

**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.
La ciencia Físico-matemática como punto de partida para una filosofía Cosmológica, por Juan A. Bussolini, S. J.	187
Tabla para calcular las fases lunares entre los años 1945 y 2000, por Alfredo Völsch.	192
Resolución analítica de triángulos de posición, por Eduardo Rebaudi Durand.	203
Los nombres de las estrellas (Conclusión), por Carlos L. Segers.	212
Medición de la distancia de la Tierra al Sol, por Harold Spencer Jones.	219
Noticiero Astronómico.	229
Noticias de la Asociación.	233
Biblioteca. - Publicaciones recibidas.	235



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)

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.

# LA CIENCIA FISICO-MATEMATICA COMO PUNTO DE PARTIDA PARA UNA FILOSOFIA COSMOLOGICA (\*)

Por JUAN A. BUSSOLINI, S. J.

(Para "REVISTA ASTRONOMICA")

**S**OLO hay Ciencia verdadera de lo universal. Cualquier conocimiento, aún el más práctico, para que sea sólido y fecundo debe hundir sus raíces en la universalidad; de no fundamentar objetivamente nuestra certeza de los hechos en las causas últimas que los motivan, se ve privada toda actividad científica de la fecundidad creadora que es la característica de cualquier disciplina del saber humano. Precisamente porque los conceptos, las nociones y las leyes de que nos valemos para pensar, incluyen lo particular en lo general, es que decimos que pensamos científicamente. La prescindencia de ver lo general, acarrea en las ciencias un exceso de especialización; especialización que de ser desmedida, al traer aparejada una disgregación científica unilateral absurda, rebaja la verdadera ciencia al nivel pragmático de la mera técnica. Estando convencidos de que sólo una formación filosófica universalista sería el remedio a tal atomización científica, propiciamos —en especial para el campo estrictamente científico— una cátedra de saber tal, que unifique, dé solidez y —por sobre todo— fundamento y epílogo, armónica y arquitectónicamente los conocimientos que el profesional adquiere en las aulas universitarias. No quisiera que nuestros científicos profesionales creyeran que abogamos por la "literatura filosófica" que se dicta en nuestras Facultades de Filosofía y Letras; una filosofía de esa clase, aunque como literatura tal vez excelente, los volvería intelectualmente abúlicos de no tener que lamentar quizás la pérdida del propio ser.

El profesional tiene que tratar de ser epistemólogo; vale decir: tiene que abordar, si desea completar su saber, el estudio de los pro-

---

(\*) Resumen de la conferencia pronunciada por el autor, en el Salón de Actos de la Asociación, el 7 de junio último.

cederes del conocimiento científico. Para que su formación sea realmente integral debe llegar a constituirse en oficial de enlace entre la Filosofía y la Ciencia. Esta inquietud tratamos de despertar en el espíritu de los sabios experimentalistas, rebelándonos contra la desacreditada Escuela Positivista que quiso divorciar la Ciencia de la Filosofía. De los padres del empirismo absoluto de las ciencias, bien dice el Profesor Dann en su "Lógica": —"Qué maravillados se quedarían Bacon, Comte y Stuart Mill, si resucitaran y leyeran los estudios de los últimos genios físicos y matemáticos, convertidos en metafísicos".

Transcribimos tres párrafos del mismo autor, que configuran al respecto nuestro verdadero modo de pensar:

"Cuando el filósofo, munido de la universalización, incursiona el campo científico para examinar cómo procede el sabio en Matemáticas, en Ciencias Naturales o en Ciencias del Espíritu, lo hace para proclamar un edicto de validez en favor de los procedimientos que el sabio ha usado; pero para ello debe descender hasta el terreno de la Ciencia y preguntar al sabio cómo procede.

"Por otra parte, el sabio también quiere fundamentar sus investigaciones y asegurarse que sus procedimientos son serios y fundados en valores universales; entonces incursiona él —a su vez— el terreno de la Filosofía en busca de fundamentaciones sobre el conocimiento general.

"Por eso notamos que los filósofos que hacen estudios generales sobre la cantidad, el espacio, sobre las nociones de infinito, de extensión... etc., nos parecen científicos y los científicos que estudian las nociones científicas más universales sobre la constitución y las leyes universales de lo macro y microscópico, nos parecen filósofos".

No en vano, pues, insistimos nuevamente en que el sabio físico-matemático no puede ignorar la Filosofía si quiere que sus conocimientos sean realmente completos. Y así es; porque en Matemáticas, ¿qué son sino Filosofía pura la concepción pitagórica del número, la analítica de Leibnitz, la sintética e intuitiva de Kant, o la nominalista y puramente analítica de los modernos...? ¿Qué en Aritmética los transfinitos de Cantón, las nociones de grupos, clases, la logística algebraica, el infinito y el continuo de Dedekind y du Bois Reymond...? ¿Cómo podrán abordar las valiosas obras de Filosofía matemática —cito a Poincaré— nuestros profesionales, si no tienen formación filosófica...? ¿Cómo unificar los conocimientos matemáticos adquiridos más elementales, sin una visión metafísica de conjunto?

