ciencias de Francia propuso para el premio de matemáticas, que se otorgaría en 1740, el tema de la causa del flujo y del reflujo del mar.

Entre los trabajos presentados, cuatro fueron premiados; los tres primeros, que pertenecían a Bernoulli, Euler y Mac-Laurin, estaban basados en la teoría de gravitación universal de Newton.

El cuarto trabajo pertenecía al padre jesuíta Buenaventura Cavalieri, amigo de Galileo, que adoptaba como fundamento de su estudio, la teoría de los torbellinos de Descartes.

Este premio fué el último honor dispensado al sistema de los torbellinos por la Academia de Ciencias de Francia, que en aquella época empezaba a contar entre sus miembros con jóvenes geómetras, cuyos felices trabajos debían contribuir tan potentemente al progreso de la mecánica celeste.

Que se encontraran luego innumerables dificultades, insospechadas por Newton, todas ellas no aun resueltas, significó un acicate más para investigadores posteriores, como D'Alembert, Lalande y Laplace, genios profundos impregnados de la cultura grecolatina.

Las leyes a que obedecían los movimientos de los flúidos que recubren los planetas, era un tema de actualidad cuando en el año 1775, Laplace publicó en las memorias de la Academia de Ciencias, las ecuaciones diferenciales del movimiento de los flúidos que recubriendo la Tierra son atraídos por el Sol y la Luna.

Posteriormente, en 1800, a invitación de la Academia de Ciencias, Laplace inició el estudio de observaciones realizadas durante seis años consecutivos en el puerto de Brest, que se presta admirablemente por su particular configuración.

Sorprendido Laplace por la regularidad del fenómeno en el puerto citado, propuso al gobierno francés la construcción definitiva de una estación mareográfica que empezó a funcionar el 1.º de junio de 1806 y aún continúa.

Laplace alcanzó a analizar las observaciones de mareas continuadas desde la fundación de la estación de Brest hasta el año 1882, dando con ello sólido fundamento experimental a sus estudios.

Una primera conclusión que Santo Tomás de Aquino parece haber intuído, es que contrariamente a la opinión de los primeros observadores, el elemento esencial de la marea reside mucho menos en el desnivel, que en el movimiento horizontal de las venas líquidas, o sea en las corrientes.

Si aun nos vemos, con demasiada frecuencia, llevados a reducir el fenómeno de las mareas, a las oscilaciones verticales de las aguas, dejando de lado los desplazamientos horizontales, es por una inversión inadmisibile de los papeles que desempeñan ambos efectos, esa desatención tiene su origen indudable, en las dificultades hasta ahora económicamente insalvables, de realizar observaciones de corrientes, en todos los lugares del mar a diferentes profundidades y con la frecuencia necesaria como para que su estudio, y posterior análisis, permita aclarar nuestros conocimientos sobre ciertos puntos controvertidos de la teoría de las mareas.

Otra consecuencia que se deduce igualmente de las ecuaciones tiende por un curioso fenómeno de retorno, a reconciliar a los partidarios de las antiguas doctrinas de las causas externas e internas de las mareas.

El océano no cumple en el génesis de las mareas una misión puramente pasiva, ni acepta plegarse sin réplica a una violencia venida de afuera.

Recibe de los astros sollicitaciones capaces de conmoverlo, pero no los obedece si no en la medida que se presta a ello su propia constitución, reservándose siempre el derecho de selección.

Así, el desentrañar las leyes de la maravillosa armonía natural, que fué el supremo refugio del pensamiento antiguo, encuentra su justificativo en las recientes conquistas de la ciencia moderna.

Como todos los movimientos regidos por las leyes de la mecánica vibratoria, el fenómeno de las mareas revela más una colaboración que una servidumbre.

Debemos entrar ya al campo de la práctica; descubiertos los orígenes y analizado matemáticamente el fenómeno de las mareas como obedeciendo a una ley sinusoidal, en sus oscilaciones verticales, con características propias, particulares, para cada lugar de la Tierra, fué posible descomponer una marea total observada, en una serie de ondulaciones parciales, que previa discriminación de las causas astronómicas que las han originado, dan como resultado característico dos elementos particulares, la semiamplitud y la fase con respecto al tiempo, para cada onda componente y para cada lugar de la Tierra, llamadas las constantes armónicas.

La misma teoría matemática que hace la descomposición de la marea, por el análisis armónico, permite luego la recomposición haciendo intervenir en las fórmulas el conjunto de circunstancias especiales de lugar y tiempo para cualquier época futura, es decir, permite obtener la predicción vertical y horaria de las mareas.

Esta tarea, que resulta ardua y penosa, por las complicaciones del procedimiento individual de cálculo, fué enormemente simplificada por la intervención de un genio moderno, Sir William Thompson, Lord Kelvin que inventó y construyó un ingenioso instrumento, la máquina predictora de mareas.

Lord Kelvin llegó a la materialización de su idea después de largos años de pacientes estudios, haciendo construir en el año 1872 en la casa White, de Glasgow, un modelo de ensayo, con el fin de demostrar ante el Comité de Mareas de la British Association la posibilidad de predecir las mareas en una forma mecánica.

El modelo primitivo consistía en un dispositivo que efectuaba la suma de ocho componentes, por medio de juegos de poleas montadas sobre un cuadro y vinculadas por un hilo totalizador.

Posteriormente fueron mejorándose los modelos, siempre en base al mismo principio.

Un eje central cuyo movimiento representa el tiempo une los engranajes primarios de cada onda, y transmite sus movimientos a los engranajes secundarios que hacen cumplir a la poleas ciclos de

revolución, cuya periodicidad, con respecto al tiempo, es justamente la que corresponde al fenómeno astronómico que la ha originado, por ejemplo: Variación de la declinación de la Luna, variación de la distancia de la Luna a la Tierra, variación del ángulo de inclinación del plano de la órbita lunar con respecto al plano de la eclíptica, etc.; sólo he particularizado algunos casos de la Luna, teniendo en cuenta que su acción sobre las mareas es preponderante, con respecto al Sol en la relación: 1:2,5; además, deben considerarse las acciones combinadas de ambos y se llega a la conclusión de que el estudio de las mareas de un lugar sólo podrá considerarse definitivamente

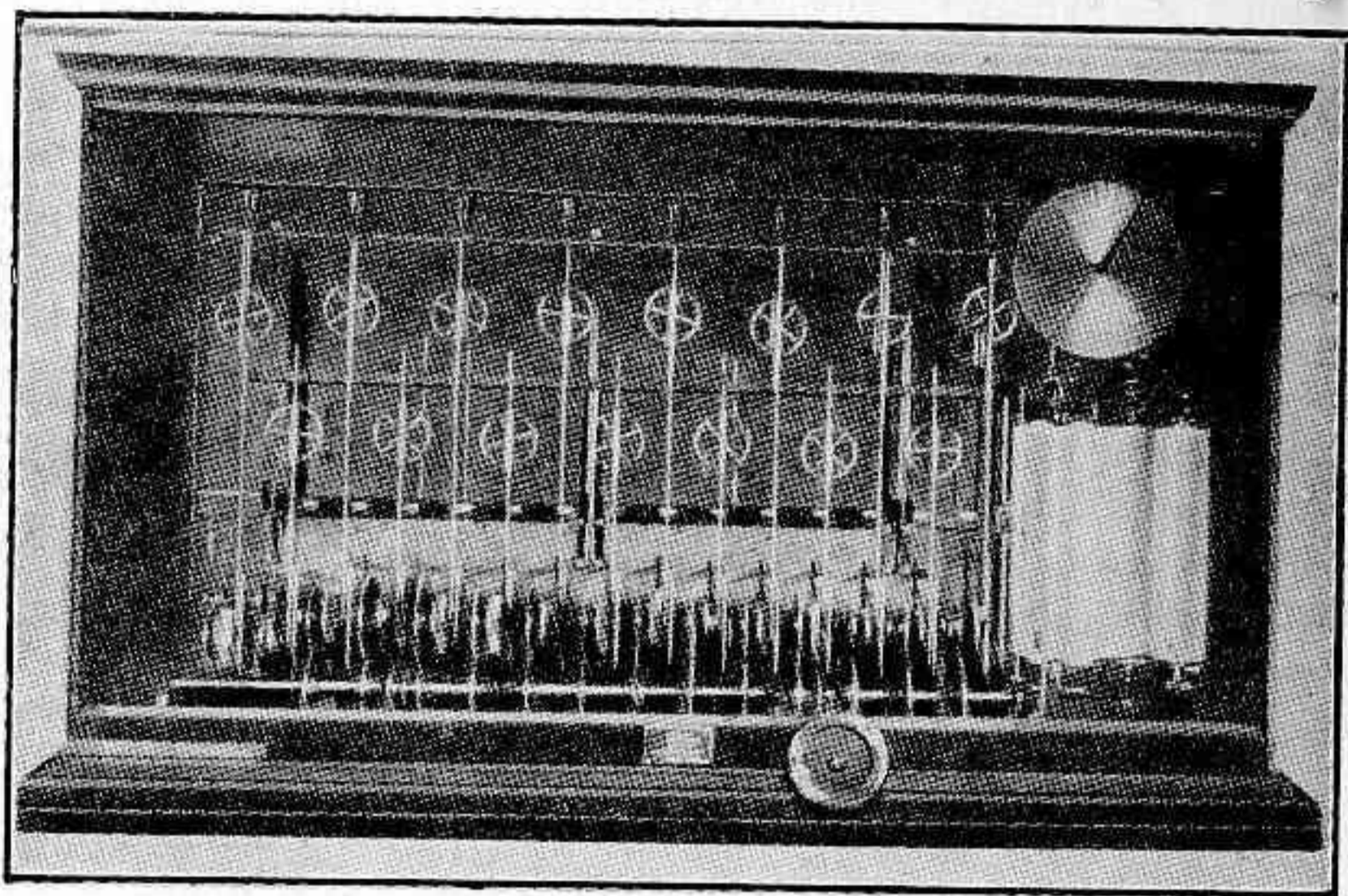


Fig. 12. — Máquina predictor de mareas de Lord Kelvin.

exacto, cuando se cuente con el análisis armónico de largo período correspondiente a 19 años consecutivos de observaciones, espacio de tiempo poco superior a $18 \frac{2}{3}$ años, correspondientes al período de revolución del nodo ascendente de la órbita lunar, al cabo del cual se reproducen en el espacio las posiciones relativas del Sol, la Luna y la Tierra.

Deseo hacer resaltar particularmente esta circunstancia: que el conocimiento exacto de las características de la marea en un lugar exige períodos de observación continuada que alcanzan a 19 años consecutivos, durante los cuales hay que computar hora por hora la altura del agua y los datos meteorológicos completos.

Para que esa abrumadora tarea sea íntegramente aprovechada debe contarse con la más absoluta seguridad de que los instrumen-

tos de observación instalados en las estaciones mareográficas sean perfectos y que las máquinas de predicción sean completas.

Con respecto a las estaciones mareográficas, la figura 13 representa una vista exterior de la estación mareográfica fundamental de Puerto Madryn, recientemente inaugurada, que prestará importantes servicios a la marina nacional, a la Comisión para la



Fig. 13. — Estación mareográfica de Puerto Madryn.

Medición de un Arco de Meridiano, al Instituto Geográfico Militar y al Ministerio de Obras Públicas.

El aspecto de la vista da ya una idea de que se trata de una obra de ingeniería de gran importancia; los cilindros tienen 2,50 metros de diámetro y han sido empotrados cuatro metros en la tosea

del suelo submarino a fuerza de martillo neumático manejado por buzos.

Consolidada luego la estructura con cemento, ha quedado definitivamente incorporada al fondo del mar, como un monolito.

En su interior, tres tubos concéntricos forman otras tantas cámaras de agua cada vez más tranquilas y permiten que un flotador transmita al mareógrafo las oscilaciones del mar, en forma normal sin las perturbaciones ni sacudimientos originados por las olas.

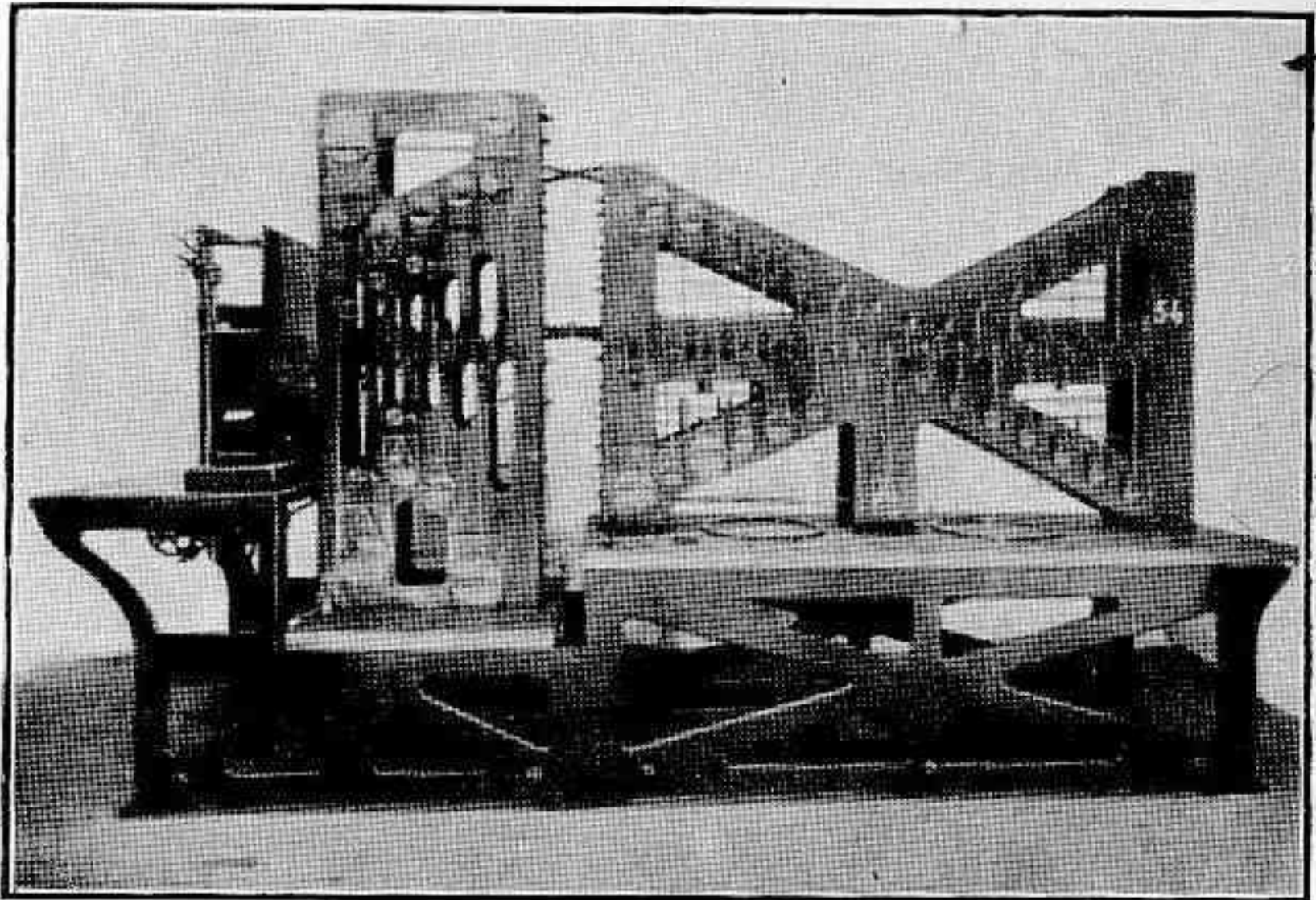


Fig. 14. — Máquina predictor de mareas norteamericana.

Esta estación mareográfica permitirá realizar observaciones de una gran precisión durante largos períodos de tiempo, y, como modelos semejantes ya se están construyendo en todo nuestro litoral marítimo, es de esperar que los jóvenes que nos siguen en el cumplimiento futuro de esas tareas, sabrán responder al sacrificio de esta época.

Hasta ahora, en nuestro extenso litoral donde el fenómeno de las mareas se desarrolla en todas las gamas de su producción, desde las mayores amplitudes del mundo hasta las mínimas; desde las mareas puramente astronómicas hasta las de preponderante influencia meteorológica; con mareas de régimen puramente semidiurno, hasta las de extraordinaria influencia diurna; tenemos también en nuestra costa reproducciones de las seiches que se descubrieron en los lagos de Suiza y en las costas de California; el conocimiento de nuestro ré-

gimen se ha obtenido de las observaciones mareográficas realizadas con instalaciones precarias que han permitido calcular análisis armónicos de corto período, con cuyas constantes se calcula la predicción.

Entre la marea que se predice y la marea que se produce, existen diferencias denotadas por una curva residual que tiene una gran importancia y que conviene eliminar. La curva residual será mucho menor a medida que sea más largo el período de observación, presentando así un mayor número de constantes armónicas.

Un año de observaciones continuadas permite el cálculo de 37 a 40 componentes armónicas, lo que significa que para aprovecharlas íntegramente habrá que contar con una máquina predictorora que las contenga.

La figura 12 presenta el modelo de nuestra máquina, de diez y seis componentes, análoga a la que poseen Francia, Brasil, Japón, y varias instituciones de Inglaterra.

