

XVII - V

Nº. 111



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.
<b>Desintegración nuclear y origen de la energía solar.</b> El ciclo del Carbono - Nitrógeno de Bethe. por Rafael Grinfeld.	241
<b>Resolución analítica de triángulos de posición,</b> por Eduardo Rebaudi Durand.	254
<b>Medición de la distancia de la Tierra al Sol,</b> (Conclusión), por Harold Spencer Jones.	263
<b>Renuncia del Director del Observatorio de Córdoba.</b>	273
<b>Noticiario Astronómico.</b>	277
<b>Noticias de la Asociación.</b>	280
<b>Bibliografía</b>	281
<b>Biblioteca. - Publicaciones recibidas.</b>	283



Director Honorario: Bernhard H. Dawson

Director: Angel Pegoraro

Secretario: Carlos L. Segers

---

Dirigir la correspondencia al Director  
No se devuelven los originales.

---

DIRECCION DE LA REVISTA:

Avda. Patricias Argentinas 550  
(Parque Centenario)

U. T. 43-3366

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.

# DESINTEGRACION NUCLEAR Y ORIGEN DE LA ENERGIA SOLAR (\*)

## El ciclo del Carbono - Nitrógeno de Bethe

Por RAFAEL GRINFELD

(Para "REVISTA ASTRONOMICA")

**I**NTRODUCCION. *Energía que irradia el Sol.* — En mi conferencia anterior, sobre "Materia y Energía" (\*\*\*) desarrollé elementalmente la importante consecuencia de la "Teoría de la relatividad restringida" de Einstein, sobre la *equivalencia entre "masa" y "energía"*. Hoy, estoy invitado a exponer ante ustedes uno de los problemas más apasionantes de la astrofísica: ¿De dónde proviene la fantástica y aparentemente inagotable energía que nos envía, gentilmente, el brillante astro, centro del sistema planetario? ¿Cuál es el mecanismo que tiene lugar en el interior misterioso del Sol (y de las demás estrellas) que sea la fuente de tanta luz y calor, irradiados al espacio interestelar?

A continuación daré algunas cifras y haré algunas comparaciones con fuentes terrestres que nos pondrán frente a la inmensa energía solar enviada al espacio ininterrumpidamente, desde remotísimas épocas. Cuando menos, desde el origen de nuestro sistema planetario.

¿Cómo se determina dicha energía? De diversa manera y con variados dispositivos, llamados "actinómetros". Uno de ellos, el de Poulliet, consiste en una caja o recipiente metálico que contiene agua cuya superficie se expone a los rayos solares, normalmente a los mismos, durante un tiempo apropiado. Con un termómetro se observa y mide el aumento de temperatura del agua. Se obtiene así la *constante solar c*.

Esta constante es la cantidad de energía (calor) que recibe un centímetro cuadrado de superficie terrestre normal a los rayos solares en un minuto, previa corrección de la absorción atmosférica.

---

(\*) Conferencia, (ampliada) pronunciada por el autor en el Salón de Actos de la Asociación, el 4 de noviembre de 1944.

(\*\*) REVISTA ASTRONÓMICA, tomo XV, N.º 5, pág. 270.



Resulta, de tales medidas:

$$C = 1.94 \frac{\text{Cal}}{\text{min.} \times \text{cm}^2} = 1.350.000 \frac{\text{ergios}}{\text{seg.} \times \text{cm}^2} (*)$$

Con este dato experimental como base podemos calcular, por ejemplo, la energía  $E_{T,S}$  que recibe la Tierra por segundo y la energía  $E_S$  que el Sol envía, por segundo, a todo el espacio.

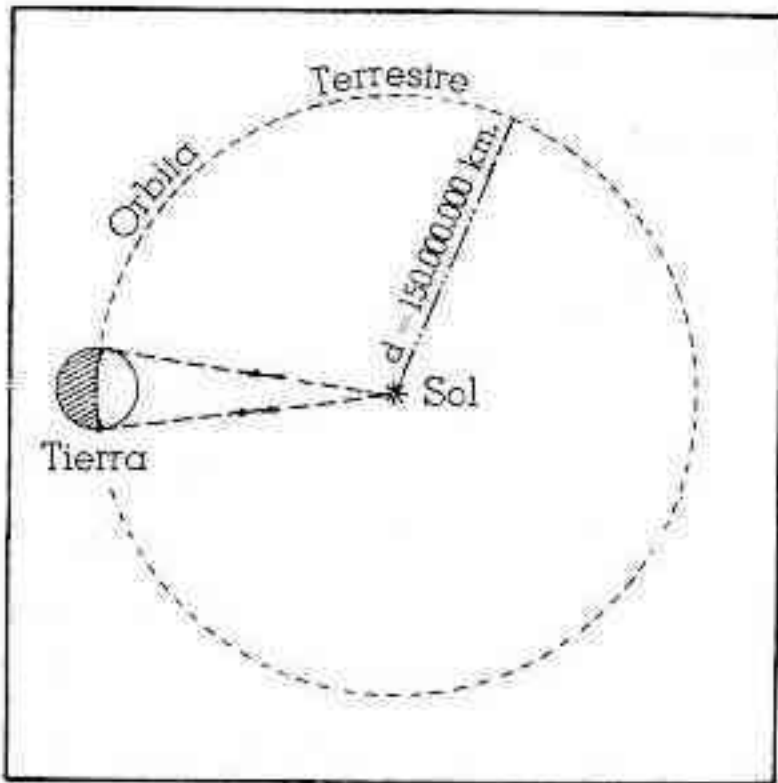


Fig. 22.

Para calcular  $E_{T,S}$  basta con multiplicar el área del ecuador terrestre por la constante solar (ver Fig. 22). Siendo el radio de la Tierra  $R = 6370$  km. aproximadamente, la superficie del plano ecuatorial será:

$$S_E = \pi R^2 = 3,14 \times (6.37)^2 \times 10^{16} = 1,27 \times 10^{16} \text{ cm}^2,$$

por ende,

$$E_{T,C} = C_E = 4,12 \times 10^{16} \frac{\text{cal}}{\text{seg}} = 2,35 \times 10^{14} \text{ HP.}$$

O sea, que la Tierra recibe del Sol una energía (calor, luz) por *segundo* equivalente a una potencia de 235.000.000.000.000 caballos de fuerza.

Pero mucho mayor aún es la energía total que dicho astro irradia en forma de luz y calor al espacio que lo circunda. Este flujo energético se obtiene multiplicando la constante solar por la superficie de una esfera (con centro en el Sol) (Fig. 22), de radio igual al de la órbita terrestre,  $d = 150.000.000$  km. Resulta

$E_S = 3,81 \times 10^{33} \frac{\text{erg}}{\text{seg}}$ . Luego la energía que el Sol irradia al espacio *por segundo*, está dado por el siguiente fantástico número de ergios:  $E_S = 3.810.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000$  erg.

(\*) Recordemos que *caloría* (cal.) es la cantidad de calor que absorbe o pierde un gramo de agua al variar su temperatura en 1° C. Como el calor es una de las varias formas de "energía" equivale a cierto "trabajo". Ahora bien, el "ergio" (erg), es por definición el trabajo de la fuerza de una *dina* (1/981 del gramo), en 1 cm. de desplazamiento. Siendo esta unidad de trabajo o energía, pequeña, se emplea un múltiplo de la misma: el Julio (Joule) que equivale a 10 millones de ergios. De acuerdo a múltiples experiencias, una *caloría equivale* a 4,189 Julios.

Por lo tanto  $1 \text{ cal} = 41.900.000 \text{ erg} = 4,19 \times 10^7 \text{ erg.}$

Esta cifra es tan enorme que a pesar de sus muchos “ceros” está más allá del límite de nuestra imaginación. Por ello, y con el objeto de fijar en la mente del lector, el extraordinario valor de la energía que fluye permanentemente del Sol y de la cual somos beneficiarios (a tal punto de que dicha energía, de dicho calor y luz depende la posibilidad, la existencia misma, de la vida en toda sus formas —vegetal y animal, primitiva o evolucionada—, desde sus remotos orígenes, hasta el presente y para el futuro), digamos que una masa de carbón mineral del tamaño de toda la Tierra, consumida en la combustión, ardiendo en oxígeno, sólo proporcionaría una energía equivalente a la que envía el Sol al espacio en cinco días. Y recordemos que la masa de la Tierra, calculada en base a la teoría de la gravitación de Newton es igual a  $5,96 \times 10^{21}$  toneladas. (Aproximadamente el número 6 seguido de 21 ceros). Si el propio Sol, con su masa cientos de miles de veces superior a la de la Tierra, fuera de carbón y de oxígeno en cantidades apropiadas, al irradiar con la intensidad que dan las medidas citadas, se consumiría en la combustión en sólo 2500 años. Tiempo menor que el de la historia escrita de la humanidad. Pero los estudios geológicos indican la existencia de la vida (vegetal y animal: fósiles) sobre nuestro planeta, de más de 500 millones de años. Por otra parte, se sabe de estudios astrofísicos y de las leyes de la “radiación térmica” (\*), que la temperatura de la superficie exterior del Sol es de unos 6000° C. Se comprende que el interior del Sol debe ser mucho más caliente para explicar la permanente emisión al exterior de la energía radiante. Según estimaciones, aceptadas universalmente de acuerdo a los datos y teorías astrofísicas actuales (Eddington y Strömgren) (\*\*) la temperatura del “centro” solar es de unos 20.000.000 de grados (!). Se ve que no tiene sentido hablar de combustión en tales condiciones, pues a temperatura inferior a la de la superficie exterior del Sol, las sustancias químicas conocidas se disocian en sus elementos y no es posible imaginar reacción química alguna (como la “combustión”) a tales temperaturas. ¿Cuál puede ser, pues, la causa de la energía solar? La primera teoría de valor científico se

(\*) Ley de Stefan: da la cantidad de energía térmica irradiada en función de la temperatura absoluta del cuerpo (negro):  $Q = C T^4$ , y ley de Wien, referente a la distribución energética de dicha radiación en función del color (longitud de onda  $\lambda$ ), dice que el producto de la longitud de onda donde existe un máximo de intensidad por la temperatura a la que se emite la energía térmica es una constante  $\lambda_m \cdot T = C$ .

(\*\*) A. S. Eddington; “Monthly Notices Roy. Astr. Soc.”, **77**, 16, 596, 1916-17. “Astrophys. Jour”, **41**, 205, 1918.

O. Strömgren; “Ergebn. d. Exakt. Naturwiss” **16**, 465, 1937.



debe a Helmholtz (mediados del siglo pasado), conocida como "teoría de la contracción", según la cual todas las estrellas, entre ellas el Sol, habrían empezado como masas gaseosas a muy bajas presiones y volúmenes enormemente mayores a los que ocupan actualmente. Debido a la fuerza de atracción gravitacional de Newton esas inmensas masas están contrayéndose continuamente, disminuyendo de

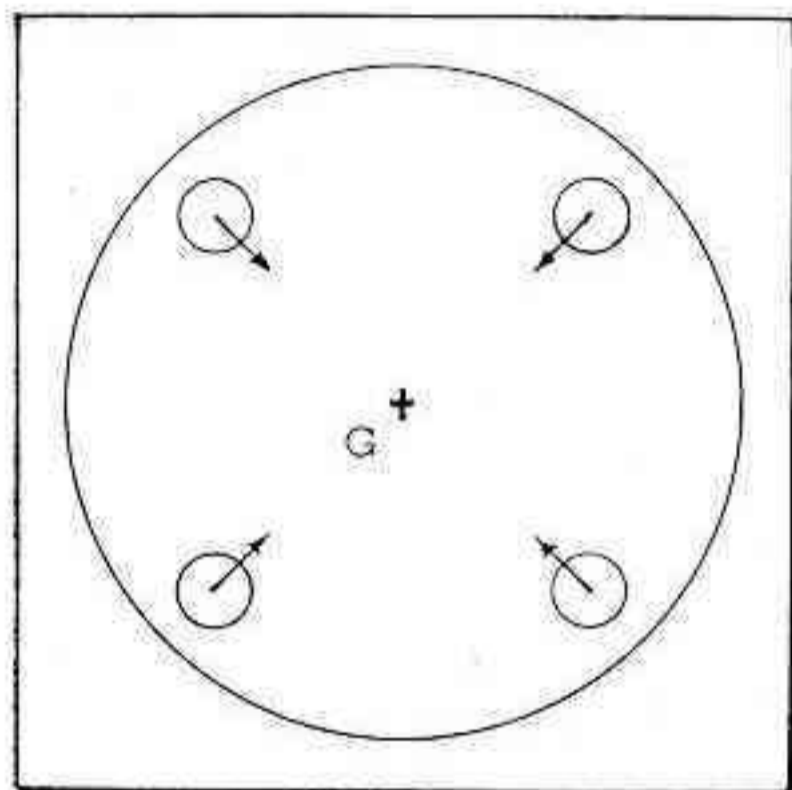


Fig. 23.

volumen. Dicha contracción equivale a una "caída" de toda la masa estelar hacia su centro  $G$ . ("Centro de masa") (Fig. 23).

Sabemos que cuando un cuerpo terrestre cae, pierde parte de su energía "potencial" (\*), que se transforma en cierto trabajo o en una cantidad de calor equivalente. Análogamente la contracción y compresión de la masa solar generará una cantidad determinada de energía, que en forma de calor y luz es irradiada al exterior. Si se acepta una disminución radial

del Sol, de sólo 0,000.003 por ciento, por año, se obtiene una cantidad de energía que concuerda con la experiencia. Tal contracción sería inobservable por el hombre, pues significaría una variación de unos 2 kilómetros, sobre un total de 700.000, en un siglo. Si, como demostró Eddington, dicha contracción es suficiente para explicar la radiación solar observada, ella conduce a una "vida" del Sol de 30 millones de años, aproximadamente. Y ya hemos dicho que se puede afirmar que la vida existe en la Tierra desde hace más de 500 millones de años. La teoría de la contracción no es, pues, sostenible.

*Radiactividad. Modelo atómico nuclear.* — A fines del siglo pasado (1896) descubrió Becquerel el fenómeno de la *radioactividad*. Es sabido que dicho sabio observó que un trozo de cierto mineral de Uranio emitía rayos dotados de la extraña propiedad de atravesar cuerpos completamente opacos a la luz. También poseen la facultad de hacer conductor al aire en su proximidad, con lo cual se acelera la descarga de un cuerpo eléctricamente cargado y aislado, como por ejemplo, un electroscopio. El estudio de la radioactividad cobró un gran impulso por la magna labor de los esposos Curie, famosos por su descubrimiento del RADIO (1898), la casi mágica substancia

(\*) Ver "Materia y Energía", del autor (e. e.).

“radioactiva”. ¿Qué clases de rayos emiten dichas sustancias? Emitir rayos equivale a producir energía. ¿De dónde proviene dicha energía? ¿Qué cambios se producen en las sustancias radioactivas, durante la emisión de los rayos descubiertos por Becquerel?