Y si compulsamos las transformaciones de principio que ha sufrido la Física-matemática moderna, llegamos a la misma conclusión. La gran concepción clásica del universo, basada en los pivotes al parecer indestructibles de los postulados de Newton sobre un espacio y un tiempo absolutos, en la continuidad matemática refrendada por el cálculo infinitesimal de Leibnitz y Newton, en los juicios sintéticos a priori de Kant, en la metodología de Descartes y en el determinismo de sus leyes... hoy parece resquebrajarse ante los golpes del universo espacio-tiempo de Minkowski, del principio de discontinuidad de la teoría de los quanta, de la crítica de Conturat a los juicios sintéticos a priori, de los anatemas de Broglie al método cartesiano y de la indeterminación de Heisenberg.

Tales problemas no se pueden abordar con honestidad científica sin sólidos conocimientos filosóficos. Léase "A dónde va la Ciencia", de Planck y resultará sobradamente claro nuestro aserto.

Si bien lo que acabamos de decir, revela en parte una íntima conexión entre las ciencias Físico-matemáticas y la Filosofía, permítasenos, sin embargo, insistir en detalle sobre el objeto de las ciencias en cuestión, en relación con lo que llamaríamos "Cosmología", pues por definirse ésta "la Filosofía del mundo anorgánico", podríamos llegar a pensar en una falta de especificación de los campos que la configuran.

Sabemos que el estudio del mismo mundo anorgánico, objeto de disquisición cosmológica, se lo han distribuido: la Física, la Química, la Geología, la Cristalografía y la Mineralogía; y aunque todas estas disciplinas se refieran a un mismo ente extenso físico, difieren, con todo, específicamente entre sí. Solemos decir que el objeto material de las ciencias que estudian el universo es el mismo, pero que su objeto formal es diverso; no otra resulta ser la diferencia entre el fascículo de las ciencias anteriormente nombradas y la Filosofía Cosmológica. Esta difiere de aquéllas por el objeto formal del mundo que cae bajo su consideración.

A grandes rasgos resumiremos el objeto formal de las ciencias:

*La Física*: Estudia las propiedades comunes de la materia; gravedad, sonido, color, electricidad, magnetismo, luz, movimiento... propiedades que más o menos se encuentran en todos los anorgánicos, o que en ciertas circunstancias pueden producirse. Pertenece a la Física el conocimiento de las manifestaciones y efectos de estas propiedades. No se ocupa ni de la naturaleza ni de la composición de las mismas; sólo constata que los objetos caen según la vertical, que la

llama expande al hierro, que la fricción produce electricidad... , etc.; diríamos que en su estudio se ocupa sólo de la corteza de la materia.

*La Química:* Penetra algo más íntimamente en el análisis de los cuerpos. Las demás ciencias estudian y catalogan las propiedades de los cuerpos que se ponen en evidencia por los fenómenos observacionales; la Química, empero, en base a la combinación y descomposición de los elementos investiga la constitución de las cosas mismas. Suministra una descripción perspicaz, descripción que al mismo tiempo es una expresión de las analogías y diferencias existentes en el compuesto y en los componentes; mas, siempre sólo una descripción de las manifestaciones exteriores de los fenómenos íntimos, los que trata de explicar con el auxilio de las más diversas teorías.

*La Geología:* Trata del ordenamiento en el tiempo y en el espacio de los constitutivos del universo. Se ocupa de la historia de la Tierra; cómo sería su configuración inicial, sus estados sucesivos, sus edades. Investiga las razones de la configuración actual; en una palabra: hace la historia general de la Tierra.

*La Cristalografía:* Se refiere únicamente a un estado peculiar de la materia, su forma —por así llamarla— más elegante: la cristalina. La Cristalografía acompaña a la naturaleza en el trabajo de formar el cuerpo; estatuye sus sistemas o familias y en cada una de ellas elige una forma fundamental... , etc. Revela las relaciones que las mismas guardan entre sí; trata de formular las leyes a que se sujetan... , etc. Como la Física, se desentiende de la naturaleza íntima constitutiva del material que examina.

*La Mineralogía:* Atiende al conocimiento de los sólidos que forman la corteza terrestre: piedras, minerales, metales... , etc. A cada uno les dá su nombre y apunta el lugar de la Tierra donde se encuentran; determina con ayuda de la Física y de la Química: su peso específico, dureza, fusibilidad, color, composición... , etc. La Mineralogía como tal, se despreocupa de considerar el origen de tales sólidos, así como no hace cuestión de su edad, ni de las circunstancias físicas en que se han formado; ella sólo clasifica lo que la naturaleza pone en sus manos. Es la Ciencia descriptiva de la corteza terrestre.