Son incompletas y nosotros hemos iniciado ya la construcción en talleres de la industria privada en Buenos Aires de una máquina de 40 componentes, como la que muestra la figura 14, con la cual estaremos a la altura de la ciencia moderna.

Señoras y Señores: os he dicho algo de lo mucho que se ha hecho en el país, y algo también de lo que se piensa hacer y que está ya en vías de ejecución; el teatro argentino de experimentación que empieza en nuestros grandes ríos, continúa hacia el sur en la costa patagónica y se extiende hacia el este en el océano Atlántico sur, nos resulta tan amplio que a veces produce vértigo, ante la magnitud de la responsabilidad de la obra emprendida.

Es que cuando la naturaleza opera en gran escala como ocurre en América del Sud, sus fenómenos nos espantan y nos maravillan.

CÓMO SE DETERMINA LA POSICION DE UN COMETA PERIODICO

Por ANGEL PEGORARO

(Para "REVISTA ASTRONOMICA")

EL problema relativo a la determinación de la posición aparente de un planeta, asteroide o cometa en la esfera celeste para un instante considerado, no es por cierto muy sencillo cuando se requiera una solución que responda a la exactitud matemática, de la cual no pueden prescindir los astrónomos profesionales, y que depende de la más rigurosa aplicación de las leyes de la mecánica celeste, teoría de las perturbaciones, etc.

Aun más complicado y difícil, es el cálculo de los elementos de la órbita de un astro del sistema solar, que no entro siquiera a tomar en consideración.

Cuando partimos de elementos de órbitas ya bien determinados, el desarrollo del cálculo de posiciones ha sido expuesto en varias oportunidades en REVISTA ASTRONÓMICA, por autorizadas personas en la materia (*). Sin embargo, considero pueda interesar al aficionado encarar el problema en la forma más sencilla y práctica, prescindiendo de las grandes exactitudes, aplicando simplemente las leyes de Kepler, y es por este motivo, que me he decidido presentar a continuación, la manera de calcular la posición, que un pequeño cometa actualmente visible, presentará el día 16 de octubre próximo.

En el curso de esta exposición, el aficionado notará que el cálculo no requiere sino un poco de reflexión, y conocimientos elementales de matemática; todo resultará ampliamente compensado por la satisfacción de llegar a resultados de exactitud aceptable y de ver aclarados, a través de la práctica, los principios inherentes a leyes tan importantes como las establecidas por Kepler.

(*) Ver REVISTA ASTRONÓMICA, Tomo II: Órbitas; Resolución de la ecuación de Kepler, por Jorge Bobone. Las leyes de Kepler; La velocidad de los planetas, por Martín Dartayet.

El problema que se plantea es el siguiente: *¿En qué punto del cielo se encontrará el cometa Du Toit, a las 21 horas (tiempo de verano) del día 16 de octubre de 1944?*

Los elementos de este cometa, descubierto recientemente en Bloemfontein, Sud Africa, que figuran en el "Noticiario Astronómico" de este número de REVISTA ASTRONÓMICA en pág. 252, han sido calculados en el Observatorio Nacional de Córdoba, por nuestro distinguido consocio, el astrónomo señor Jorge Bobone, y se transcriben a continuación:

| | | | |
|----------------------------------|----------|---------------------------|----------|
| Epoca de perihelio | T | 1944 junio 17,49027 T. U. | |
| Nodo al perihelio | ω | 257° 00' 39",6 | } 1944,0 |
| Longitud del nodo | Ω | 22 22 55 ,0 | |
| Inclinación | i | 18 45 08 ,4 | |
| Distancia en perihelio | q | 1,2771421 U.A. | |
| Excentricidad | e | 0,7887823 | |
| Período | P | 14,868 años. | |

Con el propósito de aclarar con sencillez los valores arriba mencionados, con la ayuda de una regla milimetrada, una escuadra, un compás y un transportador, construiremos primeramente un gráfico representando la órbita elíptica del cometa. Para ello, disponemos aquí de los siguientes valores: q , la *distancia en perihelio*, o sea, del punto de la órbita del cometa más cercano al Sol, distancia expresada en *unidades astronómicas* (*); y e , la *excentricidad* de la elipse que recorre el cometa.

Conociendo estos dos elementos, podemos deducir el valor de a , el *semi-eje mayor* de la elipse, por medio de esta fórmula:

$$a = \frac{q}{1 - e}$$

Para nuestro ejemplo, $1 - e$, es igual a $1 - 0,7887823 = 0,2112177$, de manera que tenemos para:

$$a : \frac{1,2771421}{0,2112177} = 6.0465$$

y que representa el valor de la *distancia media* del astro al Sol, en unidades astronómicas.

Ahora bien, tracemos en una hoja de papel una recta QA (véase Fig. 15); marquemos en una escala adecuada, desde el punto Q , los respectivos valores numéricos de q y a . El punto S , será considerado

(*) Distancia media Sol-Tierra (igual a 149.500.000 kilómetros).

el centro del Sol y a su vez, uno de los focos de la elipse; el punto C , representará el centro de la misma.

Para poder construir nuestra elipse, nos falta aún conocer el valor del *semi-eje menor* b . Y al efecto, si establecemos primero el valor c , o sea la *semi-distancia focal*, que resulta ser igual a $a - q$,

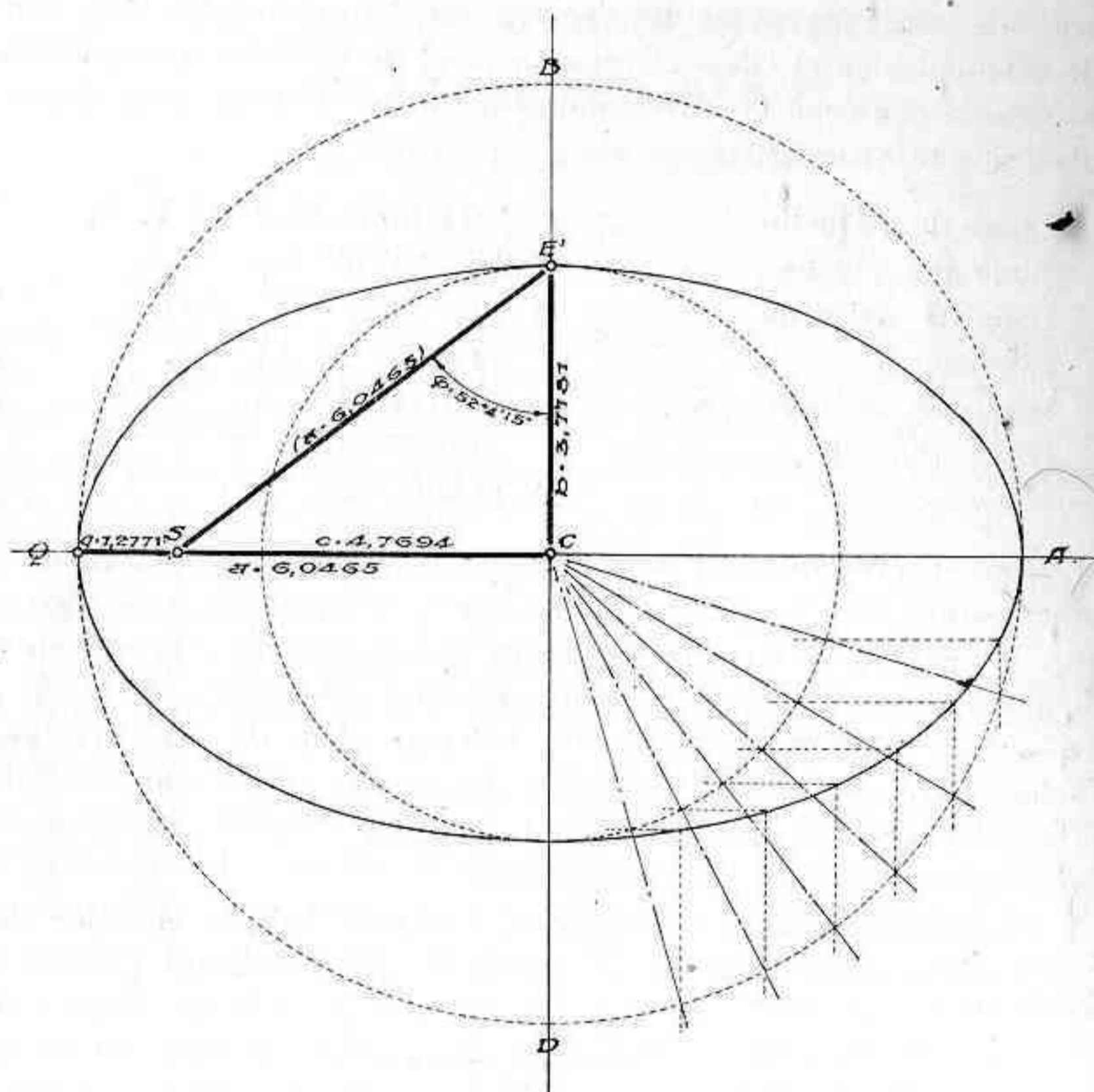


Fig. 15. — Trazado de la elipse (órbita).

es decir, en nuestro ejemplo: $6,0465 - 1,2771 = 4,7694$, hallaremos, mediante la fórmula siguiente, el semi-eje menor b .

$$b = \sqrt{a^2 - c^2} : \sqrt{6,0465^2 - 4,7694^2} = 3,7181 (*)$$

Por otra parte, si no pretendemos tanta precisión, podemos hallar también este valor gráficamente. En consecuencia, tracemos una línea BD perpendicular a QA , en el punto C . Sirviéndonos de un compás o una regla milimetrada, tomemos la distancia QC , igual al

(*) Si no se calcula con c , podrá usarse la fórmula siguiente:

$$b = a \sqrt{1 - e^2}$$

semi-eje mayor a , y transportándola haciendo centro en S , cortemos la perpendicular BD trazada anteriormente, y obtendremos así un nuevo punto E' ; la distancia CE' , representará entonces, el semi-eje menor b buscado.

Estamos ya en condiciones de dibujar nuestra elipse. Haciendo centro con un compás en el punto C , tracemos dos circunferencias concéntricas, una con radio igual a la distancia CQ y otra con radio CE' . Desde el centro C , dibujamos ahora una serie de radios que corten a las dos circunferencias y desde los puntos de intersección de cada radio con dichas circunferencias —la interior y la exterior— tracemos líneas paralelas respectivamente a los ejes QA y DE' , como lo indica claramente la figura 15. Las intersecciones de las paralelas a los dos ejes, determinan los puntos por los cuales pasa la elipse que queremos trazar.

Quedará representada así, la trayectoria que recorre el cometa en su órbita, y que hemos definido aplicando los elementos suministrados por el calculista, es decir, por los valores numéricos de q y e , elementos que nos han servido a su vez, para deducir los valores de a , c y b (*).

Como vemos, conociendo el valor de dos elementos de la elipse, es fácil determinar el valor de los demás. También el ángulo φ , que los astrónomos usan para indicar el valor del elemento e , conocido por *ángulo de excentricidad* —fácil de hallar gráficamente, ya que queda establecido en el ángulo formado por las líneas SE' y $E'C$ (véase Fig. 15)—, puede determinarse con precisión mediante la fórmula: $\text{sen } \varphi = e$, o sea, para nuestro caso: 0,7887823, valor natural del seno de $52^\circ 4' 15''$, ángulo de excentricidad buscado, que más adelante tendremos que emplear.

Hemos dicho más arriba, que la distancia mínima Sol-Cometa, estaba indicada con el valor q ; a esa distancia marcamos ahora en la figura 16, el perihelio π . De los elementos tenemos:

$$T : 1944, \text{ junio } 17,49027 : (17 \text{ días } 11 \text{ h. } 46 \text{ m.})$$

que nos indica el día y la hora en que el cometa se encontraba en su *perihelio* (su punto más cercano al Sol). Sabemos por los mismos ele-

(*) Es oportuno recordar aquí, que será muy conveniente y ventajoso que el aficionado conozca algunas de las fórmulas que establecen la relación existente entre determinados elementos de las órbitas, para elegir las que resulten necesarias a los efectos del cálculo y para encarar eventualmente representaciones gráficas. Nos hemos servido más arriba de una sola de las varias fórmulas que nos dan a conocer el valor del semi-eje mayor a , del semi-eje menor b y de la semi-distancia focal c . Existen otras que proporcionan la distancia del perihelio q , en la excentricidad e , del parámetro p , y el período P . Ellas son para: $q = a(1 - e)$; $e = 1 - q \div a$; $p = q(1 + e)$ y P (en años) $= \sqrt{a^3}$. Para otras relaciones, véanse artículos citados de Jorge Bobone y Martín Dartayet.

mentos el período $P = 14,868$ años de 365,25 días; siendo ésta la duración de una revolución completa alrededor del Sol, es evidente, que cada período de 14,868 años, contado desde T , el cometa pasará nuevamente por su perihelio.

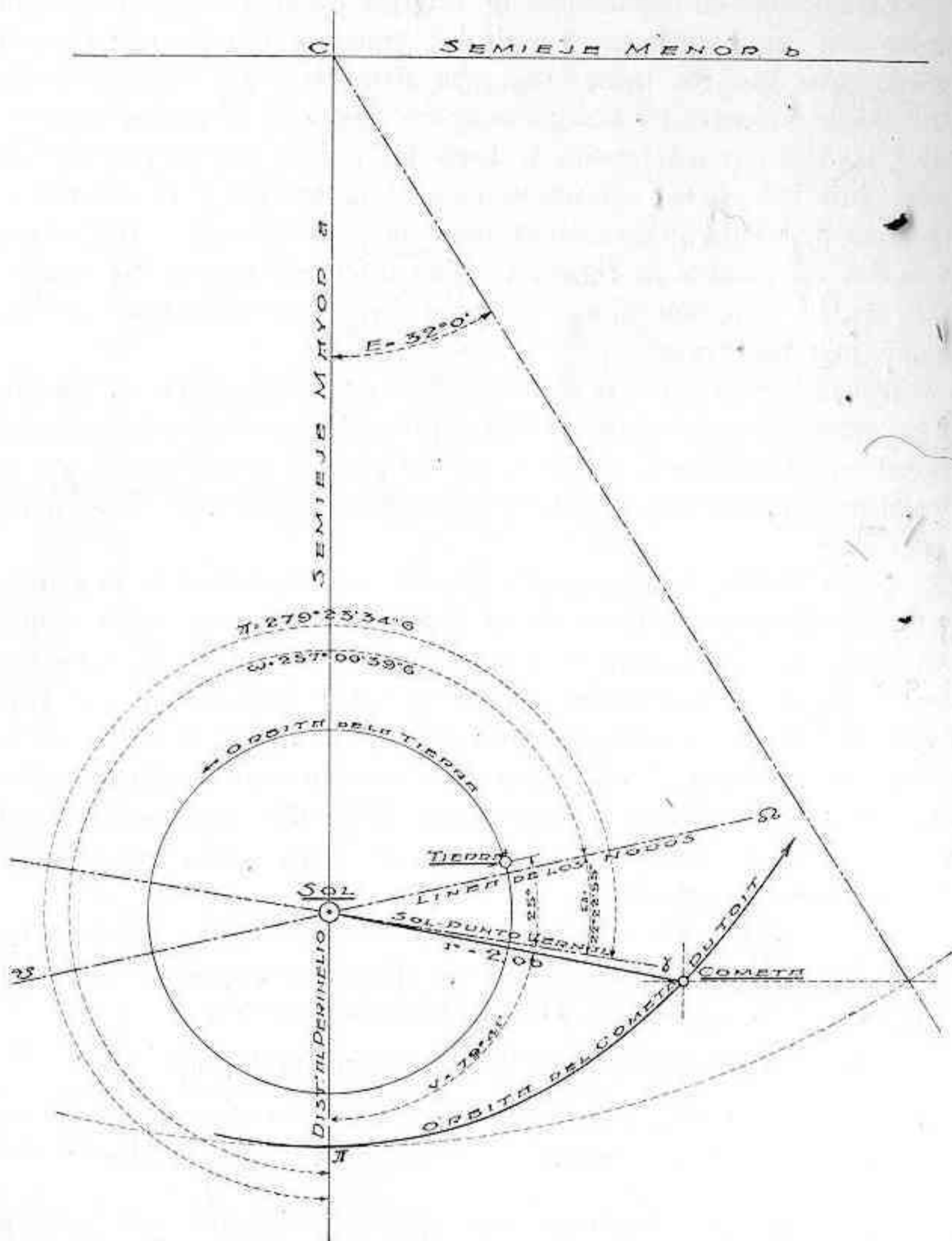


Fig. 16. — Posición del cometa Du Toit, calculada para el día 16 de octubre de 1944.

Veamos ahora la figura 16, que representa una parte de la órbita del cometa en las cercanías del perihelio.

La distancia angular $\pi = 279^\circ 23' 34,6$, es la *longitud del perihelio*, suma de los dos arcos conocidos en los elementos:

$$\omega = 257^{\circ} 00' 39'',6, \text{ llamado } \textit{nodo al perihelio} \text{ y}$$

$$\Omega = 22^{\circ} 22' 55'',0, \text{ conocido por } \textit{longitud del nodo}.$$

Este último ángulo se toma sobre la *eclíptica* a partir de γ (punto vernal), en sentido directo, definiendo así, la posición del nodo ascendente. A partir de éste y en el plano de la órbita, se lleva también en sentido directo el ángulo nodo al perihelio ω , que define la posición del perihelio.