Rutherford (1899) demostró que la radiación emitida por los cuerpos radioactivos estaba formada por dos radiaciones “corpúsculares” que denominó *partículas  $\alpha$*  y *partículas  $\beta$* . Y Villar (1900) probó la existencia de un tercer constituyente, de dichos rayos, de naturaleza ondulatoria, electromagnética, análoga a los Rayos X, que llamó *rayos  $\gamma$* .

Las “partículas  $\alpha$ ” resultaron ser átomos del gas helio, doblemente ionizados (\*). Las “partículas  $\beta$ ”, son, en cambio, electrones. Dichas partículas parten de la sustancia “madre” a grandes velocidades de acuerdo a las medidas efectuadas por diferentes investigadores. Se trata de velocidades fantásticas, que se aproximan a la velocidad de la luz. En el cuadro 1 damos las velocidades iniciales de las partículas  $\alpha$  emitidas por cuatro sustancias radioactivas, el Uranio (*U*), el Thorio (*Th*), el Radio (*Ra*) y el Radón (*Rn*).

Se ha probado que ningún agente físico-químico común, puede afectar la radioactividad de una sustancia. Una determinada cantidad de *Ra*, emite en cierto tiempo, el mismo número de partículas  $\alpha$  y  $\beta$ , con invariada energía y velocidad, si está puro o combinado con otro; esté a la temperatura de  $-200^{\circ}\text{C}$ . a  $300^{\circ}\text{C}$ .; a bajas o altas presiones; en campos eléctricos o magnéticos. Se concluye que se trata de una cualidad intrínseca del átomo del elemento en cuestión. Rutherford y Soddy (1902) demostraron que cuando una sustancia radioactiva emite una partícula  $\alpha$  o una  $\beta$  se “transforma” en otra de propiedades físico-químicas totalmente diferentes. El elemento radioactivo se “desintegra” espontáneamente. La ley fundamental de la desintegración radioactiva enunciada por dichos físicos, afirma que el número de átomos de la sustancia “madre” desintegrados y transformados en un tiempo pequeño, es propor-

(\*) El helio, como las demás sustancias simples o compuestas, es normalmente “neutro”. El estudio de la “electrólisis” (Faraday) probó que los átomos (o radicales compuestos) podrían ser portadores de electricidad positiva o negativa. Un átomo que lleva carga eléctrica se llama *ion*. Los estudios de los “rayos catódicos” (J. J. Thompson), probaron que éstos eran partículas “subatómicas”, que se mueven rápidamente del polo negativo hacia el positivo. Es decir, se trata de partículas eléctricas *negativas*, llamadas *electrones*. La masa  $m_e$  y la carga  $e$  de un electrón es siempre la misma, cualquiera sea su origen. Es, pues, un elemento constituyente de todas las sustancias. Su masa unas 1840 veces menor que la del más liviano de los átomos, el Hidrógeno; y su carga, la carga eléctrica mínima, igual por otra parte, a la menor cantidad de electricidad que posee un ión en la electrólisis. Toda carga eléctrica es, pues, un múltiplo de la carga “electrónica”.



cional al número de átomos de la misma, inicialmente existentes. Cada emisión de una partícula  $\alpha$  o  $\beta$ , viene acompañada de una transmutación atómica. La rapidez con que se transmutan las diferentes sustancias radioactivas varía de una a otra. Se denomina "vida media",  $T$ , de un elemento radioactivo, al tiempo en que su masa o cantidad inicial, se reduce a la mitad. La vida media del *Ra* es  $T = 1590$  años. Quiere decir que si guardáramos un gramo del precioso material, como herencia para nuestros descendientes de aquí 1600 años, se encontrarían con sólo medio gramo de radio. La mitad de la herencia se habría esfumado, en forma de partículas  $\beta$ . La naturaleza burlándose de nuestras anticuadas leyes sobre herencia y propiedad. En el cuadro 1, damos la velocidad  $v$  en cm. por seg. y la energía cinética  $E$  en millonésimos de ergio (micro erg =  $10^{-6}$  erg) de las partículas  $\alpha$ , al ser emitidas por las sustancias radioactivas. La energía cinética inicial de la partícula  $\alpha$  está expresada, también, en millones de "electrón-voltios" (*M.e.V.*) en la línea " $V$ " (\*). Los valores de  $T$  corresponden a la "vida media" de los elementos en cuestión.

**Cuadro 1**

	<i>U</i>	<i>Th</i>	<i>Ra</i>	<i>Rn</i>
$v$	$1,42 \times 10^9$ cm/s.	$1,45 \times 10^9$ cm/s.	$1,52 \times 10^9$ cm/s.	$1,62 \times 10^9$ cm/s.
$E$	6,6 $\mu$ erg.	6,9 $\mu$ erg.	7,6 $\mu$ erg.	8,7 $\mu$ erg.
$V$	4,2 M.e.V.	4,4 M.e.V.	4,8 M.e.V.	5,5 M.e.V.
$T$	$4,5 \times 10^9$ años	$15 \times 10^9$ años	1590 años	3,8 días

¿Qué se ha hecho del  $\frac{1}{2}$  gramo de *Ra* desaparecido? Se ha transmutado en casi otro tanto de gas, "emanación" de *Ra* o de Radón. El Radón a su vez se ha transmutado en otro elemento llamado "Radio A" por la emisión de una nueva partícula  $\alpha$  y así sucesivamente. Se forma de esta manera una de las tres cadenas o "familias" radioactivas conocidas, la "familia" del Uranio, que termina (como las otras dos) en el elemento estable, el metal *plomo* (*Pb*). Resulta evidente que estas transformaciones radioactivas, son una fuente natural de energía. Si bien un átomo de *Ra*, pongamos por caso, en su transmutación en un átomo de *Rn*, produce una energía numéricamente pequeña; la energía cinética de la partícula  $\alpha$  emi-

(\*) Una energía de 1 M.e.V. =  $10^6$  e.V. es equivalente a la energía cinética de un electrón acelerado (en el vacío) por una diferencia de potencial de 1 millón de voltios. 1 M.e.V. corresponde a 1,59 micro erg =  $1,59 \times 10^{-6}$  erg.



tida es, según el cuadro anterior, igual a  $7,6 \times 10^{-6}$  erg. Es fácil calcular qué energía se entrega al exterior durante la transmutación de  $\frac{1}{2}$  gr. de *Ra*. No hay más que multiplicar el número de átomos transmutados, ( $1,35 \times 10^{21}$ ) igual al número de partículas  $\alpha$  emitidas, por la energía de cada una de éstas, o sea:

$$1,35 \times 10^{21} \times 7,6 \times 10^{-6} = 1,03 \times 10^{16} \text{ erg} = 240.000 \text{ K-cal!}$$

Es decir, que en la desintegración espontánea de  $\frac{1}{2}$  gramo de *Ra*, se genera una energía de 240.000 K-cal, o sea el equivalente al calor producido por la combustión de unos 40 kilos de carbón de antracita. Se ve que la energía almacenada en el interior del átomo, *energía intraatómica*, es enorme respecto a la de las fuentes de energía comunes. ¿No podría explicarse la energía solar por un proceso de radioactividad? Un cálculo, aproximado, nos haría ver que sería necesario que el Sol estuviera constituido casi totalmente de Uranio para producir una energía equivalente a la que emite dicho astro. Pero esto está en contradicción con la constitución real del Sol, como resulta de los estudios astrofísicos.

Precisamente, la proporción de Uranio y Radio es pequeñísima. En cambio los elementos que abundan son los muy estables elementos livianos como el Hidrógeno (*H*), que es el más abundante de los constituyentes del Sol. Según los trabajos recientes de Strömngren, algo más de un tercio de la masa total del Sol es hidrógeno. Hay mucho menos Helio (*He*), Litio (*Li*), Berilio (*Be*). El Nitrógeno (*N*) y el Carbono (*C*) representan alrededor de un 10 % de su masa y el resto está distribuido entre los demás elementos de una manera parecida a su distribución relativa de la Tierra.

Queda, pues, excluida la hipótesis, de que la fuente de la energía solar pueda ser una de las transformaciones radioactivas naturales encontradas en la Tierra. No obstante, el descubrimiento de la radioactividad significó una gran contribución a la astrofísica. Como hemos dicho, el Uranio tiene una vida media de 4500 millones de años. De la proporción de Plomo que se encuentra en los minerales radioactivos distribuidos sobre la corteza terrestre, se puede deducir la edad de los mismos, y, por ende, la de la Tierra. Los resultados de dichos análisis efectuados con minerales tomados de diferentes regiones geográficas son concordantes y establecen una *edad de nuestro planeta* próxima a los 1600 millones de años. Teniendo en cuenta diversos factores cosmogónicos y aceptando que el Sol no puede tener una "edad" menor que la Tierra; se admite que la edad del Sol es de 2000 millones de años. Y durante todo

ese tiempo el Sol ha estado enviando al espacio, por unidad de tiempo, una cantidad de energía aproximadamente igual a la que irradia actualmente. Luego, cada gramo-masa de la materia solar ha emitido ya, una energía equivalente a la que irradia en la actualidad por segundo (1,9 erg) multiplicada por la edad del Sol (2.000.000.000 años =  $200.000.000 \times 31.500.000$  seg =  $6,3 \times 10^{16}$  seg)

Dicha energía resulta ser:

$$E_1 = 1,2 \times 10^{17} \text{ erg} = 2,9 \times 10^9 \text{ cal} = 2.860.000 \text{ K-cal.}$$

Es decir, que la energía que hasta el presente irradió *cada gramo de masa solar* es 440.000 veces mayor que la cantidad de calor que produce un gramo de carbón mineral durante su combustión total. De otra manera, cada gramo de materia solar ha irradiado ya al espacio estelar una cantidad de energía equivalente a la que produciría durante la combustión total de media tonelada de carbón! Esta energía emitida para cada gramo, con ser inmensa, es sólo unas cinco veces mayor que la energía que espontáneamente envía al mundo exterior un gramo de Radio al transmutarse en Radón. Pero repetimos, si el orden de magnitud de la energía solar irradiada por unidad de masa y el tiempo del proceso cósmico (2.000.000.000 años) son análogos a los que se ponen de manifiesto en el proceso radioactivo, la pequeña proporción de tales elementos en la Tierra, en el Sol y en las estrellas, hace imposible que sus transformaciones puedan ser la causa, la fuente, de la energía solar. Sin embargo estamos cerca de la huella que nos ha de conducir a la solución exacta del magno problema. Para comprender lo que sigue debemos hacer una breve exposición del modelo "nuclear" del átomo, creado por Rutherford en 1913, como consecuencia de los estudios de la difusión de los rayos  $\alpha$  y  $\beta$  al atravesar finas hojas metálicas y de las conclusiones de las investigaciones de Moseley sobre los rayos X. Según dicha imagen, el átomo está constituido por un núcleo central pesado cargado de electricidad positiva. Este núcleo está rodeado por cierto número de electrones, la suma de cuyas cargas negativas equilibran la carga positiva nuclear en el átomo neutro. La masa nuclear es casi igual a la masa total del átomo, pues los electrones, como ya dijimos, son muy "livianos". Para dar cuenta de la estabilidad del edificio atómico, de la emisión y absorción de la luz (visible, invisible y rayos X), de las propiedades químicas, etc., se debe admitir que los electrones se mueven alrededor del núcleo con variadas velocidades sobre órbitas circulares y elípticas como los planetas alrededor del Sol, pero de acuerdo a leyes diferentes a las de la mecánica clásica de Galileo y



Newton. Estas nuevas leyes mecánicas fueron introducidas primeramente por Niels Bohr (1913); son las *leyes cuánticas*. Se ha probado que la carga eléctrica positiva del núcleo es exactamente igual a un múltiplo entero ( $Z$ ) de la carga electrónica; es decir, la carga nuclear es  $Z$  veces la carga  $e$  de un electrón, o sea,  $Ze$ . Además,  $Z$  es igual al "número de orden" del elemento en cuestión; es decir, el número ( $Z$ ) representa la posición de un elemento en el "cuadro periódico" de Mendeleieff.

En resumen, el átomo de un elemento que ocupa la posición  $Z$  (1, 2, 3, 4, ..., 92) en el cuadro periódico, está constituido por un núcleo cuya carga eléctrica positiva es  $+Ze$ , girando en rededor  $Z$  electrones negativos que, juntos, equilibran su carga nuclear. Según dicho modelo el núcleo del hidrógeno (protón) que es el primer elemento ( $Z = 1$ ) tiene una carga eléctrica positiva unitaria  $+e$  y un peso, en escala atómica, igual a 1.007574; siendo el peso de todo el átomo de  $H$  (peso atómico) igual a la suma del peso de su núcleo (protón) más el peso del único electrón que completa el átomo neutro.

Siendo el peso del electrón en dicha escala  $\frac{1}{1840} = 0,000549$ , el peso atómico del hidrógeno resulta 1,008123 que, como se ve, es casi igual al peso de su núcleo. Lo mismo vale para los demás 91 elementos, estables o inestables. ¿A qué distancia del núcleo se mueve el electrón del átomo de  $H$ ? La teoría de Bohr, de acuerdo con la experiencia, nos dice que el radio atómico normal del  $H$  es aproximadamente  $0,5 \times 10^{-8}$  cm., vale decir, medio cienmillonésimo de centímetro. Este es, por otra parte, el "orden de magnitud" de los radios atómicos de las demás sustancias simples. Los radios del electrón y del protón son unas 10.000 veces menores que el radio medio del átomo. El segundo elemento del cuadro periódico ( $Z = 2$ ) es el Helio ( $He$ ). Su núcleo tiene una carga eléctrica positiva doble de la del protón, o sea  $+2e$ , y el átomo del mismo, se completa con 2 electrones periféricos o planetarios. El peso atómico del  $He$  es  $M = 4,00390$ . Eliminados los dos electrones que a una distancia del orden  $10^{-8}$  cm. giran alrededor del núcleo, queda éste "desnudo", constituyendo la conocida "partícula  $\alpha$ " que emiten las sustancias radioactivas. El peso atómico de la partícula  $\alpha = 4,00280$ .