Ahora bien; ¿las ciencias que acabamos de enumerar con el fin de indicar a grandes rasgos su diferenciación particular en el estudio del universo anorgánico, agotan lo que podríamos llamar la inquietud escrutadora del científico? Este es el punto de partida del cosmólogo, quien sin desconocer lo que ofrece la ciencia empírica, trata de satisfacer su intranquilidad intelectual.

El geólogo escribe la historia del mundo; pero como esta historia supone la existencia de la materia, es lógico que se pregunte cuál ha sido su origen, de dónde procede su existencia; está tratando de buscar una causa eficiente que su empirismo no le proporciona. El químico nos pone ante los ojos un universo material resultante de la serie más diversa de sustancias y combinaciones; pero, ¿y la causa constitutiva extrema de ese combinado? El físico, el mineralógico y el cristalógrafo determinan las diversas partes del orden que dirige las actividades y manifestaciones de la naturaleza del mundo físico; dan las leyes de un orden... mas, el orden no se concibe sin un fin; el fin supone elección, coordinación y subordinación de medios aptos; se ve en todo ello latente una causa teleológica. He ahí el triple problema cosmológico: la inquisición científica de las causas eficiente, constitutiva y final del mundo anorgánico. El estudio de las causas últimas del mundo anorgánico es el objeto formal que diferencia a la Cosmología de las ciencias que la fundamentan.

Y con ello volvemos a lo que enunciamos al principio. Sólo hay Ciencia verdadera de lo universal. “Nadie entre aquí que no sea geómetra”, se leía a la entrada del platonismo; “Nadie entre aquí que no sepa Filosofía”, debería a su vez inscribirse en el frontispicio de toda Facultad de Ciencias Exactas.

No dudamos que la enorme literatura de grandes sabios, que viene apareciendo en estos últimos años sobre temas científicos relacionados con la Filosofía, avivará la inquietud que hemos tratado de sembrar en el numeroso auditorio que nos ha honrado con su presencia.

# TABLA PARA CALCULAR LAS FASES LUNARES ENTRE LOS AÑOS 1945 y 2000

Por ALFREDO VÖLSCH

(Para "REVISTA ASTRONOMICA")

ULTIMAMENTE han aparecido en la revista de la "British Astronomical Association" —"B.A.A."— en forma de un suplemento, unas tablas para el cálculo aproximado de diversos valores astronómicos entre los años 0 y 2100, confeccionados por Bernard Francis Bawtree. El objeto principal de estas tablas es la predicción aproximada de eclipses solares y lunares, comprendidos dentro de la época precitada. Para este fin es necesario, en primer lugar, el cálculo aproximado de la Luna nueva y llena, lo que se consigue, tabulando valores de "M", o sea la edad de la Luna al principio de cada siglo, luego para el comienzo de cada año entre 0 y 100 años, suponiendo que para el año 0 la edad de la Luna es igual a cero, y así de la misma manera, el movimiento para cada mes y también para cada día. Para la corrección de la fase media a fase verdadera se establecen en otras tablas los siguientes valores:

- 1)  $P = \text{Longitud media del Sol} - \text{longitud media del perigeo de la Luna};$
- 2)  $N = \text{Longitud media del Sol} - \text{longitud media del nodo ascendente de la Luna};$
- 3)  $S = \text{Anomalía media del Sol}.$

Para un período tan largo, como lo es del año 0 hasta el año 2100, es necesario mencionar además, la variación secular del valor de "M" en cada siglo e incluir en el valor de "P" la variación correspondiente. En esta forma, las tablas de Bawtree son una mejora en relación a las tablas que se han publicado antes bajo el título: "Dr. Paul V. Neugebauer, Tafeln für Sonne, Planeten und Mond nebst Tafeln der Mondphasen", con las cuales pueden calcularse las fases lunares entre el año 4000 antes de J. C. hasta el año 3000.

Las tablas que publicamos, tienen una finalidad más modesta y se conforman con una época limitada, es decir, comprenden solamente el período entre los años 1945 hasta el año 2000, expresán-

TABLA PARA CALCULAR LAS FASES LUNARES

TABLA I: Valores de "M" y "P" para el principio de cada año.