Si aplicamos con la ayuda de un transportador estos ángulos en el gráfico, podremos trazar la línea Sol-Punto vernal, y al dibujar la órbita que recorre la Tierra, con un círculo cuyo radio sea igual a la unidad astronómica de la escala adoptada, nos será fácil definir con ayuda de las Efemérides, las coordenadas heliocéntricas de la Tierra y establecer así, la posición de la misma en su órbita en la época determinada. Para la fecha elegida en nuestro ejemplo, día 16 de octubre de 1944, la Tierra se hallará, poco más o menos, a 25° del punto vernal γ .

Finalmente, $i = 18^{\circ} 45' 08'',4$, valor que nos faltaba conocer de los elementos, es la *inclinación* del plano de la órbita con respecto al de la eclíptica, valor que nos será útil más adelante.

Los gráficos nos han servido hasta aquí, para explicar los diferentes conceptos relativos a los elementos. Intentaremos ahora, con ayuda de algunas fórmulas fundamentales, establecer la *posición heliocéntrica* del cometa, es decir, con respecto al Sol.

Si hemos considerado $P = 14.868$ años, como la duración de un período de revolución completa del cometa y suponemos ahora, que la órbita del cometa sea circular y la velocidad de su movimiento, uniforme —lo que no se cumple en realidad, según las leyes de Kepler— fácil nos será establecer mediante una pequeña operación aritmética, el *movimiento medio diario* del cometa, expresado en segundos de arco:

$$\frac{360 \times 3600''}{14,868 \times 365,25} = 238'' 652$$

lo que constituye un valor auxiliar μ , útil para los cálculos sucesivos.

Otro coeficiente auxiliar, basado también en movimiento uniforme como el anterior μ , es el valor M , denominado *anomalía media*, y que representa el arco que habría recorrido el cometa a partir del instante en que pasó por el perihelio π , a razón de μ segundos de arco por día, sobre su órbita supuesta circular.

Para poder hallar este valor, debemos primeramente establecer

el número de días transecurridos entre la época que estudiamos y el paso del cometa por el perihelio, que en nuestro caso será igual a:

$$\begin{aligned}
 t &= 16 \text{ de octubre } 1944, 21\frac{1}{2} \text{ horas, tiempo de Verano} = \\
 &= 17 \text{ ,, ,, ,, , } 0 \text{ horas T. U.} \\
 &1.^{\circ} \text{ Jun. a } 17 \text{ oct. } 139,00000 \text{ T.U.} \\
 T &= 17,49027 \text{ T.U.} \\
 &\quad (t - T) \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad 121,50973 \text{ días.}
 \end{aligned}$$

Aplicamos este último dato a la fórmula: $M = \mu (t - T)$, y determinamos así la anomalía media:

$$M = 238''652 \times 121,50973 = 28.998''540$$

que reducidos a grados nos darán:

$$M = 8^{\circ} 03' 18''54.$$

Otro valor auxiliar, relacionado con el anterior (véase Fig. 16), es el ángulo E , llamado *anomalía excéntrica*, ángulo que se mide desde el perihelio hasta la proyección del astró sobre el círculo circunscrito a la elipse. Para conocer el valor de este ángulo E , debemos recurrir a la famosa ecuación de Kepler: $E - e \text{ sen } E = M$, trascendente, y en consecuencia no pudiendo resolverse directamente, recurriremos a un sencillito procedimiento gráfico (*).

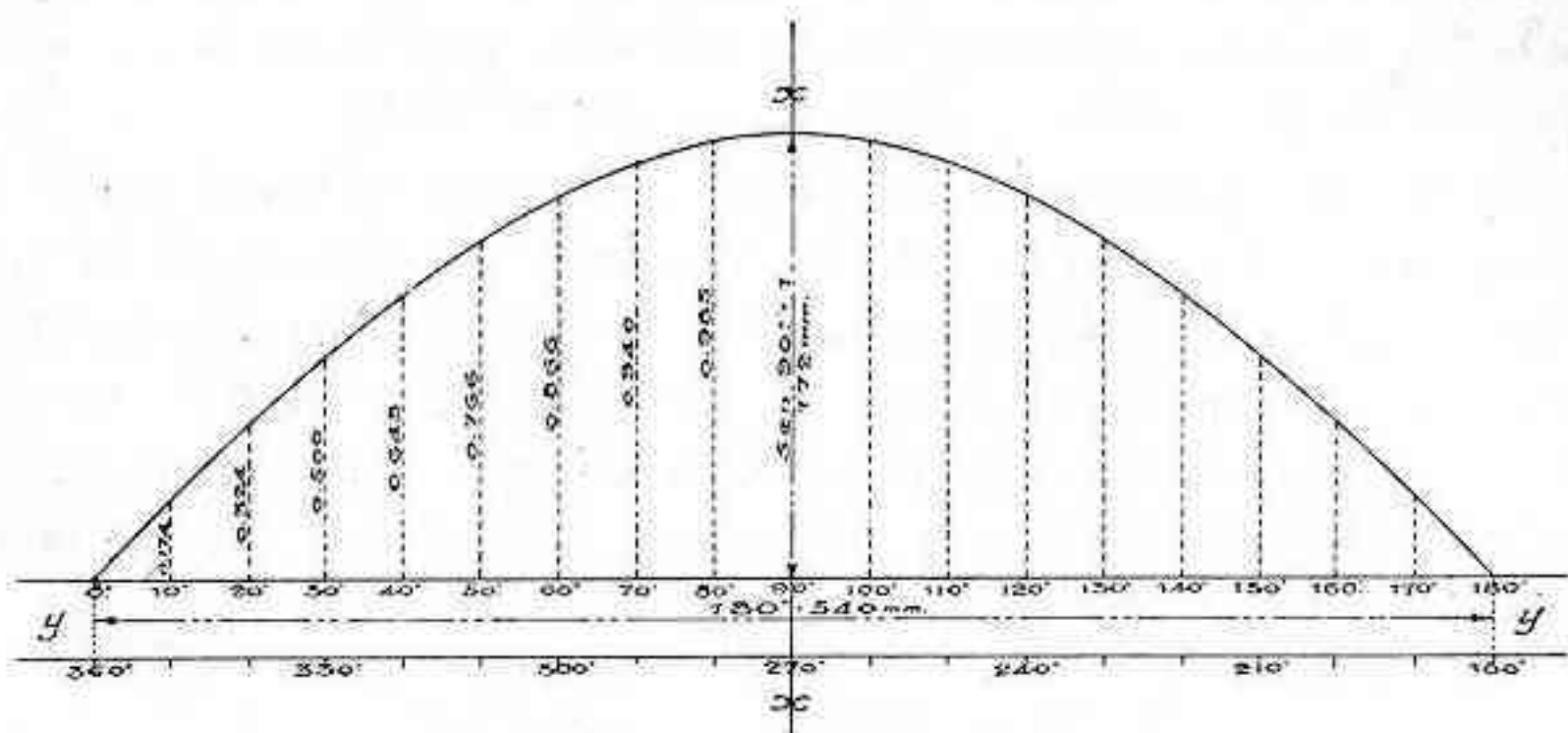


Fig. 17. — Gráfico de la curva del seno.

Este se reduce a construir la curva del seno, desde 0° a 180° , regresando a 360° (véase Fig. 17). Al efecto, en cualquier escala, por ejemplo, $3 \text{ mm.} = 1^{\circ}$, dividimos las abscisas y de 10° en 10° hasta 180° . Las abscisas tendrán así una longitud de $3 \text{ mm.} \times 180 = 540 \text{ mm.}$ En su punto medio correspondiente a un ángulo de 90° , cuyo

(*) Ver REVISTA ASTRONÓMICA, Tomo II, pág. 409, Método gráfico para resolver la ecuación de Kepler, por F. R. Moulton.

seno es igual a 1, estableceremos en las ordenadas x y en la escala adoptada, el valor de $\text{sen } 90^\circ$, que será igual a $540 \div 3,1416\dots = 172 \text{ mm}$.

Con esta distancia como unidad de escala para las ordenadas y con una tabla trigonométrica que nos suministrará los valores, podemos marcar y trazar la curva del seno.

De la famosa ecuación de Kepler ya conocemos: M y e , la *excentricidad*, igual a $\text{sen } \varphi = 0,7887823$. Ahora debemos calcular un ángulo auxiliar α , tal que satisfaga la condición:

$$\cot \alpha = e = \text{sen } \varphi = 0,7887823$$

lo que nos da: $\alpha = 51^\circ 44'$

Seguidamente, sobre las abscisas del gráfico de la curva del seno, marcaremos ahora un punto correspondiente a $M = 8^\circ 03'$... (véase Fig. 18) y tomando este punto como vértice trazaremos una

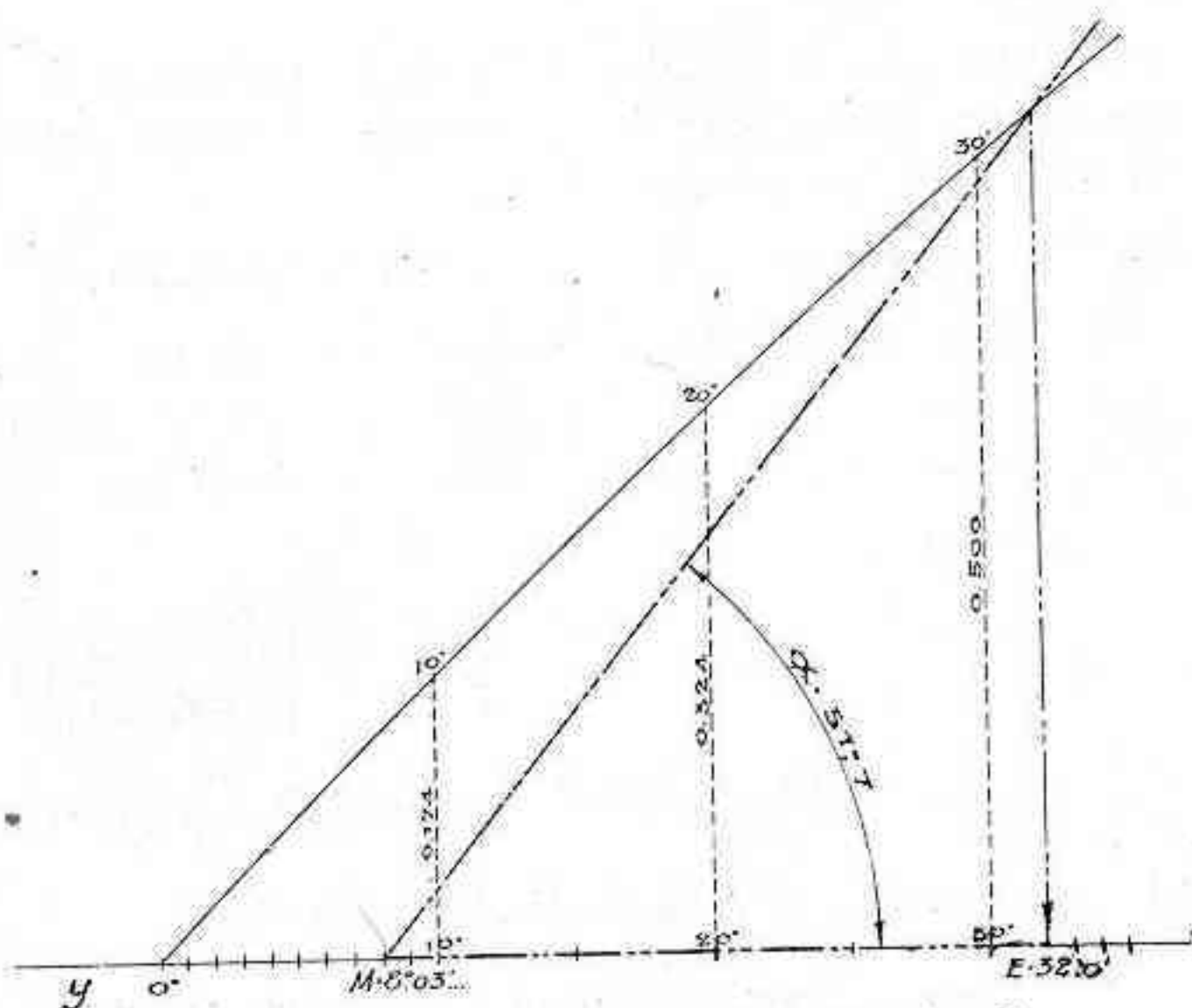


Fig. 18. — Determinación gráfica del valor E .

línea que forme con las abscisas un ángulo igual a α prolongada hasta intersectar la curva sinusoidal; desde este punto de intersección bajamos una perpendicular a la abscisa superior, la que resultará cortada en un punto:

$$E = 32^\circ,0'$$

quedando así resuelta gráficamente la ecuación. Se comprenderá fácilmente, que su grado de exactitud depende, de la escala que adoptemos en la construcción del gráfico de la curva del seno.

Conocido ya este último valor auxiliar, pasaremos a marcarlo en la elipse que hemos construido. Haciendo vértice en el centro C de la misma, sobre el círculo que hemos trazado con el eje mayor como diámetro y circunscrito a la órbita del cometa, medimos ese ángulo $E = 32^{\circ} 0'$ desde el perihelio y proyectando dicho punto sobre la elipse, mediante una paralela al eje menor de la misma, tal como se ve claramente en la figura 16, obtendremos la posición del astro, en el instante elegido para nuestro cálculo.

Si el dibujo fué trazado con proligidad y a escala adecuada, podemos conocer con bastante exactitud el *radio vector* r , o sea, la distancia Cometa-Sol para el momento considerado, pues uniendo por medio de una recta la posición de ambos astros, con la ayuda de la escala adoptada, tendremos la distancia expresada en unidades astronómicas: **2,00**; y, el ángulo con vértice en el Sol, medido desde el perihelio hasta el radio vector r , nos dará la *anomalía verdadera* v del cometa: **79°,7**.

Veamos ahora por el cálculo, mediante la aplicación de las fórmulas respectivas, qué grado de aproximación hemos obtenido en nuestro gráfico, para los valores r y v .

La fórmula para r es: $a(1 - e \cos E)$, y haciendo:

$$\begin{aligned} e \cos E &= 0,7887823 \times 0,848048 = 0,66893 \text{ y para} \\ (1 - e \cos E) &= 1 - 0,66893 = 0,33107 \text{ tendremos} \\ a(1 - e \cos E) &= 6,0465 \times 0,33107 = \mathbf{2,002 \text{ u.a.}} \end{aligned}$$

y para v , la fórmula es:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{v}{2} &= \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \operatorname{tg} \frac{E}{2} \text{ o sea: } \sqrt{\frac{1+0,7887823}{1-0,7887823}} \operatorname{tg} 16^{\circ} = \\ &= \sqrt{\frac{1,7887823}{0,2112177}} = 2,910 \times 0,2867 = 0,834413, \text{ valor natural que} \end{aligned}$$

en las tablas de funciones trigonométricas nos dará:

$$\frac{v}{2} = 39^{\circ} 50' 30'', \text{ resultando: } v = \mathbf{79^{\circ} 41' 00''}.$$

Por lo que vemos, el resultado es bastante satisfactorio.

Con los elementos r , *radio vector* = 2,002; Ω , *longitud del nodo* = $22^{\circ} 22' 55''$; i , *inclinación* de la órbita del cometa = $18^{\circ} 45' 08'',4$; ϵ , *inclinación de la eclíptica* respecto al ecuador = $23^{\circ} 26' 40''$; y finalmente $u = \omega + v = 336^{\circ} 41' 39'',6$, llamado *argumento de latitud*, pasaremos a las fórmulas que establecerán las *coordenadas rectangulares ecuatoriales heliocéntricas* del cometa: x, y, z .

Para que el cálculo nos resulte más cómodo, dispondremos los correspondientes valores naturales que las tablas trigonométricas nos proporcionan de los anteriores elementos, en la siguiente forma:

| | <i>seno</i> | <i>coseno</i> |
|--------------------------------------|--------------|---------------|
| $r = 2,002$ | | |
| $u = 336^\circ 41' 39''.6$ | $= -0,39563$ | $0,91840$ |
| $\Omega = 22 \quad 22 \quad 55$ | $= 0,38078$ | $0,92466$ |
| $i = 18 \quad 45 \quad 08,4$ | $= 0,32147$ | $0,94692$ |
| $\varepsilon = 23 \quad 26 \quad 40$ | $= 0,39785$ | $0,91745$ |

y obtendremos el valor numérico de x , haciendo:

$r (\cos u \cos \Omega - \sin u \sin \Omega \cos i)$ o sea:

$$\begin{array}{r} 0,91840 \times 0,92466 \\ -0,39563 \times 0,38078 \times 0,94692 \end{array} \begin{array}{r} = \\ - \\ \end{array} \begin{array}{r} 0,84920 \\ 0,14265 \\ \hline 0,99185 \end{array}$$

$$2,002 \times 0,99185 = \boxed{1,98568} = x$$

Para y :

$r (\cos u \sin \Omega \cos \varepsilon + \sin u \cos \Omega \cos i \cos \varepsilon - \sin u \sin i \sin \varepsilon)$

$$\begin{array}{r} 0,91840 \times 0,38078 \times 0,91745 \\ -0,39563 \times 0,92466 \times 0,94692 \times 0,91745 \\ -0,39563 \times 0,32147 \times 0,39785 \end{array} \begin{array}{r} = \\ + \\ - \\ \end{array} \begin{array}{r} 0,32084 \\ 0,31781 \\ 0,05060 \\ \hline 0,00303 \\ \hline 0,05363 \end{array}$$

$$2,002 \times 0,05363 = \boxed{0,10736} = y$$

y para z :

$r (\cos u \sin \Omega \sin \varepsilon + \sin u \cos \Omega \cos i \sin \varepsilon + \sin u \sin i \cos \varepsilon)$

$$\begin{array}{r} 0,91840 \times 0,38078 \times 0,39785 \\ -0,39563 \times 0,92466 \times 0,94692 \times 0,39785 \\ -0,39563 \times 0,32147 \times 0,91745 \end{array} \begin{array}{r} = \\ + \\ + \\ \end{array} \begin{array}{r} 0,13913 \\ 0,13782 \\ 0,11668 \\ \hline 0,00131 \\ \hline -0,11537 \end{array}$$

$$2,002 \times (-0,11537) = \boxed{-0,23097} = z$$

A los efectos de conocer la *ascensión recta* y la *declinación* del cometa, así como su *verdadera distancia a la Tierra*, debemos introducir ahora en el cálculo, las *coordenadas rectangulares ecuatoriales geocéntricas* del Sol, las que encontramos para cada día del año, en los almanaques astronómicos (Nautical Almanac, American Ephemeris, San Fernando, etc., etc.).