El Nitrógeno ( $N$ ), séptimo elemento ( $Z = 7$ ), el oxígeno ( $O$ ), octavo ( $Z = 8$ ), tienen núcleos con 7 y 8 cargas elementales positivas de electricidad y 7 y 8 electrones planetarios, respectivamente. El último elemento, el Uranio ( $U$ ), tiene carga nuclear  $+Ze = +92e$ ; 92 electrones exteriores y un peso atómico aproximadamente igual

a 238. Como se comprende de lo dicho, la carga nuclear o número de orden ( $Z$ ) determina la naturaleza de un elemento; es 1 para el  $H$ , 2 para el  $He$ , 8 para el  $O$ , etc. Lo individualiza. No así, su peso atómico. En efecto, existen en general dos o más átomos de un mismo elemento (igual  $Z$ ) con pesos atómicos diferentes, llamados "isótopos". En hidrógeno común o liviano  $H^1$  tiene un isótopo casi doblemente más pesado, el *Deuterio* ( $D^2$ ), descubierto por Urey en 1932 y cuyo peso atómico es  $M = 2,014708$ . Observando la tabla donde se consignan los pesos atómicos ( $M$ ) de los primeros diez elementos y sus principales "isótopos", se ve que son iguales a un número entero más una pequeña fracción. El número entero del peso atómico de un elemento constituye su *número atómico*, que viene a ser su peso atómico expresado en números redondos, enteros. El número atómico  $A$  del  ${}_1H^1$ , del  ${}_1D^2$ , del  ${}_2He^4$ , del  ${}_8O^{16}$ , es igual al número entero que acompaña a su símbolo, arriba y a la derecha; es decir, para dichos elementos es  $A = 1, 2, 4$  y  $16$  respectivamente. (Ver cuadro 2). Se acostumbra, además, a poner delante del símbolo, el valor del número de orden ( $Z$ ) del elemento; 1 para  $H$  y  $D$ , 2 para el  $He$ , 8 para  $O$ .

Nos hemos preguntado antes, de dónde provenían las partículas  $\alpha$  y  $\beta$  que irradian las sustancias radioactivas. Podemos ahora responder con Rutherford, que ellas parten del núcleo de esos elementos. Así se explica que al emitir una partícula  $\alpha$ , por ejemplo, un elemento radioactivo como el  $Ra$  se transmute en el Radón,  $Rn$ . Pues al perder el núcleo del  $Ra$  una partícula  $\alpha$ , su carga eléctrica  $Z = 88$  disminuye en 2 unidades, resultando, una sustancia, distinta, cuyo número de orden  $Z^1 = 88 - 2 = 86$ ; que es precisamente la emanación del  $Ra$ . En cambio el número atómico disminuye en 4 unidades. Se representa esta transformación nuclear o proceso de desintegración de la siguiente manera, que recuerda las fórmulas que representan las reacciones químicas:



Otras conclusiones importantes surgen de tal imagen del proceso radioactivo. Nos lleva a admitir a que en el núcleo atómico de dichos elementos existen, cuando menos, partículas  $\alpha$  y electrones ( $p, \beta$ ). Generalizando venimos a afirmar que el núcleo, esa partícula 10.000 veces menor que el átomo, tiene cierta estructura. Debe ser, además, la sede del gran caudal de energía que se pone de manifiesto en dichos procesos. Hemos dicho que los pesos atómicos, de la mayoría de los elementos son muy "aproximadamente" múltiplos del peso atómico del Hidrógeno. El  $He^4$ , segundo elemento en



la ordenación periódica, tiene un peso atómico casi cuatro veces el del  $H^1$ . Este hecho sugiere la posibilidad de que el núcleo del  $He$  o partícula  $\alpha$  esté constituido de cuatro protones y dos electrones. Con lo cual quedan satisfechas las dos condiciones fundamentales de masa y carga eléctrica. Los demás elementos, pueden, pues, considerarse formados también, por una unión íntima, de un número de protones igual a su número atómico ( $A$ ) y de un número de electrones  $E = A - Z$ .

Sin embargo, esta imagen del núcleo, ofrece graves dificultades referentes casi todas ellas a los problemas que crea la existencia de electrones nucleares libres. Esta situación, esa crisis, ha ido aumentando a medida que progresaba nuestro conocimiento de nuevas y esenciales propiedades del electrón, ("Spin", "momento magnético intrínseco del electrón", "Spin nuclear", momento magnético nuclear, diámetro electrónico deducido de la relación de incerteza de Heisenberg, etc.).

*El neutrón. Estructura nuclear.* — Hace 12 años, descubrió Chadwick (1932) (\*) una nueva partícula elemental llamada *neutrón*. El neutrón ( ${}_0n^1$ ) según los trabajos de Chadwick y posteriores, posee una masa atómica muy próxima a la del protón ( ${}_1H^1$ ) pero es eléctricamente neutro. Chadwick creía inicialmente que dicha partícula era el resultado de la íntima unión de un protón y un electrón. Pero las determinaciones de su peso atómico con mayor precisión ha dado por resultado que se abandone tal hipótesis. ¿Cuál es pues la constitución del neutrón? En el mismo año de 1932, se descubrió otra partícula elemental. Esta vez el hallazgo se debió a los notables trabajos del joven físico de Pasadena, California, C. D. Anderson (\*\*).

El nuevo constituyente elemental de la materia es el llamado *positrón* o "electrón positivo". Se trata, en efecto, de una partícula de masa igual a la del popular electrón (negativo) cargado de igual carga eléctrica, pero, *positiva*. Si admitimos que el neutrón es realmente una partícula elemental primaria, el protón puede ser considerado como la unión de un neutrón y un positrón. Lo que aquí nos interesa es referir el descubrimiento del neutrón y positrón al problema de la estructura nuclear.

En efecto, apenas confirmada la existencia del neutrón y dadas sus propiedades, se comprendió que venía a solucionar la mayor

(\*) J. Chadwick. Proc. Roy. Soc. A. **136**, 692, 1932.

(\*\*) C. D. Anderson. Science: **76**, 238, 1932.

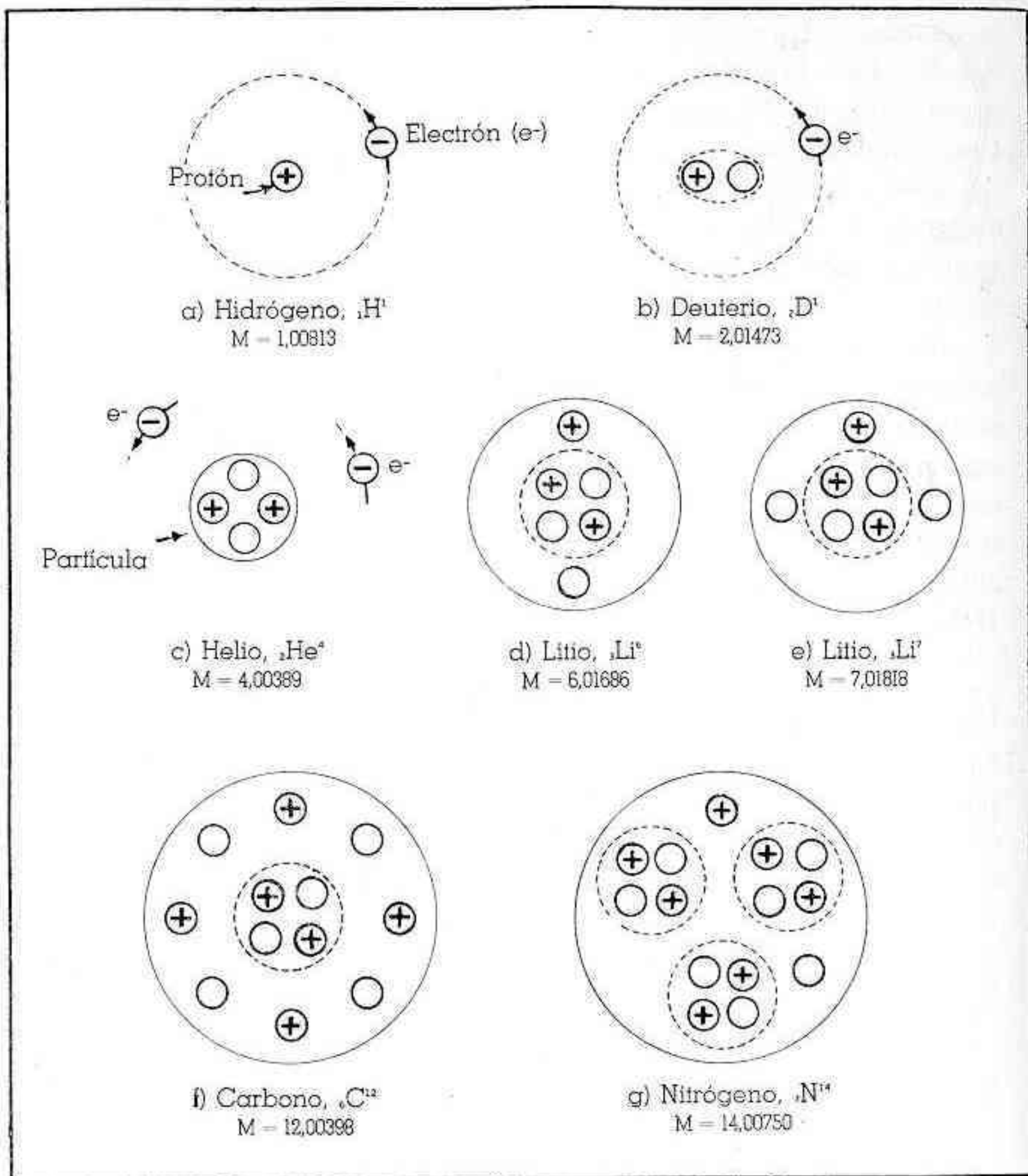


Figura 24. — En esta figura damos las siguientes representaciones esquemáticas:

- Atomo de Hidrógeno ( $H^1$ ) cuyo núcleo es el protón y alrededor del cual gira un electrón.
- Atomo de Deuterio (isótopo "pesado" del Hidrógeno). Su núcleo (Deuterón) está formado, como se vé en la figura, de un protón y un neutrón. Un solo electrón gira en torno al núcleo en el átomo neutro.
- Aquí se representa el átomo de Helio con la "partícula  $\alpha$ " como núcleo y sus dos electrones periféricos. La partícula  $\alpha$  está integrada, a su vez, por 2 protones y 2 neutrones.
- y e) Se da la imagen de los núcleos (solamente) de los átomos de los dos isótopos del Litio de números atómicos 6 y 7 respectivamente. El núcleo del  $Li^6$  consta de 3 protones y 3 neutrones; el del  $Li^7$  posee 3 protones y 4 neutrones. La carga nuclear es la misma (+ 3 e) pero el peso atómico es en el primer caso 6 y en el segundo 7. Los 3 electrones periféricos que integran el átomo neutro no están representados en la figura.
- Representa el núcleo del átomo del Carbono ( $C^{12}$ ) formado por la unión de 6 protones y 6 neutrones.
- Es la imagen de la constitución del núcleo del Nitrógeno ( $N^{14}$ ) con sus



parte de las dificultades surgidas en la interpretación de la estructura nuclear. Se admite, desde entonces, con creciente éxito *que el protón y el neutrón son los únicos integrantes del núcleo atómico*. Los pesos atómicos de los mismos, aceptados actualmente, son:

$$\text{Peso atómico del Protón} = 1.00758$$

$$\text{Peso atómico del Neutrón} = 1.00893$$

En la teoría del núcleo considerado como un conjunto muy fuertemente unido de neutrones y protones, la carga nuclear ( $+Ze$ ) proviene exclusivamente de la suma de las cargas elementales positivas de sus  $Z$  protones. Si el número atómico del elemento es  $A$ , la cantidad de neutrones será  $N = A - Z$ . En la figura 24 damos esquemas de la constitución de los núcleos atómicos de los siguientes elementos: Hidrógeno ( $H^1$ ), Deuterio ( $D^2$ ), Helio ( $He^4$ ), Litio ( $Li^6$ ,  $Li^7$ ), Carbono ( $C^{12}$ ) y Nitrógeno ( $N^{14}$ ).

Como está representado en esta figura, el núcleo del Hidrógeno ( ${}_1H^1$ ) es un protón; mientras que el núcleo del isótopo pesado del mismo elemento, el Deuterio ( ${}_1D^2$ ) está compuesto de un protón ( $\oplus$ ) y un neutrón ( $\circ$ ).

Los átomos respectivos constan además de un electrón periférico que gira alrededor del núcleo central, neutralizando su carga.

El núcleo del átomo del  $He^4$  (partícula  $\alpha$ ), se debe considerar formado por la unión extraordinariamente fuerte de dos protones y dos neutrones ( $Z = 2$ ;  $N = 2$ ;  $A = Z + N = 4$ ). Los núcleos de los isótopos del  $Li$  de números atómicos 6 y 7, están ambos constituidos por  $Z = 3$  protones y 3 y 4 neutrones, respectivamente. En el caso del  $C^{12}$ , es  $A = 12$ ,  $Z = 6$  y  $N = 12 - 6 = 6$  y finalmente damos la constitución del núcleo del  $N^{14}$ ;  $A = 14$ ,  $Z = 7$  y por ende  $N = A - Z = 7$  neutrones. Como lo hemos ya afirmado, es sabido que la mayor parte de los elementos naturales son muy estables. Lo que quiere decir, que en sus núcleos las fuerzas atractivas entre sus partículas constituyentes son muy fuertes. Sólo los últimos elementos del cuadro periódico, los elementos más pesados, a partir del Talio ( $Tl$ ,  $Z = 81$ ) hasta el Uranio ( $U$ ,  $Z = 92$ ) están representados por isótopos estables e inestables. Estos últimos son los elementos radioactivos naturales.

(Continuará).

# RESOLUCION DE

# TRIANGULOS DE POSICION

Por EDUARDO REBAUDI DURAND

(Para "REVISTA ASTRONOMICA")

PARA terminar la serie de artículos publicados en números anteriores de esta Revista, referentes a la resolución de triángulos de posición, haré en el presente la aplicación de las fórmulas a dos casos concretos, invitando al lector que los resuelva gráficamente, convencido que si lo realiza prolijamente, obtendrá un resultado altamente satisfactorio.

Deseando que el aficionado llegue a tener un concepto claro del significado de las fórmulas, haré después una sencilla discusión de las mismas.

Recordaré nuestras convenciones: 1.º) La latitud del observador es siempre positiva. 2.º) La declinación de un astro que está en el hemisferio del observador es positiva, y en caso contrario, negativa. 3.º) Consideraremos que tanto el ángulo horario como el azimut puedan tomar valores entre 0º y 180º solamente, debiéndose contar a ambos, siempre del mismo lado del meridiano.

EJEMPLO 1.º. *Determinar la altura y el azimut de Antares ( $\alpha$  Scorpii) en Buenos Aires el día 1.º de octubre de 1945 a las 20 horas.*

Datos: Antares:  $\alpha = 16^h 26^m 03^s$ ;  $\delta = - 26^\circ 18' 45''$ .

Buenos Aires:  $\varphi = - 34^\circ 36'$ ; Tiempo sidéreo a las cero horas civil el 1.º/X/1945 =  $0^h 44^m 06^s$ . Estando el reloj adelantado una hora debe considerarse las 19 horas en vez de las 20 horas.

Tiempo sidereo a las 0 horas civil .....	$0^h 44^m 06^s$
Intervalo de tiempo medio .....	$19^h 00^m 00^s$
Corrección para transformar intervalo de tiempo medio en sidéreo .....	$0^h 03^m 07^s$
Intervalo de tiempo sidéreo .....	$19^h 03^m 07^s$
Tiempo sidéreo a las 19 horas civil .....	$19^h 47^m 13^s$

Recordando la relación  $\Theta = \alpha + t$  obtenemos  $t = \Theta - \alpha$



Tiempo sidéreo a las 19 horas civil del 1.º/X/1945	.....	19 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup>
Antares	..... $\alpha =$	16 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup>
	..... $t =$	3 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>

que reducido al sistema sexagesimal resulta: 50° 17' 30''.