AÑO	Luna nueva M	Cuarto crec. M	Luna llena M	Cuarto meng. M	P	AÑO	Luna nueva M	Cuarto crec. M	Luna llena M	Cuarto meng. M	P
1945	d 13,63	d 21,01	d 28,40	d 6,25	° 274,1	1973	d 4,21	d 11,60	d 19,98	d 26,36	° 215,0
1946	3,00	10,38	17,76	25,15	233,2	1974	23,11	0,96	8,35	15,73	174,1
1947	21,90	29,28	7,13	14,51	192,3	1975	12,48	19,86	27,24	5,10	133,2
* 1948	10,26	17,64	25,03	2,88	152,3	* 1976	0,85	8,23	15,61	22,99	93,2
1949	29,16	7,01	14,39	21,78	111,4	1977	19,74	27,13	4,98	12,36	52,3
1950	18,53	25,91	3,76	11,14	70,5	1978	9,11	16,49	23,88	1,73	11,4
1951	7,89	15,28	22,66	0,51	29,6	1979	28,01	5,86	13,24	20,63	330,5
* 1952	25,79	3,64	11,03	18,41	349,6	* 1980	16,38	23,76	1,61	8,99	290,5
1953	15,16	22,54	0,39	7,78	308,7	1981	5,74	13,12	20,51	27,89	249,6
1954	4,53	11,91	19,29	26,67	267,8	1982	24,64	2,49	9,87	17,26	208,7
1955	23,42	1,28	8,66	16,04	226,9	1983	14,01	21,39	28,77	6,62	167,8
* 1956	11,79	19,17	26,56	4,41	186,8	* 1984	2,37	9,76	17,14	24,52	127,7
1957	1,16	8,54	15,92	23,31	145,9	1985	21,27	28,65	6,51	13,89	86,8
1958	20,06	27,44	5,29	12,67	105,0	1986	10,64	18,02	25,40	3,26	45,9
1959	9,42	16,80	24,19	2,04	64,1	1987	0,01	7,39	14,77	22,15	5,0
* 1960	27,32	5,17	12,55	19,94	24,1	* 1988	17,90	25,29	3,14	10,52	325,0
1961	16,69	24,07	1,92	9,30	343,2	1989	7,27	14,65	22,04	29,42	284,1
1962	6,05	13,44	20,82	28,20	302,3	1990	26,17	4,02	11,40	18,79	243,2
1963	24,95	2,80	10,19	17,57	261,4	1991	15,54	22,92	0,77	8,15	202,3
* 1964	13,32	20,70	28,08	5,94	221,4	* 1992	3,90	11,28	18,67	26,05	162,3
1965	2,69	10,07	17,45	24,83	180,5	1993	22,80	0,65	8,03	15,42	121,4
1966	21,58	28,97	6,82	14,20	139,6	1994	12,17	19,55	26,93	4,78	80,5
1967	10,95	18,33	25,72	3,57	98,7	1995	1,53	8,92	16,30	23,68	39,6
* 1968	28,85	6,70	14,08	21,47	58,7	* 1996	19,43	26,81	4,67	12,05	359,6
1969	18,22	25,60	3,45	10,83	17,8	1997	8,80	16,18	23,56	1,42	318,6
1970	7,58	14,96	22,35	0,20	336,9	1998	27,70	5,85	12,93	20,31	277,7
1971	26,48	4,33	11,71	19,10	296,0	1999	17,06	24,45	2,30	9,68	236,8
* 1972	14,85	22,23	0,08	7,46	255,9	* 2000	5,43	12,81	20,20	27,58	196,8

\* = Años Bisiestos.

dose el tiempo obtenido en la hora legal de la República Argentina (huso  $+ 4^h$ ), pero, en lugar de dar solamente las fases de la Luna nueva y llena como en el folleto de la "B.A.A.", se obtienen en nuestras tablas también las fases del cuarto creciente y cuarto menguante, alcanzando en todos los casos una exactitud de alrededor de una hora. La limitación de nuestras tablas para un período de 55 años tiene la ventaja de poder reunir los valores de "M" para cualquier fecha en 2 tablas, es decir, en una tabla se reúnen los valores correspondientes al principio del año dado y en una segunda tabla otros correspondientes al mes y día. Más importante aún es que la limitación dada permite prescindir de las variaciones seculares de los diversos elementos.

Las cuatro fases Luna nueva, cuarto creciente, Luna llena y cuarto menguante ocurren cuando el exceso de la longitud de la Luna sobre la del Sol es de  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  y  $270^\circ$ , respectivamente.

Para la formación de las tablas se han tenido en cuenta los valores de las tablas de la Luna según Ernest Brown y de las tablas del Sol de Simón Newcomb. Damos a continuación los principales valores que resultan para el año 2000, en los que "d" significa los días desde la época inicial.

$M = \zeta - L \odot = \text{Longitud media de la Luna} - \text{longitud media del Sol.}$

Enero  $0^d,0$  T.U.:  $279^\circ,58 + 12^\circ,190\ 749^d$ .

Enero 0 a  $0^h$  tiempo legal arg. =  $4^h$  T.U.,  $281^\circ,61$ .

Tomando en cuenta el movimiento diario de  $12^\circ,190\ 749$  faltan en la última fecha  $6^d,43$  para que el valor de "M" sea igual a  $360^\circ$ . Ahora bien, en nuestra tabla 1 hacemos figurar los valores dados que corresponden al 0 de enero de los años comunes y al 1 de enero de los años bisiestos, marcados con asterisco. De esta manera son concordantes los cálculos que deben hacerse para los meses marzo a diciembre, mientras para los meses enero y febrero damos dos entradas en la tabla 2, pues en una columna figuran los días de un año bisiesto y en otra los días de un año común.