Para el día y hora que nos interesa, es decir, para el 16 de octubre de 1944 a las 21 horas Tiempo de Verano, o sea, para el 17 de octubre a 0h. T. U. (ecuador medio y equinoccio 1944,0) los almanaques nos dan:

$$\begin{aligned} X &= -0,91381 \\ Y &= -0,36443 \\ Z &= -0,15805 \end{aligned}$$

Si a estas coordenadas del Sol, le sumamos las coordenadas heliocéntricas del cometa, que anteriormente hemos obtenido, tendremos las *coordenadas geocéntricas rectangulares* del cometa:

$$\begin{aligned} \xi &= x + X = 1,98568 + (-0,91381) = 1,07187 \\ \eta &= y + Y = 0,10737 + (-0,36443) = -0,25706 \\ \zeta &= z + Z = -0,23097 + (-0,15805) = -0,38902 \end{aligned}$$

Por último, pasaremos a las *coordenadas esféricas geocéntricas ecuatoriales*, para obtener así los valores definitivos buscados, es decir: la *ascensión recta* α , la *declinación* δ y la *distancia Cometa-Tierra* Δ , mediante las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \Delta \cos \delta \cos \alpha &= \xi \\ \Delta \cos \delta \sin \alpha &= \eta \\ \Delta \sin \delta &= \zeta \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que $\frac{\sin \alpha}{\cos \delta} = \operatorname{tg} \alpha$, resulta por división:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\eta}{\xi} = \frac{-0,25706}{1,07187} = -0,23982. \text{ Por tener seno negativo y}$$

coseno positivo, este ángulo corresponde al 4.º cuadrante y es, pues, $346^\circ 30' 50''$, que reducidos a horas serán:

$$\alpha = 23^{\text{h}} 06^{\text{m}} 03^{\text{s}} \quad \text{Ascensión Recta.}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\zeta}{\eta} \sin \alpha = \frac{-0,38902}{-0,25706} = 1,51334 \times -0,23323 = -0,35295:$$

$$\delta = -19^\circ 26' \quad \text{Declinación.}$$

$$\Delta = \frac{\zeta}{\text{sen } \delta} = \frac{-0,38902}{0,33281}; \quad \boxed{\Delta = 1,1688} \text{ Distancia Cometa-Tierra.}$$

Posiblemente haya resultado un tanto larga la operación, pero nada complicada; se ha dado aquí un ejemplo trabajando con valores trigonométricos naturales de cinco cifras decimales y el aficionado que maneje los logaritmos con facilidad, podrá realizar con mayor rapidez el cálculo. Mas, si no se exige mucha exactitud, se podrá trabajar con valores de sólo tres cifras decimales y usar una regla común de calcular, abreviando así mucho tiempo.

Para los aficionados que estén interesados en practicar el cálculo y saber si su resultado es correcto, doy a continuación unas efemérides de la posición del cometa Du Toit, calculadas por el astrónomo Jorge Bobone, sobre un arco de 60 días:

| 1944,0 | | α | (1944,0) | δ | Dist. al Sol | Dist. a la Tierra |
|---------|------|--|----------|----------|--------------|-------------------|
| Octubre | 25,0 | 23 ^h 06 ^m 9 ^s | | —16° 53' | 2,073 | 1,299 |
| Novbre. | 2,0 | 23 09 3 | | —14 33 | 2,145 | 1,439 |
| " | 10,0 | 23 13 1 | | —12 24 | 2,216 | 1,587 |

Finalmente, repetiré, que todo quedará compensado, con la satisfacción que nos proporcionará el cálculo resuelto. Desafortunadamente, en cuanto concierne al ejemplo adoptado, nuestro huésped sideral, el cometa Du Toit, por su débil magnitud, no está al alcance de la observación visual con telescopios comunes de aficionados. Sin embargo, nos conformaremos con decir: Que el cometa Du Toit, teóricamente, se encontrará el día 16 de octubre próximo a las 21 horas de Verano, en el cielo austral, en una posición aparente muy próxima a δ Aquarji, no muy lejos de Fomalhaut, a una distancia aproximada de unos 300.000.000 kilómetros del Sol, y a algo más de la mitad de esa distancia a la Tierra, y que su paso por nuestro meridiano local, se producirá, alrededor de las 22 horas de tiempo de verano.

LOS NOMBRES DE LAS ESTRELLAS

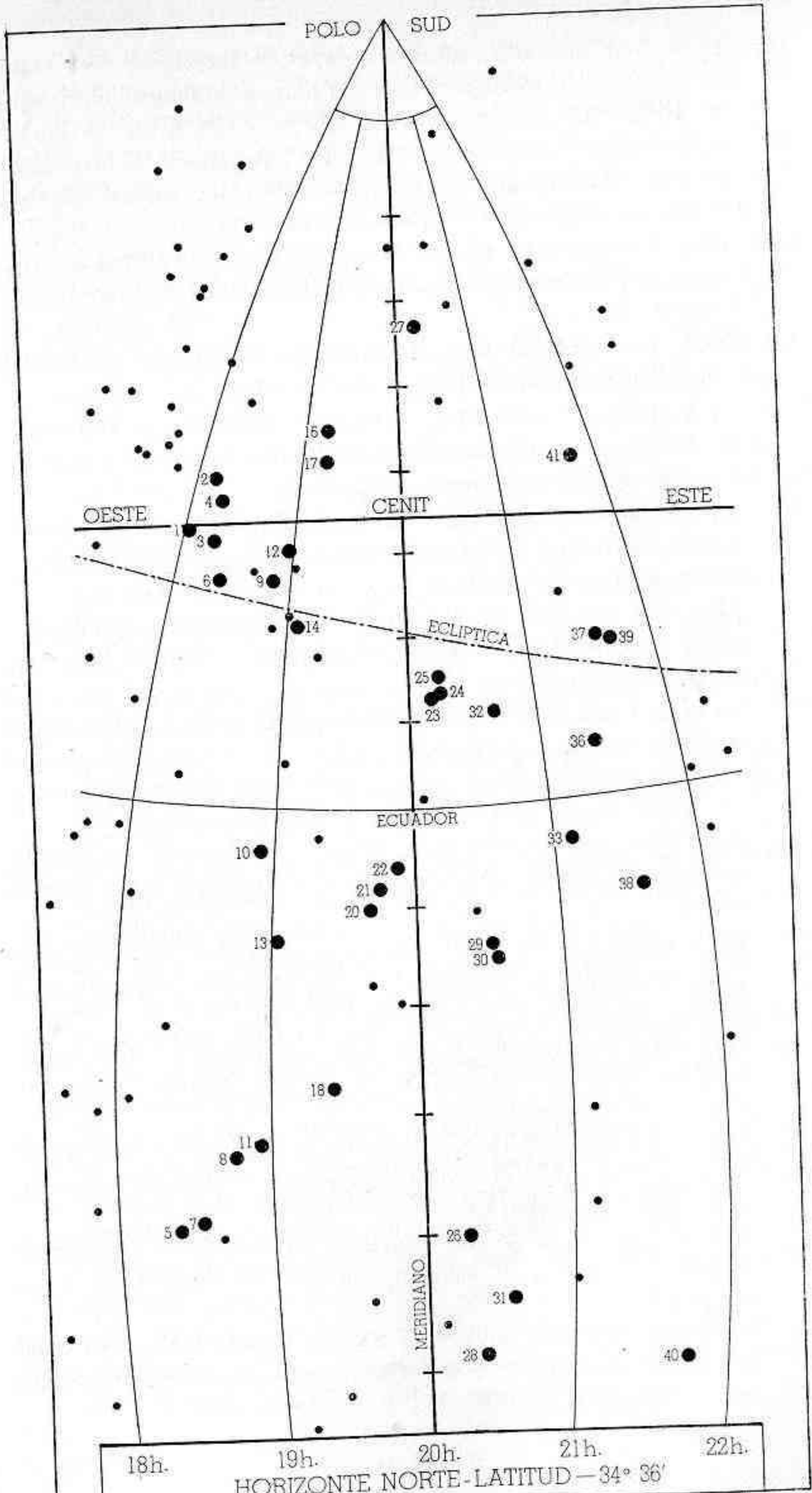
Por CARLOS L. SEGERS

(Para "REVISTA ASTRONOMICA")

(Continuación)

LISTA DE ESTRELLAS, de 18, 19, 20 y 21 horas de Ascensión Recta, correspondiente al mapa N.º 6

- 1) 18 h. 2,6 m.; $-30^{\circ} 25',6$. - *Al Nasl*, γ Sagittarii. — Del árabe: al-Nasl, "la punta de la flecha". Estrella color amarillo-anaranjado, magn. 3,07; espectro Ko.
- 2) 18 h. 14,2 m.; $-36^{\circ} 46',7$. - *Rabah el Warida*, η Sagittarii. — Estrella anaranjada de magn. 3,16; espectro M4.
- 3) 18 h. 17,8 m.; $-29^{\circ} 51',1$. - *Kaus Meridionalis*, δ Sagittarii. — Del árabe: Qaus; latín: Meridionalis; "la del centro del arco". Estrella anaranjada de magn. 2,84 y espectro K2.
- 4) 18 h. 20,9 m.; $-34^{\circ} 24',6$. - *Kaus Australis*, ε Sagittarii. — Del árabe: Qaus; latín: Australis; "la parte sud del arco". Estrella blanca de magn. 1,95 y espectro A0.
- 5) 18 h. 22,6 m.; $+39^{\circ} 28',7$. - *Aladfar*, μ Lyrae. — Del árabe: al-Ad'far, "los talones del águila". Estrella blanca de magn. 5,04; espectro A2.
- 6) 18 h. 24,9 m.; $-25^{\circ} 27',1$. - *Kaus Borealis*, λ Sagittarii. — Del árabe: Qaus, latín: Borealis; "la parte norte del arco". Estrella anaranjada de magn. 2,94; espectro Ko.
- 7) 18 h. 35,2 m.; $+38^{\circ} 44',2$. - *Vega*, α Lyrae. — Del árabe: an-Nasr al-Waqi, "la que cae", es decir, "el ave que cae". Estrella blanca de magn. 0,14; espectro A1s.
- 8) 18 h. 48,2 m.; $+33^{\circ} 18',2$. - *Sheliak*, β Lyrae. — Del persa: Shalyak, "la tortuga". Estrella blanca, variable, magn. 3,4-4,3, período 12.91 días; espectro Bp.
- 9) 18 h. 52,2 m.; $-26^{\circ} 21',6$. - *Nunki*, σ Sagittarii. — Del babilonio: Nun-ki, "la estrella del yugo del mar". Estrella color blanco-azulado de magn. 2,14; espectro B3n.
- 10) 18 h. 53,7 m.; $+4^{\circ} 8',2$. - *Alya*, θ Serpentis. — Del árabe: probablemente contracción de: al-Hayya, "la serpiente". Estrella doble, ambas componentes blancas y de espectro A5; magn. 4,50 y 5,37, respectivamente.



- 11) 18 h. 57,1 m.; $+32^{\circ} 27',2$. - *Sulafat*, γ Lyrae. — Del árabe: as-Sulafat, “la tortuga”. Estrella blanca de magn. 3,30; espectro B9sp.
- 12) 18 h. 59,4 m.; $-29^{\circ} 57',2$. - *Ascella*, ζ Sagittarii. — Del latín: ascella, frecuentemente escrita: *axilla*, “la axila”. Estrella blanca de magn. 2,71 y espectro A4n
- 13) 19 h. 3,1 m.; $+13^{\circ} 47',3$. - *Deneb al-Okab*, ζ Aquilae. — Ara-be para “la cola del ave”. Estrella blanca de magn. 3,02; espectro A0.
- 14) 19 h. 6,8 m.; $-21^{\circ} 6',3$. - *Albaldah*, π Sagittarii. — Estrella amarillenta de magn. 3,02 y espectro F2.
- 15) 19 h. 12,5 m.; $+67^{\circ} 34',4$. - *Altais*, δ Draconis. — Del árabe: at-Tais, “el chivo”. Estrella amarilla de magn. 3,24 y espectro K0. Invisible para nuestra latitud.
- 16) 19 h. 19,0 m.; $-44^{\circ} 33',3$. - *Arkab*, β Sagittarii. — Del árabe: Urqub ar-Rami, “el tendón del arquero”. Estrella blanca, magn. 4,24; espectro B8.
- 17) 19 h. 20,4 m.; $-40^{\circ} 42',7$. - *Rukbat*, α Sagittarii. — Del árabe: Rukbat ar-Rami, “la rodilla del arquero”. Estrella blanca de magn. 4,11 y espectro B9n.
- 18) 19 h. 28,7 m.; $+27^{\circ} 51',2$. - *Albireo*, β^1 Cygni. — Estrella anaranjada de magn. 3,24; espectro K0. El nombre significa “el pico del ave (hembra)”. β^2 es estrella anaranjada y de espectro K0, de magn. 5,26 y se halla a unos 35" de separación.
- 19) 19 h. 32,5 m.; $+69^{\circ} 34',6$. - *Al Safi*, σ Draconis. — Estrella amarilla de magn. 4,78, espectro K0. Invisible para nuestra latitud.
- 20) 19 h. 43,9 m.; $+10^{\circ} 29',4$. - *Tarazed*, γ Aquilae. — Parte adje-tival del nombre persa para “los dos halcones”. Estrella ana-ranjada de magn. 2,80; espectro K2.
- 21) 19 h. 48,3 m.; $+8^{\circ} 44',1$. - *Altair*, α Aquilae. — Del árabe: An-Nasr at-Tair, “el águila en vuelo”. Estrella blanca de magn. 0,89 y espectro A5.
- 22) 19 h. 52,9 m.; $+6^{\circ} 16',8$. - *Alshain*, β Aquilae. — Del persa: Shahini Tarazed, “el halcón saqueador”. Estrella amarilla, magn. 3,90 y espectro K0.
- 23) 20 h. 15,3 m.; $-12^{\circ} 42',1$. - *Algedi*, α Capricorni. — Del árabe: al-Jadi, “el cabrito”. Estrella amarilla de magn. 3,77 y es-pectro G5.
- 24) 20 h. 17,9 m.; $-12^{\circ} 55',1$. - *Al Shat*, ν Capricorni. — Su nom-bre, árabe, significa “la oveja”. Estrella de color blanco azu-lino, magn. 4,84; espectro A0.