Cálculo de la altura  $h$ :

$$\text{sen } h = \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

sen	26° 18' 45''	=	0,44327		
sen	34° 36' 00''	=	0,56784		0,2517064
cos	26° 18' 45''	=	0,89639		
cos	34° 36' 00''	=	0,82314		
cos	50° 17' 30''	=	0,63888		0,4714005
					sen $h = 0,7231069$

En las tablas se obtiene para la altura:  $h = 46^\circ 18' 41''$

Cálculo del azimut  $A$ :

$$\text{Cotang } A = \frac{\text{tang } \delta \cos \varphi - \text{sen } \varphi \cos t}{\text{sen } t}$$

tang	26° 18' 45''	=	0,49450		
cos	34° 36' 00''	=	0,82314		0,4070427
sen	34° 36' 00''	=	0,56784		
cos	50° 17' 30''	=	0,63888		0,3627816
					0,0442611
					0,057534

Para cotang  $A = + 0,057354$  se obtiene:  $A = 86^\circ 42' 27''$ .

**EJEMPLO 2.º.** *Determinar el azimut y la altura de Markab ( $\alpha$  Pegassi) a las 20<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> del mismo día 1.º de octubre de 1945.*

Datos: Markab:  $\alpha = 23^h 02^m 03^s$ ;  $\delta = + 14^\circ 54' 49''$ .

Buenos Aires: Latitud  $-34^\circ 36'$ ; Tiempo sidéreo a las 0 horas civil el 1.º/X/1945 = 0<sup>h</sup> 44<sup>m</sup> 06<sup>s</sup>. Estando el reloj adelantado consideraremos las 19<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>.

Tiempo sidéreo a las 0 horas civil	.....	0 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 06 <sup>s</sup>
Intervalo de tiempo medio	.....	19 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>
Corrección para transformar el intervalo de tiempo medio en sidéreo	.....	0 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>
	.....	19 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>
Tiempo sidéreo a las 19 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> de tiempo civil	.....	20 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup>

Angulo horario = Tiempo sidéreo — ascensión recta ...	$t = \Theta - \alpha$
Tiempo sidéreo a las 19 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> de tiempo civil .....	20 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup>
Ascensión recta de Markab .....	$\alpha = 23^h 02^m 03^s$
	$t = - 2^h 59^m 47^s$

El signo negativo de este ángulo horario significa que el astro no ha llegado aún al meridiano, encontrándose por consiguiente hacia el E. del mismo. Esta circunstancia nos indica que el azimut tenemos que medirlo del S. al N. pasando por el E.

$$t = 2^h 59^m 47^s = 44^\circ 56' 45''.$$

Siendo la latitud de Buenos Aires negativa, la declinación positiva de Markab nos indica que está en el hemisferio opuesto al del observador y por lo tanto, de acuerdo a nuestra convención, debemos tomar la declinación con signo negativo.

Cálculo de la altura  $h$ :

$$\begin{aligned} \text{sen } h &= \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \text{cos } \varphi \text{ cos } \delta \text{ cos } t \\ \text{sen } 34^\circ 36' 00'' &= + 0,56784 \\ \text{sen } -14^\circ 54' 49'' &= - 0,25736 \quad - 0,1461393 \\ \text{cos } 34^\circ 36' 00'' &= + 0,82314 \\ \text{cos } -14^\circ 54' 49'' &= + 0,96631 \\ \text{cos } 44^\circ 56' 45'' &= + 0,70777 \quad + 0,5629662 \\ \hline \text{sen } h &= + 0,4168269 \end{aligned}$$

En las tablas se obtiene:  $h = 24^\circ 38' 05''$ .

Cálculo del azimut:

$$\begin{aligned} \text{cotg } A &= \frac{\text{tang } \delta \text{ cos } \varphi - \text{sen } \varphi \text{ cos } t}{\text{sen } t} \\ \text{tang } -14^\circ 54' 49'' &= - 0,26633 \\ \text{cos } 34^\circ 36' 00'' &= + 0,82314 \\ \hline &= - 0,2192268 \\ \text{sen } 34^\circ 36' 00'' &= + 0,56784 \\ \text{cos } 44^\circ 56' 45'' &= + 0,70777 \\ \hline &= + 0,4019001 \\ - 0,2192268 - (+ 0,4019001) &= - 0,2192268 - 0,4019001 = \\ &= - 0,6211269. \end{aligned}$$

$$\text{cotag } A = \frac{- 0,6211269}{\text{sen } t} = \frac{0,6211269}{0,70644} = - 0,8792352$$



El signo negativo de la cotangente me indica que el azimut está comprendido entre  $90^\circ$  y  $180^\circ$ .

Para una cotangente de 0,879235 la tabla me suministra un ángulo de  $48^\circ 40' 28''$ . Restando éste valor de  $180^\circ$  hallo el ángulo del segundo cuadrante que tiene la misma cotg, pero con signo negativo. De esta manera obtenemos el azimut:  $A = 130^\circ 39' 32''$ .

#### DISCUSIÓN DE LAS FÓRMULAS

Con el objeto de que nos sirva para apreciar la variación de los valores naturales de las funciones trigonométricas al variar el ángulo, intercalo el siguiente cuadro.

	<i>sen</i>	<i>cos</i>	<i>tang</i>	<i>cotg</i>
$0^\circ$	0	+ 1	0	+ $\infty$
$15^\circ$	+ 0,259	+ 0,966	+ 0,268	+ 3,732
$30^\circ$	+ 0,500	+ 0,866	+ 0,577	+ 1,732
$45^\circ$	+ 0,707	+ 0,707	+ 1,000	+ 1,000
$60^\circ$	+ 0,866	+ 0,500	+ 1,732	+ 0,577
$75^\circ$	+ 0,966	+ 0,259	+ 3,732	+ 0,268
$90^\circ$	+ 1,000	0	+ $\infty$	0
$105^\circ$	+ 0,966	- 0,259	- 3,732	- 0,268
$120^\circ$	+ 0,866	- 0,500	- 1,732	- 0,577
$135^\circ$	+ 0,707	- 0,707	- 1,000	- 1,000
$150^\circ$	+ 0,500	- 0,866	- 0,577	- 1,732
$165^\circ$	+ 0,259	- 0,966	- 0,268	- 3,732
$180^\circ$	0	- 1,000	0	- $\infty$

Comenzaremos la discusión con la fórmula:

$$\text{sen } h = \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \text{cos } \varphi \text{ cos } \delta \text{ cos } t \quad (1).$$

Si el lugar de observación es un punto del ecuador, la latitud es cero,  $\varphi = 0$ , haciéndose  $\text{sen } \varphi = 0$  y  $\text{cos } \varphi = 1$ ; la fórmula (1) se reduce a

$$\text{sen } h = \text{cos } \delta \text{ cos } t.$$

Cualquiera que sea el signo de  $\delta$ , positivo o negativo, su coseno es siempre positivo y el signo de  $\text{sen } h$ , y por lo tanto, de  $h$  depende solamente de  $\text{cos } t$ . Si  $t < 90^\circ$ , su coseno es positivo y  $h$  resulta positiva, si  $t > 90^\circ$ , su coseno es negativo y  $h$  lo es también y el astro se encuentra debajo del horizonte.

Siendo  $t = 90^\circ = 6^h$ ,  $\cos t = 0$  resulta  $\sin h = 0$ , y por consiguiente,  $h = 0$ , para cualquier valor positivo o negativo de  $\delta$ . De lo que antecede, deducimos que para el observador colocado en el ecuador, los arcos visibles descritos por los astros son iguales a los invisibles.

Si el observador se encuentra en el polo,  $\varphi = 90^\circ$ ,  $\sin \varphi = 1$  y  $\cos \varphi = 0$ ; la fórmula se reduce a  $\sin h = \sin \delta$ , y por lo tanto,  $h = \delta$  (porque ambos son menores que  $90^\circ$ ). Efectivamente en el polo, el ecuador se confunde con el horizonte.

Si  $\varphi$  no es ni  $0^\circ$  ni  $90^\circ$ ,  $\sin \varphi$  y  $\cos \varphi$  pueden tomar valores entre 0 y  $+1$  (hemos supuesto  $\varphi$  siempre positivo), pero siempre diferente de 0 y  $+1$ .

### A)

Si  $\delta$  es positiva (recuérdese la convención) ambos términos de la fórmula (1) resultan positivos, siempre que  $\cos t$  lo sea.

Si  $t < 90^\circ$ ,  $\cos t$  es positivo; si  $t > 90^\circ$ ,  $\cos t$  es negativo.

Puede presentarse:

1.º) El producto  $\sin \delta \sin \varphi > \cos \delta \cos \varphi$ . En este caso  $h$  será siempre positiva, porque  $\cos t$  varía entre  $+1$  y  $-1$  pasando por cero y al multiplicar  $\cos \delta \cos \varphi$  por un número menor que uno, su producto es menor que  $\cos \delta \cos \varphi$  y la diferencia será positiva. Cuando  $t = 180^\circ$ ,  $\cos t = -1$  y se obtendrá el valor máximo negativo para  $\cos \delta \cos \varphi \cos t$ , pero siempre menor en valor absoluto, que  $\sin \delta \sin \varphi$ , y por lo tanto,  $h$  será siempre positiva. Este punto corresponde a la culminación inferior de una estrella circumpolar.

De la condición impuesta,  $\sin \delta \sin \varphi > \cos \delta \cos \varphi$ , obtenemos, pasando  $\cos \varphi$  al primer miembro y  $\sin \delta$  al segundo:  $\tan \varphi > \cot \delta$ , luego,  $\tan \varphi > \tan (90^\circ - \delta)$  y por lo tanto,  $\varphi > (90^\circ - \delta)$ , por ser  $\varphi$  y  $\delta$  menores que  $90^\circ$ . Lo que antecede nos dice que para que un astro sea circumpolar, la distancia polar del mismo debe ser menor que la latitud del lugar.

2.º) Si  $\sin \delta \sin \varphi = \cos \delta \cos \varphi$ ,  $h$  será siempre positiva hasta que  $t = 180^\circ = 12^h$  donde  $\cos t = -1$ , y por lo tanto ambos términos del segundo miembro, teniendo igual valor absoluto y distinto signo, su diferencia resulta cero obteniéndose  $h = 0$ . El astro tiene su culminación inferior en el punto cardinal Sud. Este astro recorre el paralelo límite de las estrellas circumpolares. De la igualdad  $\sin \delta \sin \varphi = \cos \delta \cos \varphi$  se obtiene haciendo las mismas operaciones que en el caso anterior, que  $\varphi = 90^\circ - \delta$ , lo que nos dice



que la distancia polar del paralelo límite de las estrellas circumpolares es igual a la latitud del lugar.

3.º) Si  $\text{sen } \delta \text{ sen } \varphi < \text{cos } \delta \text{ cos } \varphi$ . Mientras  $t$  sea menor que  $90^\circ$ , siendo  $\text{cos } t$  positivo, ambos términos serán positivos y  $h$  lo será también.

Al variar  $t$  de  $90^\circ$  a  $180^\circ$ , su coseno varía de 0 a  $-1$ , aumentando su valor absoluto, en un momento adquirirá un valor tal que hará  $\text{sen } \delta \text{ sen } \varphi = \text{cos } \delta \text{ cos } \varphi \text{ cos } t$ , y siendo de signos contrarios, resultará  $\text{sen } h = 0$ , y por lo tanto,  $h = 0$ . La órbita aparente del astro corta al horizonte. Para un valor mayor del ángulo horario resulta  $h$  negativa y el astro está debajo del horizonte. Haciendo las mismas transformaciones que en los casos anteriores llegamos a que para que un astro corte el horizonte  $\delta < (90^\circ - \varphi)$ .

## B)

Si  $\delta = 0$ , el astro recorre el ecuador,  $\text{sen } \delta = 0$  y  $\text{cos } \delta = 1$ . La fórmula que estamos discutiendo se transforma en

$$\text{sen } h = \text{cos } \varphi \text{ cos } t$$

Si el observador está en el ecuador  $\varphi = 0$ ,  $\text{cos } \varphi = 1$  resulta,  $\text{sen } h = \text{cos } t$ , luego,  $h = 90^\circ - t$ . Efectivamente en esas condiciones el astro recorre el primer vertical del observador.

Si el observador está en otra latitud diferente de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ , al hacer  $t = 90^\circ = 6^h$ ,  $\text{cos } t = 0$  y  $h = 0$ , lo que nos dice que el arco visible es igual al invisible, porque si  $t < 90^\circ$ ,  $h$  es positiva y si  $t > 90^\circ$ ,  $h$  es negativa.

## C)

Si la declinación es negativa, de acuerdo a nuestra convención, el astro está en el hemisferio opuesto,  $\text{sen } \delta$  es negativo,  $\text{cos } \delta$  es positivo y por lo tanto la fórmula que estamos discutiendo se transforma en:  $\text{sen } h = - \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \text{cos } \varphi \text{ cos } \delta \text{ cos } t$  (2).

Puede presentarse los siguientes casos:

1.º) Si el valor absoluto de  $\text{sen } \varphi \text{ sen } \delta > \text{cos } \varphi \text{ cos } \delta$ , para cualquier valor de  $t$  la altura es negativa porque el mayor valor de  $\text{cos } t = +1$  cuando  $t = 0$ . El astro es invisible.

2.º) Si en valor absoluto  $\text{sen } \delta \text{ sen } \varphi = \text{cos } \delta \text{ cos } \varphi$ , cuando  $t = 0^\circ$ ,  $\text{cos } t = +1$  (valor máximo de  $\text{cos } t$ ) resulta  $h = 0^\circ$ . El astro roza el horizonte en el punto cardinal Norte. Aumentando  $t$ ,  $\text{cos } t$

disminuye, y por lo tanto,  $\text{sen } h$  resulta negativo lo mismo que la altura  $h$ .

3.º) Cuando  $\text{sen } \delta \text{ sen } \varphi < \text{cos } \delta \text{ cos } \varphi$  en valor absoluto, el valor de  $t$  tiene gran importancia. Si  $t = 0^\circ$ ,  $\text{cos } t = +1$ , y por lo tanto, el segundo término de la igualdad (2) es mayor que el primero, resultando  $\text{sen } h$  y por consiguiente  $h$  positivos. Al aumentar  $t$  de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  su coseno disminuye de  $+1$  a  $0$ , dando como consecuencia, la disminución de su producto por  $\text{cos } \varphi \text{ cos } \delta$ , manteniéndose siempre positivo. Llegará un momento en que  $t$  adquiera tal valor, que el producto  $\text{cos } t (\text{cos } \delta \text{ cos } \varphi) = \text{sen } \delta \text{ sen } \varphi$ , en cuyo caso,  $\text{sen } h = 0$  porque ambos términos tienen igual valor absoluto y distinto signo. A partir de este valor de  $t$  obtenemos para  $\text{sen } h$ , y por lo tanto,  $h$  un valor negativo; el astro está debajo del horizonte. Cuando  $t$  pasa de  $90^\circ$  a  $180^\circ$ , su coseno es negativo, resultando, por lo tanto, negativo ambos términos de la igualdad (2) y la altura es decididamente negativa.