Siendo el año 2000 bisiesto, corresponde por consiguiente en la tabla 1, columna "M" el valor  $5^d,43$  para el 1 de enero del año 2000. En otras palabras, la Luna nueva media se produce el 6 de enero, tiempo legal del año 2000, más una fracción de 0,43 día. Efectuando la división  $360 \div 12,1907$ , resulta el *mes sinódico*, o sea el período entre Lunas nuevas, cuyo valor para el año 2000 es  $29^d,5306$ . A base de estos datos se han obtenido los valores de "M" de la tabla 1 para el principio de los años 1945 hasta 2000. De tal

TABLA PARA CALCULAR LAS FASES LUNARES

TABLA 2: Valores de "M" y "P", según día y mes.

AÑO	E N E R O		F E B R E R O		M A R Z O		A B R I L		M A Y O		J U N I O	
	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P
1	0,01	0,0	1,39	27,1	0,79	52,5	2,24	79,6	2,72	105,8	4,25	132,9
2	1,01	0,9	2,39	28,0	1,79	53,3	3,24	80,4	3,73	106,7	5,26	133,8
3	2,00	1,7	3,38	28,9	2,79	54,2	4,24	81,3	4,73	107,5	6,26	134,6
4	3,00	2,6	4,38	29,7	3,79	55,1	5,24	82,2	5,73	108,4	7,26	135,5
5	4,00	3,5	5,38	30,6	4,79	56,0	6,24	83,1	6,73	109,3	8,26	136,4
6	5,00	4,4	6,38	31,5	5,78	56,8	7,24	83,9	7,73	110,2	9,27	137,3
7	5,99	5,2	7,37	32,3	6,78	57,7	8,24	84,8	8,73	111,0	10,27	138,1
8	6,99	6,1	8,37	33,2	7,78	58,6	9,24	85,7	9,73	111,9	11,27	139,0
9	7,99	7,0	9,37	34,1	8,78	59,4	10,24	86,6	10,74	112,8	12,27	139,9
10	8,98	7,9	10,37	35,0	9,78	60,3	11,24	87,4	11,74	113,7	13,28	140,8
11	9,98	8,7	11,37	35,8	10,78	61,2	12,24	88,3	12,74	114,5	14,28	141,6
12	10,98	9,6	12,36	36,7	11,78	62,1	13,24	89,2	13,74	115,4	15,28	142,5
13	11,97	10,5	13,36	37,6	12,78	62,9	14,24	90,0	14,74	116,3	16,28	143,4
14	12,97	11,4	14,36	38,5	13,78	63,8	15,24	90,9	15,74	117,1	17,29	144,3
15	13,97	12,2	15,35	39,3	14,77	64,7	16,24	91,8	16,75	118,0	18,29	145,1
16	14,97	13,1	16,35	40,2	15,77	65,6	17,24	92,7	17,75	118,9	19,29	146,0
17	15,96	14,0	17,35	41,1	16,77	66,4	18,24	93,5	18,75	119,8	20,30	146,9
18	16,96	14,9	18,35	42,0	17,77	67,3	19,24	94,4	19,75	120,6	21,30	147,7
19	17,96	15,7	19,35	42,8	18,77	68,2	20,24	95,3	20,75	121,5	22,30	148,6
20	18,95	16,6	20,34	43,7	19,77	69,1	21,24	96,2	21,76	122,4	23,30	149,5
21	19,95	17,5	21,34	44,6	20,77	70,0	22,24	97,0	22,76	123,3	24,31	150,4
22	20,95	18,4	22,34	45,5	21,77	70,8	23,24	97,9	23,76	124,1	25,31	151,2
23	21,94	19,2	23,34	46,3	22,77	71,7	24,24	98,8	24,76	125,0	26,31	152,1
24	22,94	20,1	24,34	47,2	23,77	72,6	25,24	99,7	25,77	125,9	27,32	153,0
25	23,94	21,0	25,33	48,1	24,77	73,4	26,25	100,5	26,77	126,8	28,32	153,9
26	24,93	21,9	26,33	49,0	25,77	74,3	27,25	101,4	27,77	127,6	29,32	154,7
27	25,93	22,7	27,33	49,8	26,77	75,2	28,25	102,3	28,77	128,5	0,79	155,6
28	26,93	23,6	28,33	50,7	27,77	76,1	29,25	103,2	0,25	129,4	1,80	156,5
29	27,93	24,5	29,33	51,6	28,77	76,9	0,72	104,0	1,25	130,3	2,80	157,4
30	28,92	25,4	0,33	52,5	0,24	77,8	1,72	104,9	2,25	131,1	3,80	158,2
31	0,39	26,2	1,33	53,4	1,24	78,7	2,72	105,8	3,25	132,0	4,80	159,1

TABLA 2: Valores de "M" y "P", según día y mes. (Continuación).