- 25) 20 h. 18,2 m.; $-14^{\circ} 56',4$. - *Dabih*, β Capricorni. — Del árabe: Sa'd adh-Dhabih, "la estrella afortunada del matarife". Estrella blanco-amarillenta de magn. 3,25 y espectro F8.
- 26) 20 h. 20,4 m.; $+40^{\circ} 5',7$. - *Sadir*, γ Cygni. — Del árabe: Sadr ad-Dajaja, "la pechuga del ave (hembra)". Estrella de color blanco-amarillento, magn. 2,32; espectro FSp.
- 27) 20 h. 21,7 m.; $-56^{\circ} 53',8$. - *Pavo Real*, α Pavonis. — Del inglés: Peacock, "pavo real". Estrella blanco azulada de magn. 2,12; espectro B3.
- 28) 20 h. 28,5 m.; $+48^{\circ} 47',0$. - *Ruchba*, ω Cygni. — Su nombre significa "la rodilla del ave". Estrella blanco-azulado de magn. 4,89; espectro B3.
- 29) 20 h. 35,2 m.; $+14^{\circ} 25',2$. — *Rotanev*, β Delphini. — El nombre "Venator", usado por el astrónomo Piazzzi, deletreado al revés. Estrella amarillenta de magn. 3,72 y espectro F5.
- 30) 20 h. 37,3 m.; $+15^{\circ} 44',1$. - *Sualocin*, α Dephini. — El nombre Nicolaus, deletreado al revés. Estrella blanca, magn. 3,86; espectro B8.
- 31) 20 h. 39,7 m.; $+45^{\circ} 6',0$. - *Deneb*, α Cygni. — Del árabe: Danab ad-Dajaja, "la cola del ave (hembra)". Estrella blanca de magn. 1,33; espectro A2p.
- 32) 20 h. 45,0 m.; $-9^{\circ} 40',8$. - *Al Bali*, ε Aquarii. — Del árabe: Sa'd al-Bula, "la buena estrella del bebedor". Estrella blanca de magn. 3,83; espectro Ao.
- 33) 21 h. 13,3 m.; $+5^{\circ} 2',4$. - *Kitalpha*, α Equulei. — Del árabe: Quit'at al-Faras, "la parte, o sección, del caballo". Estrella amarillenta de magn. 4,14 y espectro F6.
- 34) 21h. 17,4 m.; $+62^{\circ} 22',4$. - *Alderamin*, α Cephei. — Del árabe: adh-Dirah al-Yamin, "el antebrazo derecho". Estrella blanca de magn. 2,60 y especto A5. Será la estrella más brillante cerca del Polo Norte, entre los siglos LXVI y LXXXIV. Invisible desde nuestra latitud.
- 35) 21 h. 28,0 m.; $+70^{\circ} 20',5$. - *Alfirk*, β Cephei. — Del árabe: Kawakib al-Firq, "las estrellas de la manada" (con referencia a las estrellas α , β y γ Cephei). Estrella variable blanca, magn. 3,3-3,4, período 0,19 de día; espectro B1s. Será la estrella más brillante cerca del Polo Norte entre los siglos LI al LXV. Invisible para nuestra latitud.
- 36) 21 h. 28,9 m.; $-5^{\circ} 47',5$. - *Sadalsud*, β Aquarii. — Del árabe: Sa'd al-Su'ud, "la más afortunada de las estrellas afortunadas". Estrella amarillenta de magn. 3,07; espectro Go.

- 37) 21 h. 37,3 m.; $-16^{\circ} 53',4$. - *Nashira*, γ Capricorni. — Del árabe: Sa'd al-Nashira, "la buena estrella de los campos". Estrella amarillenta de magn. 3,80 y espectro Fop.
- 38) 21 h. 41,7 m.; $+9^{\circ} 38',7$. - *Enif*, ϵ Pegasi. — Del árabe: Anf al-Faras, "la nariz del caballo". Estrella de color anaranjado, magn. 2,54; espectro Ko.
- 39) 21 h. 44,3 m.; $-16^{\circ} 21',3$. - *Deneb Algedi*, δ Capricorni. — Del árabe: Dhanab al-Jedi, "la cola del cabrito". Estrella blanca de magn. 2,98 y espectro A5.
- 40) 21 h. 44,9 m.; $+49^{\circ} 4',7$. - *Azelfafage*, π Cygni. — Su nombre, de origen árabe, significa: "la huella, o el vaso, del caballo". Estrella color blanco-azulado, de magn. 4,26 y espectro B3.
- 41) 21 h. 50,9 m.; $-37^{\circ} 36',1$. - *Aldhanab*, γ Gruis. — Estrella blanca de magn. 3,16 y espectro B8.

**EPOCA DEL AÑO Y HORAS CORRESPONDIENTES
PARA CONSULTAR EL MAPA N.º 6**

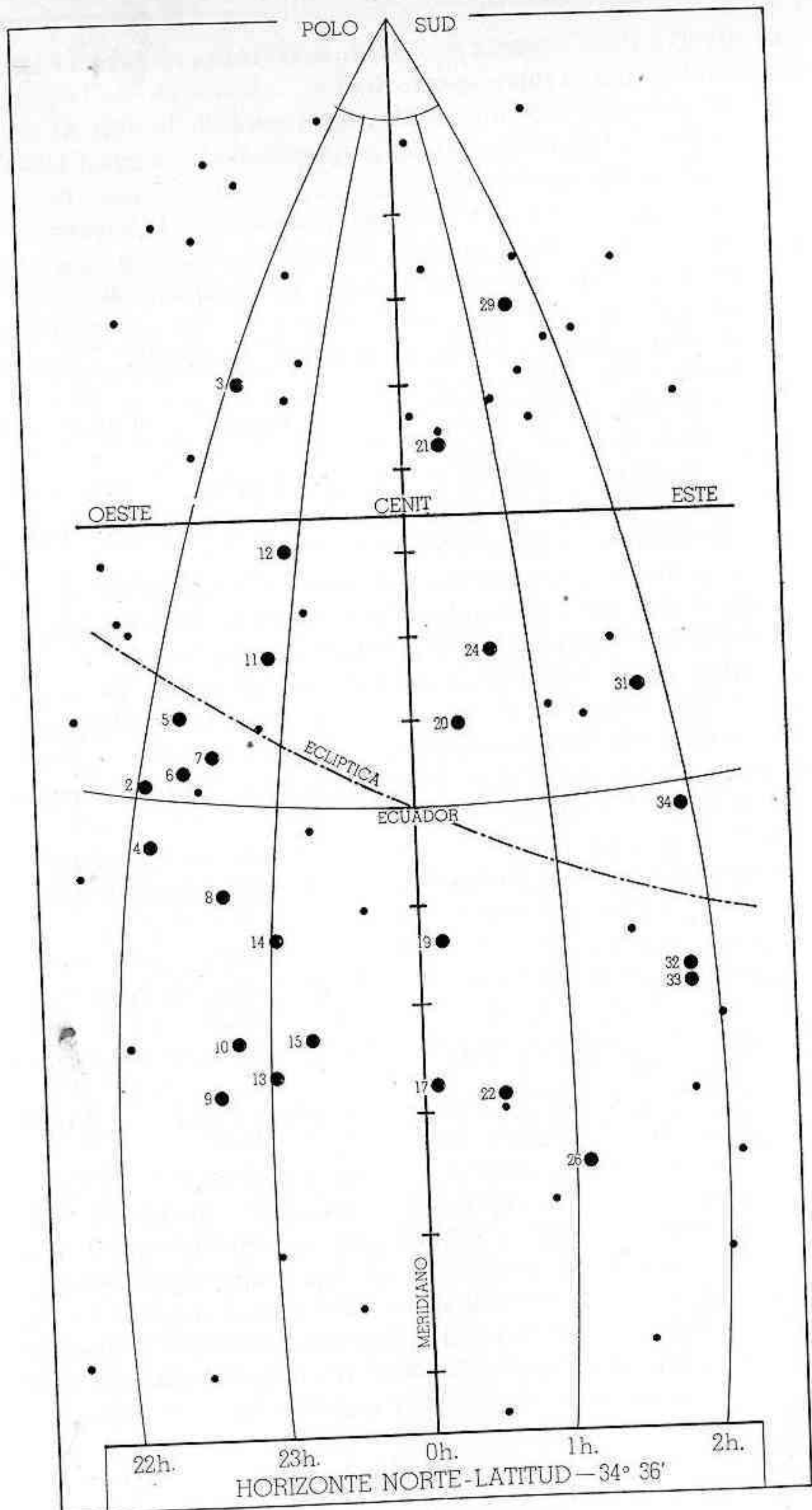
| Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 3 ^h -2 ^h | 1 ^h -0 ^h | 23 ^h -22 ^h | 21 ^h -20 ^h | 19 ^h -18 ^h |

La primera hora de cada mes se refiere a la primera quincena y la segunda al resto del mes, y corresponden al "Tiempo legal" —Huso N.º 4.

Durante la época en que rige el "Tiempo de Verano" —Huso N.º 3— hay que sumar una hora a esos valores.

LISTA DE ESTRELLAS, de 22, 23, 0 y 1 horas de Ascensión Recta, correspondiente al Mapa N.º 1

- 1) 22 h. 2,3 m.; $+64^{\circ} 23',0$. - *Kurhah*, ξ^2 Cephei. — Del árabe: al-Qurha, "la estrellita (en la frente del caballo)". Estrella blanca de magn. 4,57 y espectro A3. ξ^1 se halla 1 m. precedente, en ascensión recta, y 2" al Norte en declinación, es de magn. 6,47; espectro G, color amarillento. Invisibles desde nuestra latitud.
- 2) 22 h. 3,2 m.; $-0^{\circ} 33',8$. - *Sadal Melik*, α Aquarii. — Del árabe: Sa'd al-Malik, "la buena estrella del rey". Estrella amarillenta de magn. 3,19 y espectro Go.



- 3) 22 h. 5,1 m.; $-47^{\circ} 12',2$. - *Al Nair*, α Gruis. — Estrella blanca de magn. 2,16 y espectro B5.
- 4) 22 h. 7,7 m.; $+5^{\circ} 57',1$. - *Biham*, θ Pegasi. — Del árabe: Sa'd al-Biham, “la buena estrella de los rebaños”. Estrella blanca, magn. 3,70; espectro A2.
- 5) 22 h. 14,2 m.; $-8^{\circ} 2',0$. - *Ancha*, θ Aquarii — Del latín, antiguo término médico, también *Anca* y *Ancus*, “la cadera”. Estrella amarillo-anaranjada de magn. 4,32; espectro K0.
- 6) 22 h. 19,1 m.; $-1^{\circ} 38',4$. - *Sadachbia*, γ Aquarii. — Del árabe: Sa'd al-Akhbiya, “la buena estrella de las tiendas”. Estrella blanca, magn. 3,97; espectro A0.
- 7) 22 h. 35,2 m.; $-4^{\circ} 29',2$. - *Situla*, α Aquarii. — Estrella anaranjada de magn. 5,33 y espectro K0.
- 8) 22 h. 39,0 m.; $+10^{\circ} 34',2$. - *Homan*, ζ Pegasi. — Del árabe: Sa'd al-Human, “la buena estrella del gran rey, o del héroe”. Estrella blanca, magn. 3,61; espectro B8.
- 9) 22 h. 40,7 m.; $+29^{\circ} 57',6$. - *Sad Matar*, η Pegasi. — Del árabe: Sa'd al-Matar, “la buena estrella de la lluvia”. Estrella amarillenta de magn. 3,10 y espectro G0.
- 10) 22 h. 47,6 m.; $+24^{\circ} 20',2$. - *Sadalbari*, μ Pegasi. — Del árabe: Sa'd al-Bari, “la buena estrella del sabio”. Estrella amarilla de magn. 3,67 y espectro K0.
- 11) 22 h. 52,0 m.; $-16^{\circ} 5',2$. - *Skat*, δ Aquarii. — Estrella blanca de magn. 3,51 y espectro A2.
- 12) 22 h. 54,9 m.; $-29^{\circ} 53',3$. - *Fomalhaut*, α Piscis Austrinus. — Del árabe: Fum al-Hut al-Janubi, “la boca del pez (austral)”. Estrella blanca de magn. 1,29 y espectro A3.
- 13) 23 h. 1,3 m.; $+27^{\circ} 48',7$. - *Scheat*, β Pegasi. — Del árabe: as-Sa'q, “la pierna”. Estrella rojiza de magn. 2,61; espectro M0.
- 14) 23 h. 2,3 m.; $+14^{\circ} 56',1$. - *Markab*, α Pegasi. — Del árabe: markab, “la silla de montar”. Estrella blanca de magn. 2,57; espectro A0.
- 15) 23 h. 18,2 m.; $+23^{\circ} 28',0$. - *Al Nauim*, τ Pegasi. — Estrella blanca de magn. 4,65 y espectro A5.
- 16) 23 h. 37,3 m.; $+77^{\circ} 21',2$. - *Errai*, γ Cephei. — Del árabe: ar-Ra'i, “el pastor”. Estrella anaranjada de magn. 3,42; espectro K0. Será la estrella más brillante cerca del Polo Norte entre los siglos XXXI a LI, siguiendo a *Polaris* y precediendo a *Alfirk*. Invisible desde nuestra latitud.
- 17) 0 h. 5,8 m.; $+28^{\circ} 48',9$. - *Alferatz*, α Andromedae. — Del árabe: Surrat al-Faras, “el ombligo del caballo”. Estrella color blanco-purpurino, magn. 2,15 y espectro A0p.

- 18) 0 h. 6,5 m.; $+58^{\circ} 52',4$. - *Caph*, β Cassiopeiae. — Del árabe: al-Kaff al-Khadib, “la mano manchada”. Estrella amarillenta de magn. 2,42 y espectro F5. Invisible desde nuestra latitud.
- 19) 0 h. 10,7 m.; $+14^{\circ} 54',3$. - *Algenib*, γ Pegasi. — Del árabe: al-Janib, “el flanco (del caballo)”. Estrella color blanco-azulado, magn. 2,87; espectro B2.
- 20) 0 h. 16,9 m.; $-9^{\circ} 6',1$. - *Deneb al-Shemali*, ι Ceti. — Estrella anaranjada de magn. 3,75 y espectro Ko.
- 21) 0 h. 23,8 m.; $-42^{\circ} 34',6$. - *Nairalzaurak*, α Phoenicis. — Estrella anaranjada de magn. 2,44 y espectro Ko.
- 22) 0 h. 35,9 m.; $+29^{\circ} 2',4$. - *Adhil*, ε Andromedae. — Estrella amarilla de magn. 4,52 y espectro G5.
- 23) 0 h. 37,7 m.; $+56^{\circ} 15',8$. - *Schedar*, α Cassiopeiae. — Del árabe: as-Sadr, “el pecho”. Estrella amarilla, variable, magn. 2,1-2,6, período irregular; espectro Ko. Invisible desde nuestra latitud.
- 24) 0 h. 41,1 m.; $-18^{\circ} 15',6$. - *Deneb Kaitos*, β Ceti. — Del árabe: Dhanab al-Qitas al-Janubi, “(la estrella en) la rama austral de la cola del monstruo marino”. Estrella amarilla, magn. 2,24 y espectro Ko.
- 25) 0 h. 53,7 m.; $+60^{\circ} 26',8$. - *Tsih*, γ Cassiopeiae. — Estrella blanca de magn. 2,25 y espectro Bop. Invisible desde nuestra latitud.
- 26) 1 h. 6,9 m.; $+35^{\circ} 21',4$. - *Mirach*, β Andromedae. — Del árabe: al-Maraqq, “los hijares”. Estrella rojiza de magn. 2,37; espectro Ma.
- 27) 1 h. 8,0 m.; $+54^{\circ} 53',1$. - *Marfak*, θ Cassiopeiae. — Estrella blanca de magn. 4,52 y espectro A5. Invisible desde nuestra latitud.
- 28) 1 h. 22,5 m.; $+59^{\circ} 58',6$. - *Ruchbah*, δ Cassiopeiae. — Del árabe: Rukbat add-Dhat al-Kursi, “la rodilla de la dama en la silla”. Estrella blanca de magn. 2,80; espectro A5. Invisible desde nuestra latitud.
- 29) 1 h. 35,9 m.; $-57^{\circ} 29',4$. - *Achernar*, α Eridani. — Del árabe: Akhir an-Nahr, “el fin del río”. Estrella blanca de magn. 0,60 y espectro B5.
- 30) 1 h. 48,8 m.; $+89^{\circ} 1',7$. - *Polaris*, α Ursae Minoris. — Del latín: Stella Polaris, “estrella del Polo”. Estrella amarillenta variable, magn. 2,5-2,7, período 3,97 días; espectro F8. Invisible desde nuestra latitud.

- 31) 1 h. 49,0 m.; $-10^{\circ} 34',9$ - *Baten Kaitos*, ζ Ceti. — Del árabe: Batn al-Qitas, “el abdomen de la ballena (o monstruo marino)”. Estrella anaranjada, magn. 3,92; espectro Ko.
- 32) 1 h. 50,8 m.; $+19^{\circ} 3',0$. - *Mesartim*, γ Arietis. — Del árabe: al-Muthartim, “el carnero muy gordo”. Estrella doble, ambas componentes blancas y de espectro Aop; magn. 4,75 y 4,83, respectivamente.
- 33) 1 h. 51,9 m.; $+20^{\circ} 33',3$. - *Sheratan*, β Arietis. — Del árabe: as-Sharatani, “las dos señales” (probablemente refiriéndose a β y γ Arietis). Estrella blanca de magna 2,72; espectro A5.
- 34) 1 h. 59,5 m.; $+2^{\circ} 31',4$. - *Alrescha*, α Piscium. — Del árabe: al-Rasha, “la cuerda, o nudo”. Estrella doble, componentes de color blanco-verdoso, espectro A2p y A3n, magn. 4,33 y 5,23, respectivamente.

**EPOCA DEL AÑO Y HORAS CORRESPONDIENTES
PARA CONSULTAR EL MAPA N.º 1**

| | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 3 ^h -2 ^h | 1 ^h -0 ^h | 23 ^h -22 ^h | 21 ^h -20 ^h | 19 ^h -18 ^h |

La primera hora de cada mes se refiere a la primera quincena y la segunda al resto del mes, y corresponden al “Tiempo legal” —Huso N.º 4.

Durante la época en que rige el “Tiempo de Verano” —Huso N.º 3— hay que sumar una hora a esos valores.

(Continuará).

SOBRE EL MAS LEJANO PORVENIR DE LOS SISTEMAS PLANETARIOS

Por G. KRALL

EL objeto clásico y fundamental de la Mecánica Celeste es el de describir y prever el movimiento de los planetas y de los sistemas planetarios.