Analizaremos ahora la fórmula del azimut:

$$\text{cotag } A = \frac{\text{tang } \delta \text{ cos } \varphi - \text{sen } \varphi \text{ cos } t}{\text{sen } t}$$

Si el observador está colocado en el ecuador  $\varphi = 0^\circ$ ,  $\text{sen } \varphi = 0$  y  $\text{cos } \varphi = 1$ , la fórmula se reduce a  $\text{cotag } A = \frac{\text{tang } \delta}{\text{sen } t}$ . Como hemos supuesto que  $t$  puede variar entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ ,  $\text{sen } t$  será siempre positivo y el signo de  $\text{cotg } A$  dependerá de  $\text{tang } \delta$ . Si  $\delta$  es positiva,  $\text{tang } \delta$  lo es y  $\text{cotg } A$  también; por lo tanto,  $A < 90^\circ$ ; si  $\delta$  es negativa resulta  $\text{cotg } A$  negativa y  $A > 90^\circ$ .

Si  $t$  es  $0^\circ$  o  $180^\circ$ ,  $\text{sen } t = 0$  y  $\text{cotg } A = \pm \infty$ , por lo tanto  $A$  valdrá  $0^\circ$  ó  $180^\circ$ .

No consideraremos al observador en el polo,  $\varphi = 90^\circ$ , porque en esa posición el meridiano está completamente indeterminado.

Si  $\varphi$  no es  $0^\circ$  ni  $90^\circ$ ,  $\text{sen } \varphi$  y  $\text{cos } \varphi$  serán diferentes de  $0$  ó  $1$  pero siempre positivos y menores que  $1$  (recuérdese la convención), y además  $\text{sen } t$  variará entre  $0$  y  $+1$ . Luego, el signo de  $\text{cotg } A$  y por lo tanto el valor de  $A$ , depende de  $\text{tang } \delta$  y  $\text{cos } t$ .

### A)

Consideremos  $\delta$  positiva y tomaré solamente  $t < 90^\circ$ , porque siendo su coseno positivo el segundo término del numerador resulta negativo, en caso contrario resultaría positivo y tendríamos la seguridad de que  $A < 90^\circ$ .



A la fórmula podemos darle la siguiente forma:

$$\cotg A = \frac{\text{sen } \delta \frac{\cos \varphi}{\cos \delta} - \text{sen } \varphi \cos t}{\text{sen } t}$$

Consideremos:

a)  $\delta > \varphi$ , luego  $\text{sen } \delta > \text{sen } \varphi$ ;  $\cos \delta < \cos \varphi$  y  $\frac{\cos \varphi}{\cos \delta} > 1$  por

lo tanto el primer término del numerador será mayor que el segundo y  $\cotg A$  resultará positivo y  $A < 90^\circ$ .

b) Si  $\delta$  disminuye,  $\text{tang } \delta$  disminuye y a  $\cotg A$  le sucede lo propio; por consiguiente,  $A$  aumenta manteniéndose menor que  $90^\circ$ .

c) Si  $\delta = \varphi$ ,  $\text{sen } \delta = \text{sen } \varphi$ ,  $\cos \delta = \cos \varphi$  y  $\frac{\cos \varphi}{\cos \delta} = 1$ , por

lo tanto,  $\cotg A = \frac{\text{sen } \varphi (1 - \cos t)}{\text{sen } t}$  Cuando  $t = 0^\circ$ ,  $\cos t = 1$

y  $\text{sen } t = 0$ , resultando  $\cotg A = 0 : 0$  es decir una indeterminación. Efectivamente es el momento en que el astro pasa por el cenit.

Si  $t$  aumenta, manteniéndose muy próximo a los  $0^\circ$ ,  $\cos t$  disminuye y  $\text{sen } t$  aumenta, pero el primero lo hace lentamente mientras que el segundo lo hace con rapidez. Por lo tanto el numerador queda muy próximo a 0 mientras que el denominador adquiere cierto valor y  $\cotg A$  resulta muy pequeño pero siempre positivo.  $A$  estará muy próximo a los  $90^\circ$ .

d) Cuando  $\delta < \varphi$ ,  $\text{sen } \delta < \text{sen } \varphi$ ,  $\cos \delta > \cos \varphi$ ,  $\frac{\cos \varphi}{\cos \delta} < 1$ , por

consiguiente,  $\text{sen } \delta \frac{\cos \varphi}{\cos \delta} < \text{sen } \varphi$ , por lo tanto, el signo del numerador depende del valor que adquiere  $\cos t$ . Si  $t = 0^\circ$ ,  $\cos t = 1$  y  $\text{sen } t = 0$ . El numerador es decididamente negativo y  $\cotg A = -\infty$ , luego,  $A = 180^\circ$ .

Aumentando  $t$ ,  $\cos t$  disminuye y el segundo término del numerador disminuye. Llega un momento en que  $t$  adquiere un valor tal que ambos términos del numerador se igualan, resultando  $\cotg A = 0$  y por lo tanto,  $A = 90^\circ$ . El astro pasa por el primer vertical. A partir de éste valor del ángulo horario, el segundo término es menor que el primero, resultando positivo el numerador, y por lo tanto,  $A < 90^\circ$ .

## B)

Consideremos ahora  $\delta$  negativa. Si  $\delta$  es negativa,  $\text{tang } \delta$  es negativa y ambos términos del numerador serán negativos, siempre que  $t < 90^\circ$ , resultando  $\text{cotg } A$  negativa, y por lo tanto,  $A > 90^\circ$ .

Si  $t$  pasa de  $90^\circ$  a  $180^\circ$ , su coseno pasa de 0 a  $-1$ , es decir, es negativo, resultando, por lo tanto, positivo el segundo término del numerador. Recuérdese que el primero es negativo. Al variar  $t$  puede suceder:

a) Que se obtenga  $\text{tang } \delta \cos \varphi = \text{sen } \varphi \cos t$ , siendo el primero negativo y el segundo positivo se anulan, resultando  $A = 90^\circ$ . La órbita aparente del astro corta al primer vertical.

b) Que aunque  $t$  llegue a valer  $180^\circ$ , donde su coseno adquiere el máximo negativo  $-1$ , quede  $\text{tang } \delta \cos \varphi > \text{sen } \varphi \cos t$ , el numerador quedará siempre negativo y  $A$  variará entre  $90^\circ$  y  $180^\circ$ . La órbita aparente del astro no corta al primer vertical.

Obsérvese que si  $\delta$  es negativa y  $t$  varía entre  $90^\circ$  y  $180^\circ$ , ambos términos del segundo miembro de la fórmula

$$\text{sen } h = \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

son negativos y el astro está debajo del horizonte.

---

Si con la sencilla discusión que antecede, consigo despertar el interés de los aficionados y logro convencerlos de que ellos también son capaces de determinar la posición de los astros, dentro de la aproximación requerida en la práctica, habré obtenido el fin que me propuse al iniciar la publicación de los artículos referente a la resolución de triángulos de posición.

No pretendo haber agotado el tema, y el lector que desee enfocar el tópico desde un punto más elevado, encontrará el asunto tratado con mayor amplitud en los libros de trigonometría esférica.





# MEDICION DE LA DISTANCIA

## DE LA TIERRA AL SOL

Por HAROLD SPENCER JONES

(Conclusión)

---

### Los Tránsitos de Venus.

Entre todos los métodos tendientes a determinar la paralaje solar, la observación de los tránsitos de Venus es el que ha despertado las esperanzas más elevadas, que ha motivado el mayor empleo de energía y recursos, y que ha resultado el mayor fracaso. Visto desde partes lejanas de la Tierra, el recorrido aparente de Venus a través del disco solar será distinto, siendo distintos los tiempos iniciales y finales de los tránsitos. Las diferencias de recorrido o de tiempo pueden traducirse en diferencias de espacio, deduciéndose la distancia de Venus y, con ella, la del Sol. Como dijo Halley, al poner de relieve las ventajas de este método, los tiempos iniciales y finales del tránsito podrían determinarse con precisión "sin ningún otro instrumento que telescopios y buenos relojes comunes, y sin ninguna otra cualidad, respecto al observador, que lealtad y diligencia, con un poco de habilidad astronómica". De tal modo, los astrónomos del siglo XVIII aguardaban esperanzados y celosos el acercamiento de los tránsitos de Venus de los años 1761 y 1769, respectivamente. Los principales gobiernos europeos prepararon expediciones hacia varias partes del mundo, destacando observadores en muchos lugares de observación a lo largo y lo ancho de la superficie terrestre. Merece mención el hecho de que fué a raíz del tránsito de 1769 que el capitán Cook adquirió su fama como navegante. Cook llevó a un grupo de observadores a Tahiti, en el Pacífico, completando —una vez observado el tránsito— su viaje alrededor del mundo, de tres años de duración. También es notable la mala suerte del astrónomo francés Le Gentil. Había tenido la intención de observar el tránsito de 1761 en Pondicherry, pero llegó tarde a causa de la guerra franco-

inglesa. Decidió permanecer en el lugar mencionado, durante ocho años, para tener la seguridad de observar el tránsito de 1769, pero, en el momento crítico, no pudo ver nada, a causa de las nubes. Al regresar a Francia, oportunamente, se enteró que, durante su larga ausencia, había sido declarado legalmente muerto, habiéndose repartido todos sus bienes entre sus herederos.

Los resultados de estas observaciones eran extremadamente desilusionantes. Surgieron dificultades inesperadas al determinarse los instantes exactos del contacto entre el disco oscuro de Venus y el brillante del Sol. En vez de encontrarse y separarse con absoluta nitidez, como se había esperado, los dos cuerpos celestes parecían mantenerse adheridos el uno al otro, formándose, aparentemente, una mancha negra entre el borde de Venus y el del Sol, parecida a una gota de tinta adherida a una pluma que se saca lentamente de un tintero. Los resultados obtenidos por las distintas expediciones eran muy diferentes y discordantes, manteniéndose la incertidumbre respecto a la distancia solar por varios millones de millas.

Al aproximarse los tránsitos de 1874 y 1882, esperábase con confianza que ellos iban a dar la repuesta final a la cuestión de la distancia solar. Creíase que las dificultades experimentadas en los años 1761 y 1769 cederían a la eficacia de los preparativos hechos bajo aquéllas advertencias previas. Más de un siglo había pasado, y no vanamente. Durante este lapso se habían introducido muchas mejoras en cuanto a instrumentos, métodos de observación y técnica. Mucho se esperó de la fotografía que se había desarrollado como ayudante del astrónomo; por más que la coordinación y la interpretación de las observaciones visuales podrían resultar difíciles, *la cámara* no podría mentir y se mantendría libre de prejuicios. Tanto la cámara como los heliómetros facilitarían la determinación exacta de la posición del cuerpo oscuro de Venus, visto contra el fondo luminoso del Sol, libre de cualquier fenómeno peculiar, al producirse los contactos. He aquí que, bien anticipadamente, se organizó el plan de cooperación internacional más intenso que la astronomía había visto hasta entonces. Nombráronse comisiones oficiales para considerar los mejores métodos de observación. Construyéronse modelos para entrenar a los observadores y determinar sus aptitudes personales. Instrumentos especiales fueron confeccionados para asegurar la uniformidad respecto a equipo y método. Gran Bretaña, Francia, Alemania, Italia, Rusia, Holanda y los Estados Unidos cooperaron equipando unos cuatro lugares estratégicos de observación, con un costo de casi un cuarto de millón de libras. Siberia, las islas Sandwich, Kerguelen y las casi inaccesibles islas



de San Paulo y Campbell figuraban entre los lugares de expedición. El tiempo se mostró favorable, en general, los preparativos bien organizados resultaron adecuados; los contactos se observaron bien y se obtuvieron muchas fotografías.

Sin embargo, los resultados constituyeron una gran desilusión. La "gota negra" molestó otra vez, pero no más de lo esperado. Más inconveniente resultó la iluminación debida a la atmósfera de Venus que hizo que el planeta estuviera alumbrado por un anillo de luz; su acción arruinadora sobre las observaciones, por el efecto desfigurante de la refracción, no se había previsto. Tan inciertos resultaron los instantes del contacto preciso que unos observadores, con equipos idénticos, y colocados a pocos metros de distancia entre sí, registraron tiempos que llegaban a diferir hasta en un minuto. La fotografía en la que se habían basado esperanzas tan altas, resultó un fracaso casi completo. La gran campaña dejó la distancia solar incierta en un millón y medio de millas, aproximadamente.

Con moderación, pero intrépidamente, se activaron los preparativos para el segundo tránsito, con la esperanza de obtener beneficios de la experiencia adquirida en el año 1874. Algunos países se retiraron con la justificación de que otros métodos para encontrar la distancia solar eran más precisos y menos costosos. La organización de las observaciones se discutió en una conferencia internacional en París, en el año 1881. Otra vez se realizaron muchas expediciones, distribuyéndose los grupos británicos desde Queensland hasta Bermuda. De nuevo se ensayaron observaciones visuales y fotográficas: los resultados desilusionaron otra vez; la distancia solar resultó de  $92\frac{1}{2}$  millones de millas; pero la diversidad de los datos proporcionados por las distintas expediciones y por los diferentes métodos de estudio mostró que este valor no podía ser considerado de mucha confianza.

### Los Asteroides.

Mas, mientras tanto, habían aparecido en el campo de la trigonometría celeste otros objetos más adecuados para la observación que Marte o Venus. En el extenso espacio entre las órbitas de Marte y Júpiter existe un enjambre de pequeñísimos planetas o asteroides que circulan alrededor del Sol. El primero de ellos fué descubierto, en la noche del 1 de enero de 1801, por un astrónomo siciliano, Piazzi, quien le dió el nombre de Ceres, según la deidad de aquella isla. Actualmente se conocen unos dos mil de estos pequeños cuerpos. La mayoría de los asteroides tienen poco interés intrínseco; se

cumple con la tarea algo monótona de registrar su recorrido, porque, de vez en cuando, uno de ellos demuestra tener interés particular. En el año 1872, Galle sugirió la idea de que algunos de los asteroides pudieran recompensar el trabajo desinteresado de los astrónomos de controlar su recorrido, secundando sus esfuerzos tendientes a determinar la escala del sistema solar. Algunos de ellos tienen brillo suficiente y se acercan lo bastante como para ser útiles para este propósito y, teniendo la pequeñez suficiente para aparecer, en el telescopio, como estrellas, tienen una marcada ventaja sobre Marte o Venus, con sus discos grandes. En los años 1888 y 1889, utilizando observaciones de los tres asteroides Victoria, Iris y Sappho, Gill obtuvo una distancia solar de 92.874.000 millas, indudablemente la determinación más precisa que se había hecho hasta aquel entonces.