DIA	J U L I O		A G O S T O		S E T I E M B R E		O C T U B R E		N O V I E M B R E		D I C I E M B R E		DIA
	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	
1	4,81	159,1	6,36	186,2	7,90	213,3	8,40	239,5	9,85	266,6	10,26	292,9	1
2	5,81	160,0	7,37	187,1	8,90	214,2	9,40	240,4	10,85	267,5	11,26	293,7	2
3	6,81	160,9	8,37	188,0	9,90	215,1	10,40	241,3	11,85	268,4	12,25	294,6	3
4	7,81	161,7	9,37	188,8	10,90	215,9	11,40	242,2	12,84	269,3	13,25	295,7	4
5	8,82	162,6	10,37	189,7	11,91	216,8	12,40	243,0	13,84	270,1	14,25	296,4	5
6	9,82	163,5	11,38	190,6	12,91	217,7	13,40	243,9	14,84	271,0	15,25	297,2	6
7	10,82	164,4	12,38	191,5	13,91	218,6	14,40	244,8	15,84	271,9	16,24	298,1	7
8	11,83	165,2	13,38	192,3	14,91	219,4	15,40	245,7	16,84	272,8	17,24	299,0	8
9	12,83	166,1	14,38	193,2	15,91	220,3	16,40	246,5	17,84	273,6	18,24	299,9	9
10	13,83	167,0	15,39	194,1	16,91	221,2	17,40	247,4	18,83	274,5	19,24	300,7	10
11	14,84	167,9	16,39	195,0	17,91	222,1	18,40	248,3	19,83	275,4	20,23	301,6	11
12	15,84	168,7	17,39	195,8	18,91	222,9	19,40	249,2	20,83	276,3	21,23	302,5	12
13	16,84	169,6	18,39	196,7	19,92	223,8	20,40	250,0	21,83	277,1	22,23	303,4	13
14	17,84	170,5	19,40	197,6	20,92	224,7	21,40	250,9	22,83	278,0	23,22	304,2	14
15	18,85	171,4	20,40	198,5	21,92	225,6	22,40	251,8	23,83	278,9	24,22	305,1	15
16	19,85	172,3	21,40	199,3	22,92	226,4	23,40	252,7	24,82	279,8	25,22	306,0	16
17	20,85	173,1	22,40	200,2	23,92	227,3	24,39	253,5	25,82	280,6	26,21	306,9	17
18	21,86	174,0	23,40	201,1	24,92	228,2	25,39	254,4	26,82	281,5	27,21	307,7	18
19	22,86	174,8	24,41	202,0	25,92	229,1	26,39	255,3	27,82	282,4	28,21	308,6	19
20	23,86	175,7	25,41	202,8	26,92	229,9	27,39	256,2	28,82	283,3	29,21	309,5	20
21	24,87	176,6	26,41	203,7	27,92	230,8	28,39	257,0	0,28	284,1	0,67	310,4	21
22	25,87	177,5	27,41	204,6	28,92	231,7	29,39	257,9	1,28	285,0	1,67	311,2	22
23	26,87	178,3	28,41	205,4	0,40	232,5	0,86	258,8	2,28	285,9	2,67	312,1	23
24	27,87	179,2	29,42	206,3	1,40	233,4	1,86	259,7	3,28	286,8	3,66	313,0	24
25	28,88	180,1	0,89	207,2	2,40	234,3	2,86	260,5	4,27	287,6	4,66	313,9	25
26	0,35	181,0	1,89	208,1	3,40	235,2	3,86	261,4	5,27	288,5	5,66	314,7	26
27	1,35	181,8	2,89	208,9	4,40	236,0	4,85	262,2	6,27	289,4	6,65	315,6	27
28	2,35	182,7	3,89	209,8	5,40	236,9	5,85	263,1	7,27	290,2	7,65	316,5	28
29	3,35	183,6	4,89	210,7	6,40	237,8	6,85	264,0	8,26	291,1	8,65	317,4	29
30	4,36	184,5	5,90	211,6	7,40	238,7	7,85	264,9	9,26	292,0	9,64	318,2	30
31	5,36	185,3	6,90	212,4	.	.	8,85	265,8	.	.	10,64	319,1	31

manera "M" indica los días y fracción de día que faltan hasta producirse la primera Luna nueva del año en cuestión. Efectuando la división  $29,5306 \div 4 = 7^d,3826$  resulta un cuarto mes sinódico y con los múltiplos se obtiene la edad de la Luna en cuarto creciente, Luna llena y cuarto menguante, o bien los valores de  $M \text{ ☾}$ ,  $M \text{ ☉}$ ,  $M \text{ ☽}$  expresan los días que faltan para la fase correspondiente.