Actualmente se conoce, aún entre los que no pertenecen al círculo de los cultores de esa rama de la ciencia, el éxito con el cual se ha perseguido y se sigue persiguiendo tal fin. Lo atestigua toda una serie de brillantes resultados, celebrados desde su primer anuncio y precisamente desde que Kepler, tras su inmensa labor que sólo pudo sostener la fe en una armonía preestablecida del mundo, dedujo de la interpretación de las tablas astronómicas de Tycho Brahe, aquellas leyes que llevan su nombre y que constituyeron, por mérito de Newton, el origen de las leyes de la gravitación universal. En éstas se fundaron, más tarde, los ulteriores desarrollos de Clairaut, Euler, Lagrange, Laplace, Hill y Poincaré: la teoría de las perturbaciones, la de la Luna, los métodos de descripción del movimiento "en grande", teorías y métodos que sirven de orientación en todas las investigaciones modernas de la mecánica pura.

También es notorio el camino que se sigue para llevar a la práctica ese objeto fundamental: los sistemas efectivos, el solar por ejemplo, se reducen, por afortunadas circunstancias, a tipos particularmente sencillos y esquemáticos; masas puntiformes que se atraen mutuamente de acuerdo a la ley de Newton (proporcionalmente a las masas y en razón inversa de los cuadrados de las distancias). De estos sistemas, valiéndose de los principios de la dinámica, se establecen las "ecuaciones de movimiento" que ligan, para cada instante, las fuerzas actuantes a las aceleraciones. De las relaciones instantáneas se pasa después, tras procesos analíticos y geométricos denominados de "integración" a las relaciones globales que ponen en evidencia las variaciones de las posiciones de los cuerpos con el tiempo, en dependencia de sus condiciones en el instante de partida. Empero, desafortunadamente, no nos es posible todavía, abarcar íntegramente el movimiento, es decir, por cada valor del tiempo, cualquiera sea su extensión; siempre se nos impone una limitación, por suerte, suficientemente amplia para las prácticas de observato-

rio. Varía desde unas decenas de años hasta algún siglo, lo que es suficiente para que las efemérides, que son las tablas mediante las cuales los navegantes se orientan observando el cielo, no deban ser modificadas substancialmente con demasiada frecuencia y también para que se pueda encontrar, con el cálculo, planetas desconocidos, examinando las perturbaciones de los conocidos, catalogados y controlados en sus recorridos.

De todas maneras, si bien podemos decir que la práctica no tiene más nada que desear y que no haya sido proporcionado por el cálculo, es lógico que se despierte en nosotros el deseo de comprender el movimiento íntegramente, de conocerlo "en grande" o globalmente desde su inicio hasta su sistemación final, abarcando, en una visión sintética, por lo menos las fases más salientes: choques, dispersiones, periodicidad, estabilidad, etc.

Mas, se plantea así un problema plagado de dificultades (ya inmensas cuando se trata solamente de tres cuerpos puntiformes), todavía poco resuelto, a pesar de que se disponga de resultados mecánicamente significativos y del más alto valor analítico-geométrico, acerca de preocupantes posibilidades de dispersiones y choques (Hill, Levi-Civita) del retorno y de la periodicidad (Poincaré, Birkhoff), de los comportamientos límites para tiempos arbitrariamente grandes (Chazy), etc.

Empero, si tratamos a los sistemas por lo que son, sin recurrir a representaciones esquemáticas, con todo su bagaje de roces, verdaderas causas de lentas degradaciones de la energía en calor, residentes en parte en el seno de los mares y en parte en los núcleos agitados constantemente por la marea, si ya no los consideramos como masas puntiformes sino como cuerpos extensos de dimensiones no despreciables en relación a las distancias mutuas, no rígidos sino elásticos o flúidos, entonces "*cualquiera sea la condición de partida del sistema planetario, siempre que se mire solamente hacia el porvenir más alejado, éste se presenta como un lento adormecerse de los cuerpos que terminan, presentándose siempre y mutuamente la misma cara con movimientos uniformes a lo largo de circunferencias concéntricas, todas en un mismo plano y recorridas en el mismo tiempo.*"

Trataremos ahora de describir estos movimientos límites para sistemas ideales o esquematizados y, con algún detalle más, para los sistemas efectivos.

I

Empecemos por el primero y el más simple de los sistemas esquemáticos que considera la mecánica celeste, es decir, el denominado "de los dos cuerpos". Se trata de dos puntos materiales que se atraen de acuerdo a la ley newtoniana.

Su movimiento se estudia por vías elementales y su caracterización resulta completa; las trayectorias son curvas cónicas: elipses, parábolas o hipérbolas, según el valor (menor, igual o mayor que cero) invariable durante el movimiento, que tiene la energía total, suma de la energía del movimiento, denominada cinética, y de la que se debe a la atracción llamada posicional. Sobre esta trayectoria el movimiento se produce de acuerdo a una regla particularmente simple, común para todos los cuerpos que se mueven bajo la acción de un centro de atracción o de repulsión, llamada "de las áreas", la cual expresa que la línea que une al cuerpo con el baricentro del sistema, barre áreas iguales en tiempos iguales.

El caso más notable lo presenta la órbita elíptica, caso típico para todos los planetas y para muchísimos cometas. Fue notado por Kepler y presenta aquellas características reunidas en sus leyes famosas que, además de afirmar el tipo elíptico de la órbita, enuncian la ley de las áreas que acabamos de recordar y expresan que los cuadrados de los tiempos de revolución son directamente proporcionales a los cubos de los ejes mayores de la órbita.

Constituye una circunstancia afortunada el hecho de que un tal sistema coincida con la realidad del sistema solar; entendemos aludir a las distancias que separan a los cuerpos, enormes con respecto a las dimensiones de los mismos, y a la masa del Sol que tanto prevalece sobre la de cualquier otro planeta.

En cuanto al porvenir del movimiento de estos dos cuerpos considerados aislada e independientemente de toda otra causa, las previsiones son inmediatas: quedará lo que es en el presente, si el movimiento es elíptico; se producirá el aislamiento, la dispersión, el fin de todo lo que sea animado como consecuencia del enfriamiento del planeta, si la trayectoria es una parábola o una hipérbola.

Un modelo que responde mucho más a la realidad del sistema solar, lo tenemos cuando en lugar de dos cuerpos, consideramos tres, reducidos siempre, se entiende, a puntos materiales.

El estudio del movimiento de este sistema constituye el objeto de un célebre problema, llamado "de los tres cuerpos".

Para encararlo se empieza por uno de sus aspectos denominado "restringido", y que también no ha sido todavía completamente resuelto. Se admite precisamente que la masa de uno de los tres cuerpos —aquel cuyo movimiento se quiere seguir y que se llama "satélite"— sea tan pequeña que no perturbe a los otros dos, llamados "centros"; éstos, en consecuencia se mueven por su cuenta sin ser perturbados y por lo tanto sobre órbitas elípticas o también exactamente circulares.

De esta manera, el satélite encuéntrase animado no ya como en el caso anterior por una fuerza constantemente dirigida hacia

un centro fijo, sino hacia dos centros que, de acuerdo a las leyes de Kepler se mueven sobre órbitas elípticas o circulares.

Ejemplos verdaderamente conspicuos de sistemas de este tipo, los encontramos en el sistema solar: Sol, Júpiter y Tierra, o bien, Sol, Tierra y Luna. En el primer caso la Tierra y en el segunda la Luna, representan el cuerpo no influyente, es decir, el satélite.

El encarar uno u otro de los dos casos significa simplemente que, para el estudio del movimiento de la Tierra tenemos en cuenta no solamente al Sol, como lo hacemos en el problema de los dos cuerpos, sino también a Júpiter, que es el mayor de los planetas; para el movimiento de la Luna, por otro lado, tenemos en cuenta al Sol y a la Tierra, la cual mientras tiene una masa unas trescientas cincuenta veces menor que la de Júpiter, está mucho más próxima a la Luna, llegando a dominarla casi completamente. Veamos lo que se puede decir del movimiento en grande de estos sistemas de tres cuerpos.

Empezaremos por el problema restringido y nos limitaremos al caso en que el satélite esté siempre situado en el plano de las órbitas de los dos centros que supondremos sean el Sol y la Tierra.

Para el estudio del movimiento del satélite se recurre a un artificio que admite una simplificación capital. Precisamente, se estudia el movimiento tal como aparece, no ya para un observador en reposo absoluto, fijo con las estrellas, sino para un observador colocado en un plano en rotación, solidario con los dos centros. Para remontar al movimiento verdadero, no existen ulteriores dificultades.

Con referencia a este plano, se saben dibujar curvas del tipo oval alrededor de cada uno de los centros, las que constituyen una familia generada con el variar de cierta constante, del mismo modo como se genera una familia de circunferencias concéntricas, variando el radio o, dados dos focos, una familia de elipses variando la excentricidad.

Esta constante, llamada de Jacobi, por el nombre de quien la introdujo primero, se calcula en base a los datos iniciales del movimiento y caracteriza substancialmente la energía del satélite. Fijemos ahora nuestra atención sobre una condición de partida tal, que al movimiento consiguiente corresponda un óvalo bien determinado.

Su significado queda establecido en los siguientes términos: “*Si el satélite es inicialmente externo o interno al óvalo que le corresponde, permanecerá tal para la eternidad*”.

En un caso tenemos, por lo tanto, “seguridad respecto a los choques”, en el otro, “seguridad respecto a la dispersión”; en este último caso podemos agregar, además, que el satélite goza de una

estabilidad particular, llamada "a la Poisson", lo que significa el retorno a cada estado de movimiento por el cual haya pasado, salvo una desviación que se puede hacer tan pequeña cuanto se quiera (cuidando de abarcar tiempos siempre más grandes). Empero, este retorno no excluye, desafortunadamente, que sea subsiguiente a uno o más choques o colisiones con el centro, fenómenos catastróficos en la realidad pero de poco monto en los sistemas ideales en los que se consideran como simples choques entre pequeñas esferas elásticas (Armellini).

Esto quiere decir, fijando por ejemplo nuestra atención sobre el sistema Sol-Tierra y Luna como satélite que, si es posible afirmar (sin decir cuando) que encontraremos nuevamente en el cielo al satélite próximo cuanto se quiera a un estado de movimiento por el cual ha pasado, no podemos excluir que haya chocado antes una o más veces con la Tierra, siempre que admitamos que estos choques hayan tenido el carácter elástico al que hemos hecho alusión.

Por lo tanto, el problema de la seguridad para el satélite interno a su propio óvalo, denominado de Hill, por el nombre de quien lo encontró y que fué el fundador de la moderna teoría de la Luna, no ha sido todavía resuelto. Unicamente, cuando se presente el peligro y el satélite esté avanzando pavorosamente hacia un centro, penetrando en una pequeña área que lo circunda y que el cálculo permite definir (Levi-Civita), solamente entonces se podrá decir si el choque se producirá o no se producirá. Mas este aserto tiene poco valor pues, no excluye que el punto salga de esa pequeña área para volver a ella más tarde y que el inseguro peligro se presente nuevamente.

Para el problema general de los tres cuerpos, que no involucre ninguna restricción de masas, podemos decir menos aún que para el problema restringido, por lo que se refiere a previsiones lejanas. De todas maneras, en base al cálculo de la energía que corresponde al sistema, ejecutable con la ayuda de la observación, se puede afirmar que, si ésta es siempre mayor que cero, el sistema se separa, con el andar del tiempo, en dos sistemas elementales: dos cuerpos vecinos y uno de ellos extremadamente lejano, situado tan lejos que los dos aparecerán reunidos en uno. El fin es por lo tanto un movimiento, elíptico para los dos cuerpos vecinos y siguiendo una trayectoria parabólica o hiperbólica para el cuerpo dispersado (Chazy).

Empero, puede darse también el caso en que los tres cuerpos tiendan todos hacia órbitas parabólicas o hiperbólicas, que se dispersen así en el espacio infinito y que dos de ellos si el otro fuese el Sol, resulten condenados a un enfriamiento completo.

Si, por otro lado, la energía es menor que cero, entonces el sistema no dispone de recursos para tales excursiones y todo lleva a creer que el movimiento se desarrollará siempre en lo finito.

En cuanto a los choques, se presentan dos eventualidades: la colisión general o "choque ternario", la colisión parcial o "choque binario". La primera puede preverse fácilmente en base a los datos y sólo se presenta excepcionalmente, mientras que la segunda es aún menos previsible que en el problema restringido.

II

Cuando se estudia el movimiento de los sistemas mecánicos ideales, como serían los que acabamos de considerar, de dos, tres o más cuerpos, se prescinde de una causa que influye sobre el movimiento y a la cual, más o menos, no se sustrae ningún sistema mecánico efectivo, ya sea que pertenezca a la técnica o a la mecánica celeste. Trátase siempre de las acciones denominadas "disipantes": roces, resistencias de varias naturalezas, histéresis o "memoria" de los materiales, causas todas que degradan rápida o lentamente la energía inicial del movimiento en calor.

Es un hecho que en los sistemas astronómicos estas acciones son muy tenues, de manera que se tiene buen derecho para despreciarlas cuando se mira al estudio del movimiento en un lapso de tiempo que no sea extremadamente grande, pero no ya si se mira a la realidad en toda su extensión y si se quiere atribuir a la variable tiempo un valor *arbitrariamente grande*.

Con esta última intención pasemos a precisar donde residen principalmente estas acciones disipantes.

H. Darwin primero, atribuyó sistemáticamente estas acciones a las mareas, al movimiento de los océanos sobre los núcleos que ellos recubren, a las deformaciones de los núcleos mismos como consecuencia del variar de la atracción de punto a punto y de la rotación del planeta —que actúa de tal manera que éste corre continuamente en busca de una configuración de reposo que no es más que un fantasma— corresponde un consumo incesante de energía mecánica.

Tenemos degradación en calor, por un lado en la histéresis de los núcleos, que son elásticos aunque aparezcan prácticamente rígidos, y por el otro en el roce sobre el fondo de los mares, en la viscosidad en el seno de los mismos, en el choque incesante de las olas que se rompen.

Es así como la energía mecánica que tiene el sistema al inicio del movimiento se dispersa lentamente en calor. Esa energía no se mantiene más constante como suponíamos anteriormente, mas dis-

minuye o, mejor dicho, se degrada pero no hasta llegar al mínimo absoluto que reside en el reposo de una condensación final, resultado de sucesivas colisiones no elásticas: una barrera se opone a un tal fin. Se trata aquí de un teorema fundamental de la mecánica, que se denomina, teorema del momento de las cantidades de movimiento.

Sin profundizar el significado técnico de este teorema que casi ha adquirido la dignidad de principio, diremos que en virtud a él, se imponen tres condiciones al movimiento, a las cuales justamente no satisface aquel reposo después de la concentración, sino en un caso completamente excepcional.

Para ilustrar este teorema a través de sus consecuencias, diremos, que gracias a él podemos llegar a notables conclusiones, es decir: el aumento de la velocidad rotacional de una masa flúida en rotación que se contrae por enfriamiento y, a la inversa, su disminución cuando la masa se expande por un fuerte recalentamiento. Además, siempre con el mismo principio, pueden preverse todos los movimientos que podría hacer quien estuviera libre en el espacio o sobre una mesa que gira alrededor de un perno y que dispusiera de un giróscopo en rápida rotación, etc.

Este teorema excluye el reposo final subsiguiente a la condensación del sistema. La energía tiende hacia un mínimo compatible con los vínculos que el mismo impone; trátase entonces, como dicen los matemáticos, de un mínimo condicionado. Ella disminuye por la acción disipante, como quien quisiera acercarse al fondo de un valle sin apartarse de un sendero preestablecido, y no puede llegar al punto más bajo, sino en caso excepcional, es decir, cuando pasa por ese punto el sendero recorrido. En toda otra circunstancia podrá siempre alcanzar un punto más bajo entre los que puede recorrer, pero es un "más bajo" condicional.

¿Cómo se comportará el movimiento en correspondencia a estos mínimos condicionados de la energía?

Lord Kelvin que, primero, formuló estas consideraciones a las que se refiere Darwin en sus aplicaciones cosmogónicas, sistemáticas, de las mareas, se detuvo sobre el sistema Tierra-Luna; supuso a esta última como dotada de movimiento circular alrededor de la Tierra y la imaginó perfectamente esférica.

Así descubrió que si la Luna tiene actualmente su período de rotación igual al de revolución, es decir, presentándonos, como bien lo sabemos, la misma cara, lo que equivale a decir que da una vuelta sobre sí misma mientras da una vuelta alrededor de la Tierra, todo ello es una consecuencia de las mareas.

Mas, el criterio adoptado por Kelvin falló cuando se quiso extenderlo a sistemas apenas un poco más complejos, ni tampoco ese sabio se preocupó de llevar más lejos su idea.

Sin embargo, esa idea maduró recientemente de la manera más imprevista. Los resultados fueron sugestivos. Permítaseme citar algunos entre ellos que aparecen sobresalientes.

Supongamos, en primer lugar, que los cuerpos tengan una estructura redonda o, como se dice en Mecánica, giroscópica. Fijemos la atención sobre uno de estos cuerpos en el espacio y consideremos no solamente el movimiento de su baricentro sino también aquel que es relativo al mismo.

Está dotado de una rotación alrededor de cierto eje o, más generalmente, de un movimiento denominado de "precesión", del que tenemos un conocimiento muy común examinando el movimiento de un trompo (que es un giróscopo) girando alrededor de su eje de simetría (eje de figura) el que, a su vez, se mueve sobre la superficie de un cono.