El 433º asteroide descubierto que fué encontrado el 14 de agosto de 1898, dándosele el nombre de Eros, resultó tener una importancia singular para la medición de la distancia solar. Se trata de un cuerpo pequeño, de sólo unas 15 millas de diámetro, con una órbita tan elíptica que, de vez en cuando, llega a una distancia de más o menos 15 millones de millas de la Tierra. Un acercamiento tan grande había tenido lugar en el año 1894, poco antes de su descubrimiento. Desde entonces, sus mayores aproximaciones se han producido en el año 1901, con una distancia mínima de algo menos de 30 millones de millas, y en el año 1931, cuando su distancia menor fué de solamente 16.200.000 millas, lo que ofreció la oportunidad más favorable que jamás se haya presentado para la determinación de la distancia solar. En el año 1901 se consiguieron extensas observaciones; pero las del año 1931 fueron mucho más numerosas, siendo, además, mucho más favorables las condiciones en la segunda fecha, a lo que se agregaron los grandes progresos hechos, durante el siglo presente, en cuanto a las aplicaciones de la fotografía a las mediciones astronómicas precisas, de modo que se llegó a una exactitud mayor en las observaciones más recientes. Nos referiremos, pues, únicamente a las observaciones del año 1931.

### Las Observaciones de Eros en el año 1931.

Estas observaciones fueron, casi exclusivamente, fotográficas; el método empleado consistía en tomar a Eros y a las estrellas circunvecinas en una misma placa, para determinar, mediante una medición cuidadosa, la posición exacta de Eros entre las estrellas. Puede obtenerse una base usando dos observatorios distintos y combinando las observaciones para dar con el desplazamiento relativo



de Eros, tal cual se presenta desde los dos extremos de la base; o la base puede ser proporcionada por la rotación de la Tierra, combinándose las observaciones vespertinas con las de la madrugada siguiente, realizadas por un mismo observatorio. Durante el intervalo, tanto la Tierra como Eros se han movido algo, siguiendo sus órbitas alrededor del Sol. Debe tenerse en cuenta el desplazamiento en la posición de Eros, durante este intervalo, tal como se ve desde la Tierra, lo que no es cosa difícil, conociéndose exactamente el recorrido de Eros y de la Tierra alrededor del Sol. Ahora bien; comúnmente se afirma que la órbita de un planeta alrededor del Sol representa una elipse. Ello sería cierto si no existieran otros planetas. Pero la gravedad es una fuerza universal. Es la fuerza de gravedad del Sol la que obliga a la Tierra a girar alrededor de él; pero, no obstante, cada uno de los demás planetas del sistema solar ejerce, a su vez, su fuerza de atracción sobre la Tierra, la que depende de la distancia mutua entre ambos, variando continuamente a medida que los dos se mueven. Los efectos de la atracción, gradualmente variables, de los demás planetas sobre la Tierra y sobre Eros, deben determinarse y tenerse en cuenta al calcular el recorrido de estos dos. Esto es una tarea larga y engorrosa, la que fué emprendida por el doctor Witt, el descubridor de Eros.

Como las posiciones de Eros habían tenido que derivarse con referencia a estrellas adyacentes, fué necesario determinar especialmente las posiciones de un número suficiente de estrellas para tal propósito. Hízose una selección de 900 estrellas con brillo suficiente para ser observadas con instrumentos meridianos, y que se encontraban en una zona angosta de un grado de extensión a ambos lados del recorrido de Eros. Este número de estrellas bastaba para dar un promedio de 10 ó 12 en una placa centrada en cualquier punto de la órbita de Eros y la que cubría el campo de  $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ , obtenible con instrumentos de una longitud focal de hasta 12 pies aproximadamente. Determináronse sus posiciones en 13 observatorios distintos, que fueron combinadas en un catálogo definitivo, basado en un sistema homogéneo, en el Rechen-Institut de Berlín. Pero las fotografías hechas con instrumentos modernos, de foco largo, cubren un campo más reducido, resultando insuficiente el número de las primitivas estrellas de referencia para la deducción de la posición de Eros de estas fotografías. Por consiguiente, se procedió a seleccionar alrededor de 6000 estrellas de referencia secundarias, más débiles, cuya posición se obtuvo por métodos fotográficos, utilizando las estrellas primitivas como referencia. Con este fin se consiguieron series especiales de fotografías en Greenwich, Bergedorf,

Leipzig y Ciudad del Cabo, las que se combinaron en un catálogo definitivo en Greenwich.

Cuando la paralaje de Eros era lo bastante grande como para permitir observaciones que valían la pena, su recorrido formaba un gran arco a través del cielo, de norte a sud. En un principio, se lo pudo observar sólo en observatorios boreales, pero, moviéndose rápidamente hacia el sud, entró en la región de los observatorios australes, para desaparecer, oportunamente, de la zona de la mayoría de los observatorios del norte. Aproximadamente tres docenas de observatorios, distribuídos por los cinco continentes del globo, efectuaron las observaciones. Pero las observaciones visuales resultaron considerablemente inferiores a las fotográficas, en cuanto a exactitud de modo que la derivación de la paralaje solar se apoyó, oportunamente, en las observaciones fotográficas realizadas, por medio de 30 telescopios, en 24 observatorios de Inglaterra, U. S. S. R., Alemania, Bélgica, Checoslovaquia, Italia, España, Algeria, Estados Unidos, China, Japón, Africa Austral, Australia y Argentina. 2.847 placas fueron medidas y utilizadas.

La paralaje solar puede derivarse de esas observaciones de varios modos. En primer lugar, empleando el método diurno, cada instrumento con el que se obtuvieron observaciones en distintas noches con suficiente alcance respecto al desplazamiento paraláctico, dará una determinación. Consiguiéronse así 16 determinaciones separadas, según Tabla 1. Los pesos relativos se basan en el error probable de cada determinación. El promedio pesado es de  $8''.7900 \pm \pm 0''.0013$ .

TABLA 1

Paralaje Solar:

Determinaciones Separadas por las Ascensiones Rectas.

<i>Instrumento</i>	<i>Paralaje y E. P.</i>	<i>Peso Relativo</i>
Cabo 13-pulg. ....	$8''.7886 \pm 0''.00165$	36.7
Cabo 24-pulg. ....	$8''.7902 \pm 0''.00175$	32.6
Córdoba .....	$8''.7928 \pm 0''.0024$	16.4
Allegheny .....	$8''.8020 \pm 0''.0035$	8.1
Van Vleck .....	$8''.7676 \pm 0''.0048$	4.3
Dearborn .....	$8''.8070 \pm 0''.0061$	2.7
Zô-Sè .....	$8''.7868 \pm 0''.0049$	4.2
Union Obs. ....	$8''.7918 \pm 0''.0074$	1.8
Lick .....	$8''.7887 \pm 0''.0080$	1.6
Melbourne .....	$8''.7949 \pm 0''.0082$	1.5



Greenwich 13-pulg. . . . .	8".7648 ± 0".0078	1.6
Greenwich 26-pulg. . . . .	8".7820 ± 0".0115	0.8
McCormick . . . . .	8".7861 ± 0".0091	1.2
Washington . . . . .	8".8160 ± 0".0101	1.0
Tokyo . . . . .	8".7459 ± 0".0183	0.3
Catania . . . . .	8".7865 ± 0".0336	0.1

La consistencia interna puede examinarse subdividiendo el material en distintas maneras. Primeramente pueden separarse las tres series con peso preponderante —de las que dependerá mayormente el promedio pesado combinado— de las 13 series restantes, comparándose los promedios separados. En segundo lugar, pueden compararse las determinaciones basadas en las posiciones de las estrellas primitivas con las que se basan en las posiciones de las secundarias, para averiguar si existe algún efecto sistemático, en relación con el brillo de las estrellas de comparación. En tercer lugar, pueden compararse los resultados de los instrumentos originalmente proyectados para observaciones fotográficas con los obtenidos por instrumentos visuales, usados fotográficamente empleando placas sensibles al amarillo y filtros amarillos. En cada caso, la concordancia resultó satisfactoria.

Los resultados derivados de tal modo son independientes de las correcciones sistemáticas requeridas por los instrumentos individuales, pero traen consigo un considerable consumo innecesario de material. No sólo se excluyen las observaciones de noches incompletas (quiere decir las efectuadas o a la noche, o a la madrugada, pero no en ambas ocasiones), sino que también se dejan sin considerar, en absoluto, a las observaciones con otros instrumentos, cuyas series no son lo bastante completas. Por consiguiente, se realizaron nuevas soluciones, noche por noche, utilizando todo el material disponible. De este modo, se obtuvieron 129 determinaciones separadas de la paralaje solar, con un promedio pesado de  $8".7875 \pm 0".0009$ . La consistencia interna se controló dividiendo el material en cuatro grupos de pesos más o menos iguales, los que dieron valores que concordaban estrechamente.

A una determinación completamente independiente se puede llegar comparando las observaciones procedentes de un observatorio boreal con las de otro austral, sirviendo de base la línea que une los dos observatorios. Este método utiliza observaciones en declinación, en vez de las en ascensión recta. La Tabla 2 contiene los resultados de una serie de determinaciones separadas. Estos no son del todo independientes, porque el material se ha utilizado varias veces, pero demuestran la consistencia general. Por eso se efectuaron de-

terminaciones individuales para cada noche que contaba con el suficiente número de observaciones provenientes de uno o de varios observatorios boreales y de uno o de varios australes. Así se hicieron 71 determinaciones separadas, con un promedio de  $8''.790 \pm \pm 0''.0011$ . Al dividir el material en tres grupos, se consiguieron, nuevamente, resultados concordantes.

**TABLA 2**

**Paralaje Solar:**

**Determinaciones Separadas: Norte - Sud.**

<i>Instrumento</i>	<i>Paralaje y E. P.</i>	<i>N.º de Noc.</i>
Radeliffe: Cabo 24-pulg. ....	$8''.7934 \pm 0''.0026$	9
Greenwich 26-pulg.; Cabo 24-pulg. .	$8''.7935 \pm 0''.0040$	9
Rad.-Gwh. 26-pulg.; Cabo 24-pulg. + Yale .....	$8''.7908 \pm 0''.0026$	13
Gwh. 13-pulg.; Cabo 13-pulg. ....	$8''.8023 \pm 0''.0067$	8
Dearborn; Cabo 24-pulg. ....	$8''.7906 \pm 0''.0033$	28
V. Vleck; Cabo 24-pulg. + Yale ..	$8''.7874 \pm 0''.0039$	17
Algeria; Cabo 13-pulg. ....	$8''.7886 \pm 0''.0028$	49
Algeria; Córdoba .....	$8''.7865 \pm 0''.0033$	30
Allegheny; Cabo 24-pulg. + Yale .	$8''.7840 \pm 0''.0037$	22
Washington; Cabo 24-pulg. + Yale	$8''.7870 \pm 0''.0058$	14
McCormick; Cabo 24-pulg. + Yale .	$8''.7865 \pm 0''.0038$	17
Lick; Cabo 13-pulg. ....	$8''.7862 \pm 0''.0036$	12
Lick; Cabo 24-pulg. ....	$8''.7867 \pm 0''.0043$	12
Lick; Córdoba .....	$8''.7909 \pm 0''.0086$	9

De tal modo, los resultados finales, para la paralaje solar, de las observaciones de Eros son, en resumidas cuentas, los siguientes:

*Observaciones en Ascensión Recta:*

- (a) Promedio de 16 determinaciones separadas,  $8''.7900 \pm 0''.0013$ .
- (b) Valor de todas las observaciones combinadas,  $8''.7875 \pm 0''.0009$ .

*Observaciones en Declinación:*

- (c) Valor de todas las observaciones combinadas,  $8''.7907 \pm 0''.0011$ .

Las tres determinaciones son adecuadamente representadas por un valor de la paralaje solar de  $8''.790 \pm 0''.001$ , el que corresponde a la distancia solar de

$$93.005.000 \pm 9.000 \text{ millas.}$$

El error probable asignado se basa sobre la concordancia interna de las observaciones. Es tan pequeño que la distancia solar se



deriva con una precisión adecuada para todos los propósitos, siempre que las observaciones no sean afectadas por un error sistemático. Una posible fuente de tal error es la dispersión atmosférica diferencial, si el color de Eros difiere del color promedio de las estrellas. Ya vimos, en el caso de Marte, que errores de tal índole pueden ser considerables. Se realizó, respecto a esta posibilidad, una investigación muy cuidadosa y detallada. Vimos que, si Eros es más rojo que el promedio de las estrellas de comparación, ha de esperarse un valor de paralaje solar demasiado grande. Ahora bien; se efectuó una cantidad de determinaciones del color de Eros, comprobándose que éste es algo —pero sólo muy poco— más rojo que el promedio de las estrellas de comparación. Por consiguiente, hemos de suponer, frente a esta evidencia, que nuestro valor final de la paralaje solar sea algo demasiado grande.

Pero el asunto no es tan fácil. Todas las observaciones se hicieron con telescopios refractores, en los que la luz es recogida por lentes; ninguna se hizo con un reflector. Las aberraciones de los sistemas de lentes hacen un papel de cierta importancia modificando nuestras conclusiones que son estrictamente aplicables sólo a un instrumento perfectamente aeromático, junto con una emulsión igualmente sensible a todos los colores. Para dar un sólo ejemplo de cómo se pueden modificar las conclusiones: Si un refractor del tipo astrográfico normal está enfocado para dar las imágenes más nítidas en el centro, entonces los rayos más nítidamente enfocados, en el borde de la placa, no son los de mayor eficacia fotográfica, sino rayos de una longitud de onda algo mayor. Si, en las mediciones de color, hay dos estrellas del mismo color, una en el centro de la placa y la otra en el borde, la última aparecerá más roja. Ahora bien; como Eros está tomado siempre en el centro de la placa, este efecto compensará, enteramente o en parte, la pequeña diferencia de color entre Eros y las estrellas de comparación. Muchos otros factores entran en juego; pero la conclusión de estos estudios consiste en que, habiéndose usado tantos instrumentos distintos, lo que a primera vista se presentaba como un molesto error sistemático, tiende a asumir un carácter casual. En cuanto a un posible efecto sistemático residual, debería revelarse por una correlación entre los valores de la paralaje solar, determinados noche por noche, y la distancia de Eros; porque los efectos de la dispersión atmosférica son independientes de la distancia de Eros; mientras que los desplazamientos paralácticos son más grandes cuando más cerca de la Tierra está Eros. Hízose una investigación de la correlación entre la paralaje solar y la distancia de Eros, tanto para observaciones en ascensión recta co-

mo en declinación. Los efectos deducidos, comparables con sus errores probables en cada caso, fueron de signo opuesto en las dos coordenadas, lo que lleva a la conclusión de que los efectos generales que surgen de las diferencias de color entre Eros y las estrellas de comparación son, por su pequeñez, despreciables. Esta es una circunstancia afortunada que no había sido prevista. La conclusión es corroborada por la concordancia, dentro de los límites de sus errores probables, entre los promedios de la paralaje solar derivados de instrumentos fotográficos y visuales. Los efectos de color con instrumentos visuales son sólo las dos quintas partes de las de los fotográficos; la concordancia de los resultados provenientes de los dos tipos demuestra que los efectos pueden ser despreciados.