En la tabla 2 damos para cada día del año un valor "M", equivalente al aumento de la edad de la Luna para cada día, restando  $29^d,53$  si el valor "M" sobrepasa una lunación. Encontramos por ejemplo para el día 29 de enero un valor "M" =  $28^d,92$ , de manera que para el 30 de enero corresponde un valor "M" =  $29^d,92 - 29^d,53 = 0^d,39$ . Para los meses de enero y febrero de un año bisiesto, como lo hemos mencionado más arriba, se busca en la tabla 2 un valor "M" según el día en la columna "Año bisiesto". Comparando ahora los valores "M" de la tabla 1 según el año, con los de la tabla 2, encontramos para cierto día de un mes dado, un valor próximo inferior al valor "M" del año dado. Si buscamos, por ejemplo, en qué día se produce la fase media del cuarto creciente en el mes de junio de 1945, encontramos en la tabla 1 bajo "M ☾" para el citado año, el valor  $21^d,01$  y en la tabla 2 para el mes de junio un valor próximo inferior bajo 17 de junio de  $M = 20^d,30$ , lo que significa que dicho cuarto creciente se produce el día 17 de junio, con una fracción de día  $21^d,01 - 20^d,30$ , o sea el  $17^d,71$  de junio 1945. Al calcular la fase media con "M" aplicamos una marcha uniforme de la Luna respecto al Sol de acuerdo con el mes sinódico. Esta marcha, en realidad, no es uniforme, debido a la excentricidad de la órbita lunar y a las perturbaciones solares y planetarias, produciendo desigualdades de las fases lunares. Si, por ejemplo, decimos que la edad de la Luna es de  $14^d,67$  (medio mes sinódico), la Luna llena generalmente no se produce en este instante, sino puede producirse algo antes o después. La primera y principal anomalía o sea la marcha irregular debido a la excentricidad de la órbita lunar, equivalente a la diferencia entre la anomalía verdadera y la media, la aplicamos al determinar el ángulo "P".

$$P = L \text{ ☉} - \pi \text{ ☾} = \textit{Longitud media del Sol} - \textit{longitud media del perigeo de la Luna.}$$

*Año 2000.*

Enero  $0^d,0$  T.U.:  $195^{\circ},80 + 0^{\circ},874 \text{ } 244^d$ .

Enero 0 a  $0^h$  tiempo legal arg. =  $4^h$  T.U.:  $195^{\circ},95$ .

Corresponde por consiguiente para el año 2000 (año bisiesto) en la columna "P" de la tabla 1 el valor  $195^{\circ},95 + 0^{\circ},87 = 196^{\circ},8$ , es decir el valor correspondiente al 1 de enero 2000.

En un año común de 365 días el movimiento de "P" es  $365 \cdot 0^{\circ},874\ 244 = 319^{\circ},10 = - 40^{\circ},90$  y en un año bisiesto  $366 \cdot 0^{\circ},874\ 244 = - 40^{\circ},03$ , es decir el valor "P" disminuye cada año alrededor de  $40^{\circ}$ . Según estas cifras se han obtenido los valores de "P" de la tabla 1 para el principio de los años 1945 hasta 2000. Para obtener el valor "P" según el día y mes del año, se ha agregado en la tabla 2 bajo "P" el aumento desde el principio del año, o sea  $n$  días  $\cdot 0^{\circ},874\ 244$ , de manera que para el 31 de diciembre encontramos la variación por 365 días, o sea la variación anual en un año común igual a  $319^{\circ},1$ . Buscando por ejemplo, el valor "P" para el día 17,71 de junio 1945, encontramos en la tabla 1, bajo el año 1945 el valor "P" =  $274^{\circ},1$  y en la tabla 2 bajo 17 de junio el valor "P" =  $146^{\circ},0$ . Sumando estos dos valores y agregando  $0^{\circ},7$  por la fracción de día, encontramos "P" =  $274^{\circ},1 + 146^{\circ},0 + 0^{\circ},7 = 420^{\circ},8 - 360^{\circ} = 60^{\circ},8$ .

Calculando la fase de la Luna nueva, el valor encontrado ( $60^{\circ},8$  es nuestro caso), sería el ángulo que corresponde a "P". No hay que olvidarse que, para las otras fases hay que sumar a este valor  $90^{\circ}$ , si calculamos el cuarto creciente,  $180^{\circ}$  en el caso de la Luna llena y  $270^{\circ}$  al calcular el cuarto menguante, restando  $360^{\circ}$  si la suma sobrepasa este valor. En nuestro caso (cálculo del cuarto creciente) hay que sumar "P" =  $60^{\circ},8 + 90^{\circ} = 150^{\circ},8$ , para buscar la corrección correspondiente a aplicar a la fase media para obtener la fase verdadera. Vemos que en la tabla 3 hay una columna "L" y otra "C". En la primera bajo "L" encontramos la corrección que se aplica según el ángulo "P" en el caso del cálculo de la Luna nueva y Luna llena, la segunda "C" se agrega al valor del cuarto creciente y cuarto menguante.