Imaginemos entonces al sistema planetario constituido por cuerpos de esta naturaleza dotados todos, no solamente del movimiento orbital, sino de movimiento de precesión. ¿Cuál será el final?

Y bien, he demostrado que (*), *cualquiera sea el estado inicial del movimiento, salvo el caso excepcional de la condensación general del sistema, ocurrirá que todos los cuerpos llevarán sus baricentros sobre un único plano, mientras los conos de precesión sobre los que se mueven los ejes de figura, irán cerrándose lentamente. Dichos baricentros se irán trasladando, a su vez, sobre circunferencias de centro común y todas serán recorridas en igual tiempo, de manera que se constituirá un verdadero polígono rígido en rotación, el cual, si los cuerpos fueran tres solamente, sería un triángulo equilátero. Una vez cerrados los conos, el movimiento propio de cada planeta se transformará en una rotación alrededor de ejes todos paralelos y enderezados normalmente al plano del movimiento y, mientras cada uno dará una vuelta sobre sí mismo, recorrerá enteramente su propia trayectoria circular.*

Para todos, en consecuencia, el año resultará igual al día y todos se presentarán mutuamente la misma cara.

Si para entonces existiera humanidad y se hubiera perdido todo vestigio de la actual Mecánica Celeste para recomenzar de nuevo, un nuevo Kepler no encontrará más sus leyes y resultará difícil enunciar la ley de la atracción universal.

Corresponde notar que, en general, los cuerpos tienen una estructura redonda hasta cierto punto; si los examinamos más atentamente ellos aparecen como elipsoides de tres ejes.

Si tenemos en cuenta esta circunstancia, podemos decir bastan-

(*) "Rendiconti della R. Accademia dei Lincei". 1932-33.

te más, y, precisamente que *el polígono rígido se reducirá a una recta. Sobre ella se alinearán los cuerpos elipsoidales según sus ejes mayores, de manera que todos se irán mostrando mutuamente siempre la misma cara y la recta, a su vez, girará en un plano el cual, nótese bien, está prefijado por los datos iniciales de partida, es decir, desde la Creación.*

Cada planeta verá en el cielo solamente a dos entre los demás, pues los otros le quedarán ocultos constantemente. Con excepción de los dos próximos al Sol, todos tendrán noche eterna sobre una de sus mitades y eclipse eterno sobre la otra.

Si los cuerpos no son elipsoidales sino que tienen una estructura cualquiera, el resultado permanecerá substancialmente el mismo; es suficiente referirse adecuadamente a los llamados "elipsoides centrales de inercia" de los mismos, figuras que pueden dibujarse con facilidad y de una manera única para cada cuerpo, cualquiera que sea la forma y distribución de las masas que los constituyen.

¿Se llegará a un tal estado final o, a su aproximarse, las causas mismas se amortiguarán tanto hasta resultar del todo insensibles los efectos?

Para tiempos arbitrariamente grandes la pregunta podría resultar hasta inútil. Empero, constituye otra cuestión si un sistema planetario pueda en realidad llegar al infinito, si la materia pueda llegar a tanta vejez sin morir y renacer más tarde, descompaginando la armonía que las acciones disipantes han ido tejiendo lentamente con incorrumpida paciencia.

Las presiones luminosas, la radioactividad, el polvo cósmico, las correcciones relativistas, etc., en fin, toda la paleta tan genialmente utilizada por los astrofísicos modernos y sobre todo por Jeans y Eddington, tal vez dirijan al sistema sobre otro camino, camino que es inútil buscar hoy y en el futuro pues, aún si la Mecánica y el análisis se desarrollaran hasta el extremo, deberíamos siempre conocer, por lo menos en un instante, con rigor, el estado de movimiento del universo, lo que es imposible "a priori", no sólo efectiva sino también idealmente.

Es así como caemos siempre en los sistemas aproximados, más o menos, a los reales.

De todas maneras los resultados cosmogónicos de estas consideraciones, dejando a un lado aquellas sugerencias que puedan proporcionar, tratados debidamente, resultarán útiles, tal vez, en todos los casos y particularmente, como lo observa Shapley, si se aplican a aquellos jóvenes sistemas binarios que son las estrellas dobles, que tanto interesan a la Astronomía moderna.

NOTICIARIO ASTRONÓMICO

NOTAS COMETARIAS. — Nuevas tentativas de observar el cometa Van Gent en La Plata se vieron frustradas por el pésimo tiempo que reinaba durante todas las noches sin Luna; pero en Córdoba fué seguido hasta el 6 de agosto por lo menos, siendo entonces de magnitud $13\frac{1}{2}$ y hallándose en A. R. 11 h 53 m, Decl. -12° , en la esquina Norte precedente de la constelación *Corvus*, la que cruzaba desde Crater hacia Virgo. Quedará en Virgo por mucho tiempo todavía, pero su brillo disminuye ya marcadamente. Si bien su movimiento no se apartaba mucho de las efemérides calculadas en base a los elementos de Jackson, sin embargo nuestro consocio señor J. Bobone ha calculado nuevos elementos, basándolos en un arco de 53 días y deduciendo:

| | |
|---|-----------------|
| Tiempo de Perihelio 1944 julio 17,67367, T.U. | |
| Nodo al Perihelio | 337° 0' 11",1 |
| Longitud del Nodo | 202 43 24 ,4 |
| Inclinación | 95 0 56 ,3 |
| Distancia en Perihelio | 2,225 3425 U.A. |

} 1944,0

El cometa Du Toit también se aleja de nosotros, aunque con la probabilidad de que lo volvamos a ver después de unos años, pues el carácter elíptico de su órbita ha quedado plenamente confirmado por nuevos elementos, deducidos por el señor Bobone en base a un arco de 60 días y que rezan:

| | |
|--|-----------------|
| Tiempo de Perihelio 1944 junio 17,49027 T.U. | |
| Nodo al Perihelio | 257° 0' 39",6 |
| Longitud del Nodo | 22 22 55 ,0 |
| Inclinación | 18 45 8 ,4 |
| Distancia en Perihelio | 1,277 1421 U.A. |
| Excentricidad | 0,788 7823 |
| Período | 14,868 años |

} 1944,0

Durante septiembre estará en la constelación *Sculptor* y en octubre y buena parte de noviembre estará cruzando *Aquarius*, siempre con una ascensión recta de 23 horas y minutos y declinación austral que disminuye paulatinamente.

Pero los cometas que no disminuyen en brillo y demás características grandiosas son los imaginarios del señor C. Muñoz Ferrada. Hace casi dos años que este señor predijo, con fecha exacta y lujo de detalles fantásticos, la aparición de un cometa, mayor que el de Halley, que se movería en órbita elíptica con período de 6328 años (*). Tal aparición, por supuesto, no se produjo en la fecha señalada, ni en otra que posteriormente anunció como rectificación. Casi habíamos olvidado este fatídico cometa y su "dueño", cuando un buen día éste cruza la cordillera para aparecer en Mendoza y dar allí a mediados de julio, una conferencia sobre "Cometas y Terremotos" y, a principios de agosto, otra igual o semejante en Rosario. En ellas insistió que su cometa fué observado, discutido y confirmado en círculos científicos de varias partes (que nombra a su antojo), que lleva el nombre de él por resolución de la Royal Astronomical Society y que se acerca a la Tierra un gigantesco cometa (¿será el mismo u otro?) que asombrará al mundo. Por añadidura, y lo que es más grave, predijo que, a partir del 13 de agosto y a causa de la actividad atractiva de los planetas, habría un nuevo terremoto en Chile, maremotos frente a Buenos Aires y, en la parte norte del desierto de Sahara, un terremoto con grietas de miles de metros.

Los que hemos tenido la suerte de cursar cosmografía pudimos darnos cuenta en seguida, que las causas invocadas no tienden a los efectos fantásticos pronosticados, pero desgraciadamente una porción apreciable de la población se alarmó, y los observatorios, no solamente los oficiales sino también el nuestro, se vieron en la obligación de desmentir los pronósticos.

B. H. D.

PREDICCIONES RESPECTO A LAS MANCHAS SOLARES.

— El hecho de que la frecuencia de las manchas solares tiene un período de cerca de 11 años es ya harto conocido; también se han hecho ya muchos estudios y análisis de la curva de variación de su frecuencia, pero con el objeto de hallar o confirmar supuestas correlaciones con distintos fenómenos terrestres. El doctor W. Gleissberg, del Observatorio de la Universidad de Istanbul, en cambio, ha efectuado un extenso estudio de la curva en sí y ha deducido varias "leyes de probabilidad" respecto a las varias características de las sucesivas ondas de la curva. Con ellas se ha sentido en condición de hacer predicciones sobre el próximo ciclo de manchas, y en una publicación aparecida hace algo más de un año, predijo que

(*) Ver REVISTA ASTRONÓMICA, Tomo XIV, pág. 314.

el "número relativo alijado" muy probablemente (dice probabilidad 86 %) pasará de 145 en el próximo máximo, un número que ha sido excedido solamente por los de 1778 y 1837, en todo el intervalo desde que se lleva anotaciones de su frecuencia. Anunció también, asignando probabilidad de 91 %, de que el "período reducido" de aumento, o sea desde un valor de la cuarta parte hasta el máximo, y que normalmente es de 35 meses, sea menor de 32 meses esta vez. En una publicación más reciente (N.º 22 de dicho instituto) agrega la predicción de que el "período reducido" de disminución será excepcionalmente largo, pues hay —dice— probabilidad de 91 % de que dure más de 70 meses, lo que en los 18 ciclos hasta ahora registrados ha ocurrido una sola vez.

En fenómenos complejos como es evidentemente la frecuencia de las manchas, se ha considerado siempre de dudoso valor la predicción en base a expresiones empíricas deducidas sin conocimiento del verdadero carácter de los distintos períodos superpuestos, de manera que estas predicciones todavía no deben servir, como lo podrían las predicciones de un eclipse, como base para otras consideraciones. Y sin embargo puede ser que con esta investigación se haya adelantado unos pasos hacia la comprensión del fenómeno, de manera que merecen la alerta para ver si efectivamente las predicciones se cumplen. Debemos recordar que el adelanto de las ciencias se hace por los pasos sucesivos de: observación, correlación, deducción, predicción y comprobación.

Dw.

"NO HAY MAL QUE POR BIEN NO VENGA". — En la memoria anual del Observatorio de Mount Wilson, y entre muchas otras cosas, se comunica que el oscurecimiento impuesto en Los Angeles y sus alrededores por las condiciones de guerra, ha tenido como una de sus consecuencias, una marcada disminución en la luminosidad del cielo sobre dicha región urbana. Esto ha permitido a los observadores de Mount Wilson una duplicación del tiempo de exposición de sus placas sin aumento del velo, obteniéndose así buenas fotografías de estrellas variables extremadamente débiles y de nebulosas extragalácticas, que no habría sido posible conseguir bajo las condiciones reinantes durante los años inmediatamente precedentes.

Dw.

NOTICIAS DE LA ASOCIACION

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

Fundador

Señor JULIO ANDRÉS MILLÉ, estudiante, Alvear 701, Martínez, provincia de Buenos Aires; presentado por Andrés Millé y Antonio Millé.

Activos

Señor HÉCTOR FERNÁNDEZ GUIDO, profesor, Convención 1515, Montevideo, R. O. del Uruguay; presentado por E. A. Rebaudi y J. Galli.

Señor RAFAEL N. SÁNCHEZ, estudiante, Pedro Gyena 1218, Buenos Aires; presentado por E. A. Rebaudi y A. Pegoraro.

Señor FRANCISCO RUTZ, mecánico, Juan B. Justo 4671, Buenos Aires; presentado por C. L. Segers y A. Völsch.

Señor LUIS GOTELLI, rentista, Yermal 176, Buenos Aires; presentado por A. Pegoraro y B. H. Dawson.

Señor ENRIQUE M. SESSAREGO, comerciante, Páez 1765, Buenos Aires; presentado por A. Pegoraro y J. Galli.

Señor ENZO MARIO MAIDA, químico industrial, Navarro 3085, Buenos Aires; presentado por A. Pegoraro y José R. Naveira.

Señor EUSEBIO ALBERTO SCAPUZZI, ingeniero agrimensor, Metán 4129, Buenos Aires; presentado por J. Galli Aspes y C. L. Segers.

Señor MIGUEL RODRÍGUEZ, ingeniero hidrógrafo, Rodríguez Peña 541, Buenos Aires; presentado por A. Pegoraro y C. L. Segers.

Señor ENRIQUE CARIDE, comerciante, Cangallo 315, Buenos Aires; presentado por José R. Naveira y Arturo Bocalandro.

Señor ORLANDO A. MUSSO, empleado, México 147, Buenos Aires; presentado por Carlos Caldalda y J. E. Mackintosh.

CURSOS QUE SE DICTAN EN LA SEDE SOCIAL. — Continúan con nutrida concurrencia de asociados los cursos que se iniciaron en el mes de junio último.

El señor José Galli ha dado fin a las clases teóricas sobre "Fotografía astronómica para aficionados", para continuar con las clases prácticas.

El curso "Introducción a la astrofísica", a cargo del doctor Ulises L. Bergara, que se dictaba los días viernes, se efectúa ahora los días miércoles, a la misma hora.

El 26 de agosto último se inició el curso de "Construcción de telescopios", a cargo de nuestro consocio señor José Cousido y del señor Armando Cecilio, y se realiza los días sábados a las 16 horas.

En el mes actual se inició también el curso de "Algebra", a cargo de nuestra consocia profesora Sofía Spunberg, y las clases tienen lugar los días viernes, a las 18.30 horas.

ACTOS CULTURALES. — El 9 del corriente tuvo lugar en el salón de actos de la Asociación, la disertación sobre *Desarrollo del conocimiento humano acerca de la influencia astronómica sobre las mareas*, que estuvo a cargo de nuestro consocio ingeniero hidrógrafo Miguel Rodríguez. Al acto concurrió gran cantidad de asociados y público.

EJECUCION DE JARDINES ALREDEDOR DEL EDIFICIO SOCIAL. — Transcribimos a continuación la resolución recaída sobre el expediente en cuyo trámite esta Asociación solicitó a la Municipalidad de la Capital la ejecución de los jardines que rodean nuestro edificio social:

Vistas estas actuaciones, atento a lo que resulta de las mismas y haciendo uso de las facultades acordadas por Decreto N.º 7162/943, del Superior Gobierno de la Nación, exímese a la Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía" de la obligación de construir jardines en los espacios libres del terreno concedido para construcción de su edificio social, en el Parque Centenario, a que se refiere la Ordenanza N.º 10414, y autorízase a la Dirección de Paseos para que tome a su cargo la construcción y conservación de tales jardines, dejándose establecido que los mismos quedarán librados al público, sin cereos ni impedimento alguno que restrinja su uso. Asimismo, autorízase la firma del convenio de que tratan estas actuaciones, con las modificaciones que implica el presente decreto. Para su conocimiento, notificación del caso y demás fines, pase a las Direcciones de Paseos y Bienes Raíces. Firmado: *Caccia*.

LA COMISION DIRECTIVA.

BIBLIOTECA

PUBLICACIONES RECIBIDAS

a) Revistas.

ANALES de la Sociedad Científica Argentina, Buenos Aires. — Junio de 1944, Algunas investigaciones sobre circulación atmosférica, *E. L. Díaz*.

BOLETIN de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba; tomo XXXVI, 4.

BOLETIN MATEMATICO, Buenos Aires; julio de 1944.

CIENCIA Y TECNICA, Buenos Aires; agosto de 1944.

ESTUDIOS, Buenos Aires; agosto de 1944.

LA INGENIERIA, Buenos Aires; junio de 1944.

MONTHLY NOTICES of the Royal Astronomical Society, London; vol. 104, N. 1, 1944. — Solar Flares and Magnetic Storms, *H. W. Newton*. - Relation between Magnetic Storms and Solar Activity, *C. W. Allen*. - Sunspot Prominences - Some Comparisons between Limb and Disk Appearances, *M. A. Ellison*. - On the Distribution of Intensity within the Solar Corona, *H. A. Brück*. - Note on the Wave-Length of the Sodium Line D_2 in the Sun, *J. Evershed*. - The Problem of an Accurate Determination of the Relativistic Light Deflection, *E. F. Freundlich, W. Lederman*. - The Schmidt-Cassegrain Systems and their Application to Astronomical Photography.

MUNDO HOSPITALARIO, Buenos Aires; Nos. 55 y 56.

OMNIA, Buenos Aires; Nos. 23 y 24.

POPULAR ASTRONOMY, Northfield, Minn., U. S. A., April 1944. — Sunspots and the Weather, *W. G. Bowerman*. - The Moon and the Cause of Optical Illusions, *A. H. Korn*. - Easter Reckoning Made Easy, *G. W. Walker*. - Coordinate Numbers for Stars etcetera, *F. C. Leonard*. - Photographing a Penumbral Eclipse, *A. H. Farnsworth*. - The Distribution of the Stars as a Function of Spectral Class, *R. B. Baldwin*.

—, May 1944. — The Material of Interstellar Space, *C. S. Beals*. - Sunspots and the Weather (concluded), *W. G. Bowerman*.