Hace cien años, la distancia solar fué incierta por una parte en veinte; gradualmente, la incertidumbre fué disminuyendo hasta una parte en cien; y luego, hasta una parte en mil; ahora ha sido reducida en una parte en diez mil. En el año 1858, Sir John Herschel escribió, refiriéndose a una nueva determinación de la distancia solar, la que había acercado al Sol en 4 millones de millas: "El lector superficial (uno de una clase demasiado numerosa) puede considerar extraño y desacreditando la ciencia, el hecho de haber errado en casi 4 millones de millas al estimar la distancia solar. Pero a tal lector debe hacérsele recordar que el error en la paralaje solar, objeto de la corrección, corresponde al ancho aparente de un pelo humano a 125 pies, o a un sovereign (moneda de oro equivalente a 20 chelines) a 8 millas de distancia". La incertidumbre en nuestras determinaciones más recientes corresponde al ancho aparente de un pelo humano a 10 millas, o a una moneda de medio penique a 3.250 millas de distancia. Considerado de otro modo, una precisión similar, al medir la distancia de la Luna, la situaría sólo 100 yardas más acá o más allá de nosotros de lo que está en realidad.

Ha sido alcanzada, finalmente, la meta, por la que los astrónomos han luchado durante tanto tiempo. Se ha pronunciado la palabra final respecto a este problema histórico para muchos años venideros, y la distancia fundamental en astronomía se ha medido con toda la precisión que se requiere.

Trad. de Isabel Dobermont, Córdoba.



# RENUNCIA DEL DIRECTOR DEL OBSERVATORIO DE CORDOBA

---

*Transcribimos, por considerarlo de interés para todos, el texto completo de la renuncia al cargo de Director del Observatorio Astronómico Nacional de Córdoba, presentada por el titular, nuestro consocio doctor Enrique Gaviola. Nos hacemos un deber manifestar que esta Asociación se ha adherido ampliamente a su actitud, en razón de las causas que la motivaron; deseando que este "impasse" se solucione satisfactoriamente.*

Córdoba, Junio 25 de 1945.

A. S. E. el señor Ministro de Justicia e Instrucción Pública de la Nación, doctor Antonio J. Benítez.

Tengo el honor de dirigirme a V. E. presentando mi renuncia como Director del Observatorio de Córdoba.

Hacen dos años conseguí la incorporación a la ciencia del país de un físico teórico mundialmente conocido: del profesor doctor Guido Beek. Propuse y obtuve su nombramiento en un empleo modesto, a fin de conocer sus dotes personales y docentes antes de proponer su designación en un cargo de acuerdo a su categoría.

El profesor Beek ha demostrado poseer condiciones que no vacilo en calificar de únicas, como docente y como director de investigaciones. Tanto es así que, debido a su influencia, la física ha tomado últimamente un nuevo rumbo en el país. Por eso pedí al Ministerio el ascenso del profesor doctor Beek a segundo astrónomo el 20 de julio de 1944 y a primer astrónomo el 14 de diciembre de 1944. El 13 de mayo de 1945 insistí en mi pedido de ascenso, fundándolo ampliamente. Tales pedidos no han tenido efecto hasta ahora, después de transcurrido un año desde el primero. El nombramiento de un joven físico argentino, en cambio, propuesto recientemente, se efectuó menos de dos meses después de propuesto.

Como el mundo científico es poco numeroso, dentro de él nos conocemos y estimamos todos. La suerte de un hombre de ciencia en la Argentina interesa vivamente a los hombres de ciencia de todos los países cultos. La demora injustificada del ascenso del profesor

Beck sería interpretada en el mundo científico como un acto de xenofobia, lo que afectaría al prestigio internacional del Observatorio.

---

Me ha cabido el honor de ser vice director y director durante los últimos 8 años del Observatorio que fundara Sarmiento en 1871. Sarmiento creó el Observatorio a pesar de fuerte oposición parlamentaria. El país no quería cultura, quería seguir en la barbarie. Por eso pronunció Sarmiento las siguientes palabras en su discurso inaugural: "... Hay sin embargo, un cargo al que debo responder, "y que apenas satisfecho por una parte, reaparece por otra bajo "nueva forma. Es anticipado ó superfluo, se dice, un Observatorio "en pueblos nacientes y con un erario ó exhausto ó recargado. Y "bien, yo digo que debemos renunciar al rango de nación, ó al título de pueblo civilizado, si no tomamos nuestra parte en el progreso y en el movimiento de las ciencias naturales..."

Dentro de un año el Observatorio cumplirá sus bodas de diamante con la ciencia. Ha contribuído grandemente a la cultura astronómica mundial, pero nada o casi nada a la cultura argentina. El país ha enquistado al Observatorio como a un cuerpo extraño. Aún hoy se niega a permitirle los medios eficaces para actuar sobre la juventud argentina. El país desea seguir siendo bárbaro.

La Secretaría de Industria y Comercio, la Dirección General de Fabricaciones Militares, la Industria y las Universidades necesitan físicos de primera línea en el mayor número posible; pero no se permite la creación de una escuela de física con personal y organización capaces de producirlos.

La Marina y la Aeronáutica reclaman con urgencia meteorólogos con amplia base científica en física y en astronomía; pero se impide que el instituto que reúne a físicos y astrónomos capaces y con voluntad de formarlos pueda hacerlo.

El Observatorio de Córdoba ha estado durante 65 años dirigido por extranjeros, pero se evita que use su personal y sus espléndidas instalaciones —únicas en el hemisferio austral— para instruir personal argentino que esté al nivel de la astronomía y de la astrofísica mundiales.

¿Es que se duda de nuestra capacidad y de nuestra voluntad de hacer una escuela científica con dedicación exclusiva? ¿O es que se teme que la hagamos?

El país ha reclamado, en los últimos 20 años, gracias, en gran parte, a la prédica del doctor Bernardo Houssay, la investigación



científica y la dedicación exclusiva ("full-time" como lo llama el doctor Houssay) por boca de gobernantes, por medio de preámbulos y de artículos de estatutos universitarios y por las columnas editoriales de los diarios. Sin embargo, cuando circunstancias que será difícil volver a reunir permiten la creación de un centro de investigación y de enseñanza con dedicación exclusiva por un costo mínimo, el proyecto no encuentra, al parecer, apoyo.

El Observatorio cumplirá el año venidero 75 años de vida. ¿Podríamos honestamente festejar las bodas de diamante del Observatorio con la ciencia astronómica, cuando el mismo se encuentra actualmente en mayor peligro de desaparecer —científicamente hablando— que en la época de su fundación? En sus primeros años de vida el Observatorio contaba con el Presidente Sarmiento y con el Ministro Avellaneda dispuestos a defenderlos en todos los terrenos, aún en el parlamentario, contra las fuerzas del oscurantismo y de la barbarie. Contaba con un director extranjero respetado por su sabiduría y por ser extranjero.

Tan fuerte era la oposición parlamentaria a la obra civilizadora de Sarmiento, que él mismo no se atrevió a pedir la sanción de una ley de creación del Observatorio. Hizo introducir, casi subrepticamente, una partida en el Presupuesto y con ella contrató a su personal y compró sus instrumentos.

Después de sus treinta primeros años de vida fecunda y brillante, durante los cuales perduró la influencia de Sarmiento, de Avellaneda y de Gould, el Observatorio ha llevado una existencia precaria. El presidente y el vice presidente del Consejo Nacional de Observatorios Monseñor Fortunato Devoto e ingeniero Félix Aguilar se propusieron volver al Observatorio de Córdoba a su nivel científico inicial. Con tal misión vinimos a Córdoba en 1937, a pedido de Monseñor Devoto y del ingeniero Aguilar, el señor Juan José Nissen y el que escribe.

En los últimos 8 años hemos puesto en funcionamiento el poderoso telescopio de la Estación Astrofísica, no superado en el hemisferio austral, cuya óptica, montura y accesorios han sido construídos en parte en los propios talleres del Observatorio, bajo mi dirección.

Ya estamos cosechando los frutos de su funcionamiento. Con su ayuda hemos demostrado que la supuesta estrella "Eta Carinae" no es una estrella sino una nebulosa y hemos estudiado su espectro; hemos descubierto a la estrella "Enana blanca" más débil conocida hasta ahora; hemos tomado los espectros de varios cientos de estrellas del sur con un espectrógrafo construído en los talleres óptico

y mecánico del Observatorio; estamos estudiando las estrellas variables de las Nubes de Magallanes y los movimientos de sus nebulosas y estrellas. Hemos publicado un estudio de la paralaje de Eros al que el Astrónomo Real de Gran Bretaña le atribuyó gran peso estadístico en el cálculo del nuevo valor de la paralaje solar. Hemos publicado el "Catálogo Fundamental General" de estrellas australes. Hemos efectuado y publicado gran número de observaciones cometarias.

Todos esos trabajos han merecido elogiosos comentarios de astrónomos y de revistas científicas extranjeros.

Creo que estamos cumpliendo con una parte de la misión que nos fijaron Monseñor Devoto y el ingeniero Aguilar. Queda otra parte importante que cumplir: asegurar la continuidad de la labor del Observatorio en el tiempo. Permitir la formación de discípulos. Al querer emprender esta tarea el Observatorio ha sido atacado y no ha encontrado quien lo defienda. La cultura científica se encuentra en mayor desamparo hoy que en los tiempos de Sarmiento y Avellaneda. El progreso de la cultura científica del país en los últimos 75 años es insignificante, en general, a pesar de meritorios e incomprensidos esfuerzos aislados. En un mundo cuya cultura científica progresa a paso acelerado la Argentina se estanca o retrocede.

Saludo a V. E. con el mayor respeto.

(Fdo.): *E. Gaviola*,  
Director.



# NOTICIARIO ASTRONÓMICO

*NOTAS COMETARIAS.* — Las evidentes discrepancias entre las observaciones del cometa Kopff y las efemérides calculadas para su búsqueda, mencionadas en las "Notas" del número anterior, han incitado a nuestro consocio, el señor Jorge Bobone, del Observatorio de Córdoba, a calcular elementos exactos de su órbita actual, en base a un arco de 65 días. Trascibimos sus resultados, agregando para comparación los elementos deducidos en base a la aparición de 1939, empleados para las citadas efemérides.

<i>Elementos</i>	<i>Orbita actual</i>	<i>Anterior</i>
Epoca de perihelio 1945 Ago.	11,27523 T.U.	9,54
Arco de nodo al perihelio . . . . .	31°,54720	29°,800
Longitud del nodo . . . . .	253°,04303	254°,916
Inclinación de la órbita . . . . .	7°,22385	7°,172
Semieje mayor . . . . .	3,3712502 U.A.	3,372
Excentricidad . . . . .	0,5563247	0,55706

Los cambios no son en realidad muy grandes; las variaciones en longitud del nodo y arco del nodo al perihelio se compensan en buena parte, siendo su significado neto, el que la órbita se ha desplazado hacia el sur en esta región, en unos 0,0056 de U.A., mientras la distancia en perihelio ha aumentado en unos 0,0020. Con el semieje actual el período es de 6,190 años.

De acuerdo con estos elementos, el cometa, que a principio de septiembre se halla cerca de Eta Ophiuchi, cruzará en estos meses las constelaciones de Serpens (Cauda), Aquila y Aquarius, hasta Piscis, quedando en declinaciones australes moderadas. Las distancias geocéntrica y heliocéntrica van ambas en aumento, pero lentamente. Ya que el brillo a fines de agosto era algo superior a la novena magnitud, este cometa ha de quedar observable con relativa facilidad durante un buen rato todavía. Efemérides calculadas por el mismo señor Bobone están expuestas en nuestra Sede Social.

Como era de preverse por las diferentes relaciones de su movimiento, el cometa Pons-Winnecke tuvo una visibilidad más breve. Ultimamente ha estado atravesando la Vía Láctea en las conste-

laciones de Scorpius y Ara, hallándose en esta última a principios de septiembre, ya bastante débil y prácticamente invisible para aficionados, si bien queda todavía observable para telescopios grandes.

El segundo cometa Du Toit, con su movimiento retrógrado, tuvo una visibilidad extremadamente efímera, alejándose rápidamente. Siendo por una parte un cometa nuevo sin aparición anterior observada, y por otra parte un objeto sumamente difuso, sin concentración central prominente, amén de núcleo definido, quedará indudablemente bastante inseguridad en la determinación de su órbita definitiva. Pero podemos consolarnos recordando que en la Astronomía estamos restringidos a observar los fenómenos que se presentan, no pudiendo variar a voluntad las condiciones, como hacen en las ciencias de laboratorio.

B. H. D.

*NOVA AQUILAE 1945.* — El 28 de agosto fué observado por Tamm, una *Nova* en la posición A. R. 19 h., 16,0 m.; Decl.  $+0^{\circ} 36'$ , teniendo según el telegrama, magnitud visual 7 y fotográfica 8,5 y mostrando un espectro continuo fuerte con líneas de emisión. El único Tamm de que tengo noticias es un aficionado, Nils Tamm, que ha de tener ya cerca de 70 años, y que tenía un observatorio particular en Bro, unos 30 km. el noroeste de Stockholm.

La llegada de la noticia, con sus numerosas retrasmisiones, en menos de 48 horas, es un indicio muy grato, de que los atrasos por censura y otras causas ligadas con la guerra ya han disminuído si no desaparecido completamente. Sin embargo, la *Nova* parece estar disminuyendo ya de brillo, pues en la noche del 1.º de septiembre era de 8.<sup>a</sup> magnitud visual aproximadamente.

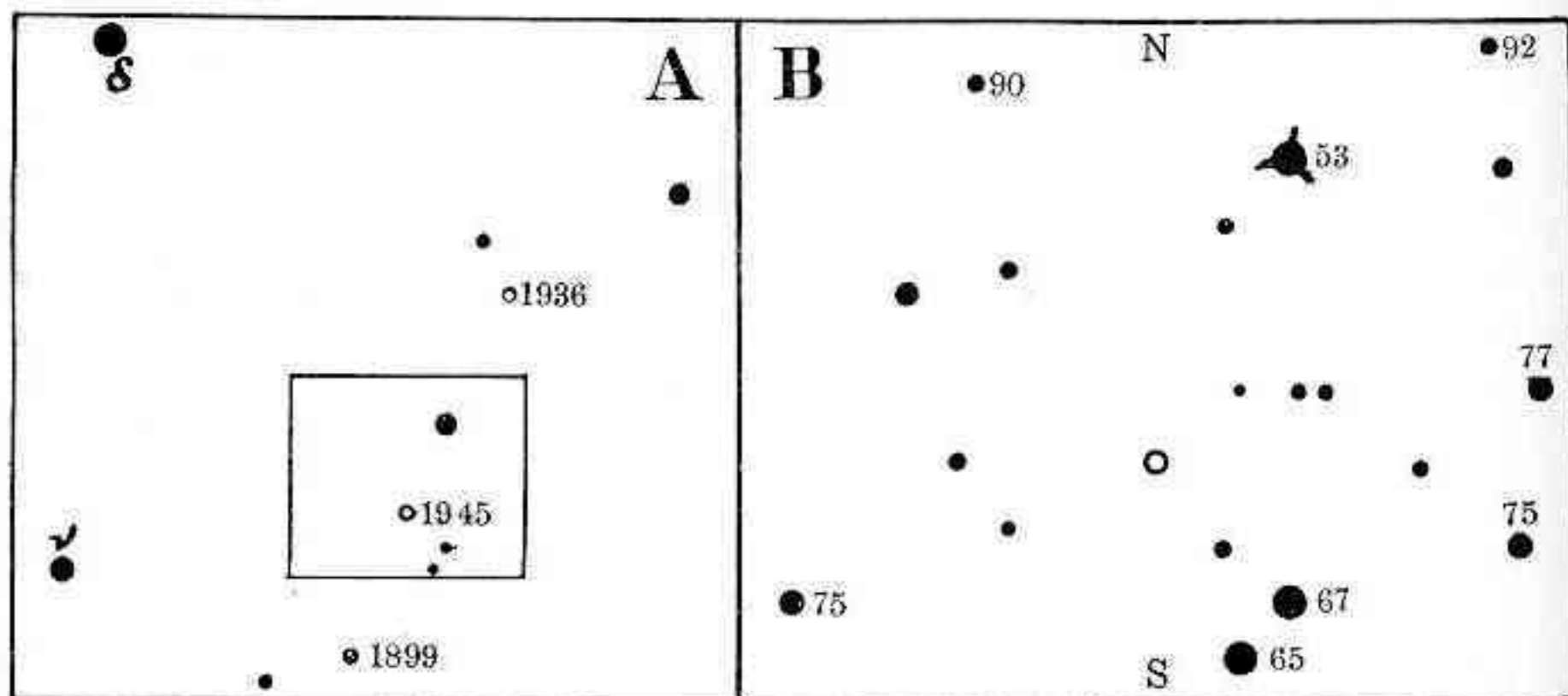


Fig. 25. — Región de Nova Aquilae 1945.



Por si nuestros socios quieran observarla, agrego a esta nota unos diagramas: A, de ubicación de la región con respecto a la estrella Delta Aquilae, y B, de posibles estrellas de comparación en la vecindad inmediata de la *Nova*. Las que llevan números escritos ya tienen magnitudes fotométricamente determinadas por Harvard; sin embargo podrá convenir la observación de la *Nova* contra una de las otras, por ser menor la diferencia de brillo a estimar.

Resulta interesante el hecho de que esta región ha sido de preferencia por las *Novae*, pues a menos de un grado de aquí apareció la *Nova Aquilae* N.º 1, en 1899, y poco más lejos la *Nova Aquilae* 1936, también descubierta por Tamm. Las posiciones aproximadas de ambas han sido indicadas en el diagrama "A".

B. H. D.

# NOTICIAS DE LA ASOCIACION

---

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

Señor GEORGE AGOSTINHO BATISTA DA SILVA, escritor, Av. de Mayo 874, Buenos Aires; presentado por Carlos L. Segers y José R. Naveira.

Señor ANDRÉS CARLOS REY, ingeniero civil, Billinghamurst 750, Buenos Aires; presentado por José R. Naveira y Aníbal E. Giusti.

Señora MARÍA HELENA OLIVEIRA CÉSAR DE ZINNY, Larrea 1028, Buenos Aires; presentada por Nicolás M. P. Lanfranco y Carlos L. Segers.

Señor DÁMASO A. DEL CAMPO, abogado, Soler 3765, Buenos Aires; presentado por Carlos A. Sáenz y Antonio Rodríguez de Fraga.

Señor ADOLFO IBÁÑEZ B., comerciante, Casilla 193-V, Valparaíso, Chile; presentado por Carlos L. Segers y Angel Pegoraro.

Señora MARÍA CONCEPCIÓN URQUIZA DE MANDARINO, Lavalle 1536, Buenos Aires; presentada por M. Helena O. C. de Zinny y Carlos L. Segers.

Señor VÍCTOR A. CARDOSO, comerciante, Lavalle 1605, Buenos Aires; presentado por Carlos L. Segers y Héctor Ottonello.

Señor PEDRO ENRIQUE MARQUE, agrimensor, Cochabamba 2253, Buenos Aires; presentado por Ricardo Vignolo y Carlos L. Segers.

Señor ROGELIO M. ECHEZÁRRAGA, jubilado, Güemes 4246, Buenos Aires; presentado por Angel Pegoraro y Eduardo A. Rebaudi.

Señor PEDRO ARTURO DÍAZ, profesor, Manuel A. Fresco 430, Merlo, prov. de Buenos Aires; presentado por Carlos L. Segers y José R. Naveira.

Señor BENNO EDGAR FISHER, marino, Billinghamurst 2424, Buenos Aires; presentado por Miguel Rodríguez y Angel Pegoraro.

*LA COMISION DIRECTIVA.*



# BIBLIOGRAFIA

---

Al presentar estas obras del doctor Desiderio Papp, haremos una descripción somera de los méritos del autor. Oriundo de Hungría, cursó estudios en universidades de Budapest, Viena y París, desarrollando una vasta obra como investigador, profesor y escritor, especializándose en la historia de la ciencia y de la astronomía.

Sus obras han sido traducidas a casi todos los idiomas europeos, de las cuales destacamos *La Vida en el Cosmos*, *El Porvenir de la Tierra*, *Einstein y su Teoría*, *La Doble Faz del Mundo Físico* y *Filosofía de las Leyes Naturales*, las cuatro últimas de reciente aparición en nuestra capital.

El doctor Papp es ya conocido de los lectores de REVISTA ASTRO-NÓMICA, pues ha honrado nuestras páginas con su colaboración gentil. Actualmente ejerce las cátedras de Historia de las Ciencias y Astronomía General en la Universidad de Tucumán. Próximamente publicará un *Historia de la Física*, tratando esta ciencia desde Galileo hasta principios del siglo XX.

---

*MAS ALLA DEL SOL...* (*La Estructura del Universo*), por *Desiderio Papp*. — Tratado de divulgación de conocimientos astronómicos, prescindiendo de todo aparato matemático, donde se habla de las distancias estelares y el desciframiento de los signos espectrales encerrados en la luz de las estrellas, tratando después la *fisiología* y vida física de las estrellas. Luego describe la imagen de la Vía Láctea, así como también las galaxias lejanas. Termina el libro considerando el universo curvo y equilibrado de Einstein y la expansión del Universo.

*LA DOBLE FAZ DEL MUNDO FISICO*, por *Desiderio Papp*. — En esta obra se trata sobre la exploración del microcosmos atómico, donde se establece la supremacía de la luz en el Universo. Luego se dice del cuanto y de su descubrimiento y la comprobación de su realidad, además se estudia su acción en el interior del átomo.

Pasa luego a estudiar las ondas y los corpúsculos para mostrar el indeterminismo en el microcosmos. El último capítulo está dedicado a la entropía y el universo cíclico.

*FILOSOFIA DE LAS LEYES NATURALES*, por *Desiderio Papp*. — Aquí el autor expone los conceptos filosóficos que lo conducen a la exposición de las leyes naturales y sus deducciones. En *La Ley y el Espacio*, presenta consideraciones profundas sobre la física y la geometría, las descripciones espaciales de la química y la biología, para considerar luego las fuentes del conocimiento geométrico. El capítulo siguiente trata de las hipótesis metafísicas para deducir si las leyes naturales son leyes de la naturaleza. Aparte estudia la ley como relación constante y como relación necesaria, así como también la problemática sencillez de las leyes y su inmutabilidad. En el capítulo dedicado a *La Ley y la Experiencia*, presenta las debilidades de la deducción, Galileo y su pretendido método empírico, las leyes del movimiento y de la conservación de la energía. Cierra su obra con un capítulo sobre las leyes mecánicas que definen el tiempo, la probabilidad de los fenómenos en las leyes físicas y químicas y finalidad de los fenómenos en las leyes biológicas.

C. L. S.



# BIBLIOTECA

## PUBLICACIONES RECIBIDAS

---

### a) Revistas.

- American Association of Variable Star Observers*, Cambridge, Mass., EE. UU.  
- Variable Star Predictions as of July 1st., 1945.
- ANALES de la Sociedad Científica Argentina*, Buenos Aires; Junio de 1945.
- BOLETIN de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos Gaea 1932*;  
Buenos Aires; Mayo de 1945.
- BOLETIN MATEMATICO*, Buenos Aires; N.º 3 y N.º 4, Suplemento al N.º 3
- BOLETIN Mensual del Observatorio del Ebro*, Tortosa, España. - Serie A, Heliofísica, Meteorología, Sismología, Nos. 1-9, 1943.
- Serie B, Magnetismo y electricidad terrestres, electricidad atmosférica, Nos. 10-11-12, 1936.
- BOLETIN METEOROLOGICO del Servicio Meteorológico del Ecuador*, Quito. - N.º 1, Resúmenes mensuales de la Estación Central de Quito, correspondientes a los años 1935-1943, inclusive.
- , N.º 2, Resúmenes de las observaciones meteorológicas, correspondientes a los años de 1935-1943, inclusive.
- CIENCIA E INVESTIGACION*, Buenos Aires; Julio y Agosto de 1945.
- CIENCIA Y TECNICA*, Buenos Aires; Julio y Agosto de 1945.
- DISCOVERY*; Junio y Julio de 1945.
- EL UNIVERSO*, México, D. F.; Febrero-Marzo de 1945.
- ESTUDIOS*, Buenos Aires; N.º 399.
- HORIZONTES*, Buenos Aires; Nos. 30 y 31.
- IBERICA*, Barcelona, España; Segunda época, año 1945. - Nos. 1, 2, 4, 6, 9, 10, 11, 13 y 15.
- , N.º 3, Arturo Stanley Eddington.
- , N.º 5, La Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía".
- , N.º 7, R. P. Luis Rodés, S. J.
- , N.º 8, Júpiter ya tiene once satélites, *M. Lleget*. - José Comás y Solá (1868-1937).
- , N.º 12, Jorge Ellery Hale (1868-1938).
- , N.º 14, Conocimientos astronómicos de los proto-indios, *E. Heras, S. J.* - Determinación de la latitud en la mar sin rectificar el sextante y sin tablas náuticas, *Ramón de la Mar*.
- , N.º 16, El Observatorio Astronómico de Córdoba. - Las nieves de Marte, *M. Lleget*.
- , N.º 17, La fuga de las nebulosas espirales, *Ignacio Pug, S. J.*
- IMPULSO*, Buenos Aires; Mayo, Junio, Julio y Agosto 1945.

*INSTITUTO Geográfico Militar Argentino*, Buenos Aires; Señales horarias radiotelegráficas; Mayo, Junio y Julio 1945.

*JOURNAL of Calendar Reform*, New York, EE. UU.; Second Quarter 1945.

*LA INGENIERIA*, Buenos Aires; Abril y Mayo 1945.

*MONTHLY NOTICES of the Royal Astronomical Society*, London, Inglaterra; Vol. 105, N.º 1, 1945. - Magneto-Hydrodynamic Waves and Sunspots, *H. Alfvén*. - Intensities of Hydrogen  $H_{\alpha}$  and Helium  $D_2$  in Solar Prominences, *H. A. Brück, W. Moss*. - On the Integration of the Equations determining the Structure of a Star, *F. Hoyle*. - Method of obtaining an Astro-fix employing only Sextant, Chart and short Tables of predetermined Calculations, *J. H. Clarke*. - The Orbit of I 260  $\beta_2$  Tucanae (0h27m.0,  $-63^{\circ} 31'$ ), *W. P. Hirst*. - The Orbit of I 65, 6h53m7,  $-35^{\circ} 22'$  (1900), *W. P. Hirt*. - V 380 Scorpii, *F. M. Bateson*.

*MUNDO HOSPITALARIO*, Buenos Aires; Abril-Mayo-Junio de 1945.

*NOTICIARIO MENSUAL DE ASTRONOMIA*, Cambridge, Mass., EE. UU., de A.; Nos. 30 y 31.

*POPULAR ASTRONOMY*, Northfield, Minn., EE. UU. de A.; May 1945. - The cosmogonical significance of stellar rotation, *O. Struve*. - Easter intervals (continued), *G. W. Walker*.

—, June 1945. - Sir Arthur Eddington, 1822-1944, *H. Dingle*. - The cosmogonical significance of stellar rotation (concluded), *O. Struve*. - Frederick Slocum, 1873-1944, *O. J. Lee*. - Mars at Opposition near Perihelion, *R. B. Weitzel*.

*REVISTA de Información Municipal*, Buenos Aires; N.º 55|56, 1945.

*REVISTA de la Liga Naval Argentina*, Buenos Aires; Mayo de 1945.

*SKY AND TELESCOPE*, Cambridge, Mass., EE. UU. de A.; July 1945. - French Astronomy during the War Years. - Eclipse chatter. - Eclipses and Earth Surveys, *W. D. Lambert*. - Stars of Summer, *M. Lockwood*.

—, August 1945. - Along the Central Line. - Outward from the Central Line. - Trip to the Moon, *M. Lockwood*. - Notes on the Nature of Light, Part 1, *D. Macdonald*. - Moon Madness, *M. Wilsey*.

*VARIABLE COMMENTS of the A. A. V. S. O.*, Cambridge, Mass., EE. UU. de A.; v. IV, 10-11. - Thirty-third meeting of the A. A. V. S. O. October 6-7, 1944, *Ch. H. Smiley*. - 13th. Annual Report of the Recorder, 1943-44, *L. Campbell*.

## b) Obras Varias.

*GAVIOLA, E.* - Instrument making at the Córdoba Observatory. *Envío del autor*.

*MERCADO, JOSE I.* - Manual teórico práctico para ubicación de lugares. Determinaciones astronómico-geográficas. *Envío del autor*.

*I. G. M.* - Contraste de miras para nivelación de alta precisión y determinación de sus dilataciones térmicas. *Envío del Instituto Geográfico Militar Argentino*.

*CALCAGNO, H. E.* - Ensayo sobre Algebra de Anillos. *Envío del autor*.

*MOVIMIENTOS PROPIOS* de las estrellas contenidas entre las 0h y 6h de ascensión recta y entre los  $12^{\circ}$  y  $14^{\circ}$  de declinación sur. *Publs. del Observatorio Astronómico Nacional*, Tacubaya, México.

EL BIBLIOTECARIO.