PUBLICATIONS of the Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, Cal., U. S. A.; April 1944. - The Pleiades, *R. J. Trumpler*. - The Mexican Eclipse Expedition to Perú, *J. Gallo*. - Suggestions for Infrared Observations of the Solar Corona, *P. Swings*. - Notes from Observatories.

REVISTA de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá, Colombia; vol. V, N.º 19, diciembre de 1944. — De Copérnico a Laplace. - Discusión académica (Crítica al estudio "La Entidad de la Física"), *F. A. Weil* y Comentario por *D. Rozo*. - El Instituto Geofísico de los Andes colombianos, *J. E. Ramírez, S. J.*

REVISTA de la Liga Naval Argentina, Buenos Aires; mayo, julio de 1944.

REVISTA de la Sociedad Científica del Paraguay, Asunción; tomo VI, 1 y 2.

SKY AND TELESCOPE, Cambridge^a Mass., U. S. A.; June 1944. — The Galactocentric System, *P. van de Kamp*. - The Nature of Cosmic Rays, II, *W. F. G. Swann*. - The Sun and Eclipses, *M. Lockwood*. - The Rotation Period of Saturn, *H. B. Pettit*.

—, July 1944. — The Asteroids: Historical, *W. P. Hirst*; The Observation of Minor Planets, *H. E. Wood*. - The Nature of Cosmic Rays, III, *W. F. G. Swann*. - Summer Stars, *M. Lockwood*.

THE JOURNAL of the British Astronomical Association, London, Inglaterra; July 1944. — Account of the Solar Eclipse on 1944 January 25, *D. J. Holland*. — A Compact Knife-Edge Apparatus for the Foucault Test, *J. V. Thomson*. — Ancient Gnomonics, *H. L. Kelly*. — Solar Observations with Unsilvered Mirrors, *Rev. W. Rees Wright*. — "A Hole in the Heavens", *P. Doig*. — Obscured Areas in Scorpio, *P. J. Melotte*.

VARIABLE COMMENTS of the American Association of Variable Star Observers, Cambridge, Mass., U. S. A., vol. IV, 8-9. — 32nd Annual Meeting of the A. A. V. S. O., *M. Williams*. — 12th Annual Report of the Recorder, 1942-43, *L. Campbell*.

b) Obras varias.

IDIART, S. — Nueva Interpretación de la Gravitación Universal. (*Envío del Autor*).

LEE CYR, D. — Life on Mars. (*Donación de B. H. Dawson*).

STUKER, P. — Stern-Atlas für Freunde der Astronomie. Enthaltend die Sterne bis 7,5 nebst Katalog der wichtigsten Veränderlichen, Doppelsterne, Sternhaufen und Nebel: I - Die Äquatorzone, von $D = + 30^\circ$ bis $D = - 30^\circ$; II - Der Nordhimmel, von $D = + 30^\circ$ bis $D = + 90^\circ$; III - Der Südhimmel, von $D = - 30^\circ$ bis $D = - 90^\circ$. (*Donación de José Galli*).

COPPETTI, M. — Tablas de Logaritmos, Trigonométricas, de Intereses Compuestos y Anualidades, de Constantes Usuales, Formulario, etc.

COPPETTI, M. y *CRAVOSSO, M.* — Mapa Estelar Figurado. (*Envíos del señor M. Coppetti*).

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA PLATA. — Valores de la Aceleración de la Gravedad, determinados por personal del Observatorio Astronómico durante los años 1936 y 1941. (*Publ. Obs. La Plata, Serie Geodésica, tomo I, N.º 2*).

Donación del señor E. Rebaudi Durand:

F. G. M. — Exercices de Géométrie, comprenant l'exposé des méthodes géométriques et 2000 questions résolues.

GABRIEL, E. — Eléments de Topographie et Tracé des Voies de Communication.

Donación del señor José Galli Aspés:

ROSSI, B. — Le attuali conoscenze sul fenomeno della radiazione cosmica. (Con versión en francés).

BOWEN, I. S. — The Galactic Nebulae. (Con versión en francés).

ANTONIADI, E. M. — Considérations sur la rotation des satellites.

Envío del doctor Harlow Shapley, Director del Harvard College Observatory:

LEAVITT, H. S. — The North Polar Sequence. *Ann. H. C. O.*, vol. 71, N.º 3.

Harvard Standard Regions. *Ann. H. C. O.*, vol. 71, N.º 4.

H. C. O. BULLETIN, N.º 781. — North Polar Sequence, RX Pavonis. Skjellerup's Comet. Five New Variable Stars. New Spectrum of Class O. Period of V Hydrae. Nova Aquilae 1918.4. Period of W Tauri.

EL BIBLIOTECARIO.

ASOCIACION ARGENTINA "AMIGOS DE LA ASTRONOMIA"

(Personería Jurídica por decreto de mayo 12 de 1937)

COMISION DIRECTIVA

Presidente: Sr. JOSE R. NAVEIRA - **Vicepresidente:** Prof. JOSE H. PORTO
Secretario: Sr. CARLOS L. SEGERS - **Prosecretario:** Sr. J. EDUARDO MACKINTOSH
Tesorero: Sr. ANGEL PEGORARO - **Protesorero:** Sr. JOSE GALLI

Vocales Titulares:

Sr. CARLOS CARDALDA - Dr. BERNHARD H. DAWSON
Sr. OSCAR S. BUCCINO

Vocales Suplentes:

Sr. JOSE GALLI ASPES - Sr. LUIS MOLINA GANDOLFO

NOMINA DE SOCIOS

FUNDADORES

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| † Sr. Valentin Aguilar | Dr. M. A. Calán de Malta | Sr. Juan José Nissen |
| Sr. Adolfo C. Alisievicz | Sr. Enrique Callegos Serna | Sr. Juan Pataky |
| Dr. Alberto Barni | Sr. José Galli | * Sr. Angel Pegoraro |
| Dr. Ulises L. Bergara | Sr. José Galli Aspes | * Prof. José H. Porto |
| Dr. Hugo J. Berra | Ing. Ricardo E. Garbesi | † Prof. José M. Ruzo |
| Sr. Jorge Bobone | † Dr. Juan Hartmann | † Dr. Homero R. Saltalamacchia |
| * Sr. Carlos Cardalda | Sr. Carlos Havenstein | Sr. Domingo R. Sanfeliú |
| * Sra. Ceferina P. de Cardalda | † Sr. Maximino Lema | Sr. Carlos L. M. Segers |
| † Sr. Juan A. Carullo | Sr. Luis H. Lanús | Sr. Laureano Silva |
| Sr. Alfredo Cernadas | Sr. Xenofón F. Lurán | Sr. Juan G. Sury |
| † Sr. N. S. Cernogorcevich | Sr. J. Eduardo Mackintosh | Sr. Martín Tornquist |
| * Sr. Arturo B. Colombres | Sta. Sara Mackintosh | † Sr. Juan Viñas |
| Sr. Francisco Curutchet | Sr. Carlos A. Mignaco | † Dr. Rubén Vila Ortiz |
| Sr. Martín Dartayet | * Sr. Julio Andrés Millé | Sr. Eugenio Vogt |
| * Dr. Bernhard H. Dawson | Sr. Luis Molina Gandolfo | Sr. Alfredo Völsch |
| Sr. Walter Eichhorn | Dr. Adolfo Mugica | Firma Carl Zeiss |
| Sr. Enrique F. C. Fischer | Sra. Elina F. B. de Naveira | |
| Sr. Francisco J. L. Fontaine | * Sr. José R. Naveira | |

ACTIVOS

| | | |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Sr. Félix Abrate | Sr. Adolfo Castro Basavilbaso | Dr. Enrique Gaviola |
| Prof. Argentino V. Acerboni | Sr. Carlos Catalá Garay | Dr. Miguel Geldstein |
| R. P. José Alcón Robles | Dr. Adulio A. Cicchini | Sr. Leopoldo Genovesi |
| Srta. Delia R. Aldao Agote | Sr. Jorge G. Colombres Posse | Ing. Roberto E. van Geuns |
| Arq. Carlos Federico Ancell | Sr. Hermenegildo Cordero | Sr. Benito González |
| Sr. Carlos P. Anesi | Sr. Angel V. Corletta | Ing. Carlos González Beausnier |
| Sr. Antonio Arana | Prof. Rubén B. Cornell | Sr. Agustín Carlos Gorchs |
| Dr. Ernesto Araujo | Dr. Juan Carlos Costas | Sr. Otón Corsten |
| Sr. Carlos D. Arbona | Dr. Juan B. Courbet | Sr. Luis Gotelli |
| Ing. José L. de Ariño | Sr. José Cousido | Sr. Gustavo Gottlieb |
| Sr. Domingo A. Badino | * Dr. Julio A. Cruciani | Sra. Lía Gottlieb |
| Ing. Edgar Vance Baldwin | Dr. David Curotto Costa | Dr. Adolfo Güemes |
| Sr. Carlos Emilio Balech | Sr. Arsenio Naredo Cuvillas | Dr. Luis Güemes |
| Prof. José Banfi | Sr. Alexander Czysch | Sta. María L. Gutiérrez |
| Ing. Antonio T. A. Barbato | Sr. Juan Carlos Dawson | Sr. Mario R. P. Gutiérrez Burzaco |
| Dr. Mateo Barmasch | Sr. Alejandro C. Del Conte | Sr. Pablo Haudé |
| Sr. José Barral Souto | Dr. Heriberto C. del Valle | Sr. Edgardo Hilaire |
| Sr. Oscar Juan Beltrán | Ing. Daniel P. Dessein | Sr. Gualberto M. Iannini |
| Sr. Raúl A. Bellocchio | Sr. Humberto J. Di Bella | Sr. Arturo Irrazábal |
| Sr. Roderico Bergeonneau | Prof. Domingo E. Dighero | Prof. Julián Iza |
| Prof. Teresa Berrino de Musso | Dr. Emigdio di Paolo | Sr. Luis Jiménez |
| Sr. Enrique Blaisten | Ing. Cirilo G. Dodds | Sr. Justo Justo |
| Sr. Odon M. Blanco | Prof. Florentino M. Duarte | Ing. Rodolfo Kubli |
| Sr. Segundo Bobba | Sr. Alberto Dufour | Sr. Andrés Lagomarsino |
| Sr. Juan Bobbio | Dr. Fernando Joaquín Durando | Sr. Pedro Lander |
| Sr. Arturo Bocaíandro | Sr. Carlos Rodolfo Eifrig | Sr. Jorge Landi Dessy |
| Sr. Atilio Bodini | Dr. Julio N. Elola | Sr. Germán Lapidó |
| Sr. César Boglietti | Sr. Fernando Ellerhorst | Sr. Mauricio Larivière |
| Dr. Carlos Bonfanti | Sr. Carlos Engwald | Ing. Antonio Lascurain |
| Ing. Ernesto N. Bontempo | Sr. Ricardo Etcheberry | Dr. Bertoldo Cr. Laub |
| Sra. Matilde B. de Bordet | Ing. Jorge Fernández | Ing. Bernardo Laurel |
| Dr. Arquimedes D. Borzone | Sr. Domingo Fernández Beschtedt | Sr. Carlos Juan Lavagnino |
| Sr. Heriberto Frank Brown | Sr. Emilio Fernández Cardelle | Sr. Abel Alfredo Lazzarini |
| Sr. Oscar S. Buccino | Sr. Juan M. Fernández Cardelle | Prof. Cosme Lázaro |
| Sr. Ulysse A. Buhler | Prof. Héctor Fernández Guido | Sr. Esteban Leedham |
| Ing. Rafael L. Cabezas | Ing. Manuel A. Fernández Marelli | Sr. Valdemar Lehmann |
| Ing. Emanuel S. Cabrera | Prof. Federico F. de Monjardín | Sr. Ramón Lequerica |
| Sr. José Cahué | Dr. Alberto E. J. Fesquet | Sr. Carlos Leroff |
| Sr. Alfredo Calleja | Dr. Pedro Raúl Figueroa | Sra. E. von Steiger de Lesser |
| Dr. José M. del Campo | Sr. Rómulo A. Forchieri | Dr. Enrique Loedel Palumbo |
| Ing. Juan Jorge Capurro | Sr. Carlos Raúl Fourcade | Dr. Niceto S. de Lóizaga |
| Sr. Enrique Caride | Sr. César Frankel | Sr. Enrique López |
| Sr. Rodolfo Grauer Carstensen | Ing. Alfredo G. Galmarini | Sr. Manuel López Alvarez |
| Sr. Modesto Castiglioni | Sr. José B. García Velázquez | Sr. J. Hugo López Centeno |
| | | Sr. Germán Loustalan |

NOMINA DE SOCIOS

ACTIVOS

(Continuación)

| | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Sr. Carlos Eastman Lowry | Ing. Jorge A. Pegoraro | Ing. Jorge Sahade |
| Dr. Belisario Llanos | Ing. Oscar Penazzio | Ing. Gabriel A. Salomone |
| Sr. Enzo Mario Maida | Sr. Juan A. del Peral | Sr. Luis Salvadori |
| Dr. Salvador F. Maldonado Moreno | Sr. Enrique A. Pérez | Dr. Rubén Sampietro |
| Ing. Virginio Manganiello | Prof. Eugenio Perruelo | Sr. Rafael Sánchez |
| Prof. José Marelli | Dr. Nicolás Perruelo | Dr. Raúl M. Sarmiento |
| Sr. Juan O. Mariotti | Dr. Alberto Ernesto Petroli | Ing. Eusebio A. Scapuzzi |
| Sr. Francisco Masjuán | Dr. Emilio Armando Petroli | Ing. Federico C. Schaufele |
| Dr. Leonardo Masoni | Sr. O. Piacquadio | Sr. Santiago Scopoli |
| Sr. Gerardo H. Mass | Ing. Rodolfo Piñero | Sr. Enrique M. Sessarego |
| Sr. Edmundo Mayr | Sr. Ricardo Pablo Platzek | Ing. Henry Gratian Sharpe |
| Ing. Héctor J. Médici | Sr. Guillermo del Ponte | Sr. Leopoldo Sicher |
| Sr. Manuel Pedro Migone | Srta. Rosa Elihet Ponte | Sr. Tomás R. Simmer |
| Ing. Antonio Millé | Ing. Natalio Ponti | Sr. Francisco E. Souilhé |
| Prof. Ernesto Arturo Minieri | Sra. María I. Posse de Palau | Ing. Alfonso G. Spandri |
| Capt. Torcuato Monti | Ing. Enrique Pujadas (hijo) | Dr. Alfredo L. Spinetto |
| Srta. Magdalena A. Moujan Otaño | Sra. Olga Nelly Pujadas de Castilla | Dr. David J. Spinetto |
| Ing. César F. Moura | Sr. Juan Carlos E. E. Radaellio | Srta. Sofía Spunberg |
| Sr. Joaquín Luis Muñoz | Sr. Alfredo G. Randle | Sr. Jorge Starico |
| Sr. Orlando A. Musso | Sr. Bernardo Razquin | Sr. Emilio Stefanelli |
| Sr. Otmar Nacher | * Ing. Eduardo A. Rebaudi | Sr. Mario Stolerman |
| Dr. Juan J. Nágera | Ing. Emilio Rehuerto | Sr. Federico Stortini |
| Sr. Miguel C. Nava | Sr. Jorge Pedro Repetto | Ing. Rodolfo C. Taglioretti |
| Sr. Adolfo M. Naveira | Sr. Jorge Enrique Revnal | Ing. Alberto F. Taiana |
| Sr. Alfonso Naveira | Sr. Rodolfo Mario Riedel | Ing. José Tarragona |
| Ing. Alberto M. Naveira | Sr. Esteban F. Rigamonti | Sr. Federico A. Thomas |
| Sra. Elba R. Botto de Naveira | Sta. Victoria Rinaldini | Ing. Belisario Tiscornia |
| Sr. Enrique Naveira | Ing. Miguel Rodríguez | R. P. Ramón Torres |
| Ing. José Naveira (hijo) | Dr. Antonio Rodríguez de Fraga | Sr. Godofredo I. Valente |
| Sr. Manuel Naveira | Sr. Mario Rodríguez Loredo | Srta. Florinda E. Valsecchi |
| Srta. Matilde Naveira | Srta. Ruth Edith Rohpeter | Sr. José A. Velázquez |
| Sra. Violeta Cáceres de Naveira | Sra. Emilia Roger de Márquez | Sr. Guillermo Vilela |
| Sr. Federico Nebelung | Dr. Absalón Rojas | Ing. Gabriel Weber |
| Prof. Ernesto Nelson | Sta. Aurora E. Rojas E. | Mayor Walter G. Wermelskirch |
| Sr. José Olguin | Prof. Esteban Rondanina | Sr. F. Ricardo Werner |
| Sr. Alfredo T. Orofino | Prof. Catalina Rossell Soler | Prof. Dr. Alexander Wilkens |
| Sr. Augusto Eduardo Osorio | Dr. Enrique Ruata | Ing. Ricardo H. With |
| Sr. Angel Miguel Otta | Sr. Manuel Rubinstein | Ing. Luis María Ygartúa |
| Ing. Héctor Ottonello | Sr. Francisco Rutz | Sr. Vladimiro Zaritzky |
| Sr. José Páez Fernández | Sr. Raúl A. Ruy | Sr. Alberto Zavaro |
| Prof. Catalina Pansera | Capt. Luis Sáez Germain | |
| Prof. Angel Papetti | Dr. Carlos A. Sáenz | |
| Ing. Carlos A. Pascual | | |