Esta corrección se ha determinado según la fórmula:

a) *Corrección para Luna nueva y Luna llena.*

$$L = \frac{-0,21075 \sin P - 0,00608 \sin 2 P - 0,00042 \sin 3 P}{+ 0,07196 \cos P + 0,00412 \cos 2 P + 0,00029 \cos 3 P + 0,51962}$$

b) *Corrección para cuarto creciente y cuarto menguante.*

$$C = 1,545 L.$$

Las correcciones "L" y "C" no son valores rigurosos, pero lo suficientemente exactos, para determinar la fase dentro de una hora de exactitud. En el denominador figura un valor 0,51962, al que habría que reemplazar por 0,51931 al calcular la fase de la Luna nueva y por 0,51993 en el caso de la Luna llena. Este hecho se explica fácilmente, teniendo en cuenta la ecuación paraláctica, por cuya

TABLA PARA CALCULAR LAS FASES LUNARES

TABLA 3: Corrección "L" y "C", según ángulo "P".

P	L	C	P	L	C	P	L	C	P	L	C	P	L	C	P	L	C	P
-	d	d	-	d	d	-	d	d	-	d	d	-	d	d	-	d	d	-
0	,00	,00	30	,19	,29	60	,34	,41	90	,41	,63	270	,37	,57	240	,22	,34	150
1	,01	,01	31	,20	,30	61	,34	,41	91	,36	,56	269	,21	,33	239	,21	,33	151
2	,01	,02	32	,20	,31	62	,35	,41	92	,36	,56	268	,21	,32	238	,20	,31	152
3	,02	,03	33	,21	,32	63	,35	,41	93	,35	,55	267	,19	,30	237	,19	,29	153
4	,03	,04	34	,21	,33	64	,35	,41	94	,35	,55	266	,19	,30	236	,19	,29	154
5	,03	,05	35	,22	,34	65	,36	,41	95	,35	,54	265	,19	,29	235	,19	,29	155
6	,04	,06	36	,23	,35	66	,36	,41	96	,35	,53	264	,18	,28	234	,18	,28	156
7	,05	,07	37	,23	,36	67	,36	,41	97	,34	,53	263	,17	,27	233	,17	,27	157
8	,05	,08	38	,24	,36	68	,37	,41	98	,34	,52	262	,17	,25	232	,17	,25	158
9	,06	,09	39	,24	,37	69	,37	,41	99	,33	,52	261	,16	,24	231	,16	,24	159
10	,07	,10	40	,25	,38	70	,37	,41	100	,33	,51	260	,15	,23	230	,15	,23	160
11	,07	,11	41	,25	,39	71	,38	,41	101	,33	,50	259	,14	,22	229	,14	,22	161
12	,08	,12	42	,26	,40	72	,38	,41	102	,32	,50	258	,14	,21	228	,14	,21	162
13	,09	,13	43	,26	,41	73	,38	,40	103	,32	,49	257	,13	,20	227	,13	,20	163
14	,09	,14	44	,27	,41	74	,38	,40	104	,31	,48	256	,12	,19	226	,12	,19	164
15	,10	,15	45	,27	,42	75	,39	,40	105	,31	,47	255	,11	,18	225	,11	,18	165
16	,10	,16	46	,28	,43	76	,39	,40	106	,30	,47	254	,11	,17	224	,11	,17	166
17	,11	,17	47	,28	,44	77	,39	,40	107	,30	,46	253	,10	,15	223	,10	,15	167
18	,12	,18	48	,29	,44	78	,39	,40	108	,29	,45	252	,09	,14	222	,09	,14	168
19	,12	,19	49	,29	,45	79	,39	,40	109	,28	,44	251	,08	,13	221	,08	,13	169
20	,13	,20	50	,30	,46	80	,40	,39	110	,28	,43	250	,08	,12	220	,08	,12	170
21	,14	,21	51	,30	,47	81	,40	,39	111	,27	,42	249	,07	,11	219	,07	,11	171
22	,14	,22	52	,31	,47	82	,40	,39	112	,27	,41	248	,06	,09	218	,06	,09	172
23	,15	,23	53	,31	,48	83	,40	,39	113	,26	,40	247	,05	,08	217	,05	,08	173
24	,15	,24	54	,32	,49	84	,40	,39	114	,26	,40	246	,05	,07	216	,05	,07	174
25	,16	,25	55	,32	,49	85	,40	,38	115	,25	,39	245	,04	,06	215	,04	,06	175
26	,17	,26	56	,32	,50	86	,41	,38	116	,24	,38	244	,03	,05	214	,03	,05	176
27	,17	,27	57	,33	,51	87	,41	,38	117	,24	,37	243	,02	,04	213	,02	,04	177
28	,18	,28	58	,33	,51	88	,41	,37	118	,23	,36	242	,02	,02	212	,02	,02	178
29	,19	,28	59	,34	,52	89	,41	,37	119	,23	,35	241	,01	,01	211	,01	,01	179
30	,19	,29	60	,34	,52	90	,41	,37	120	,22	,34	240	,00	,00	210	,00	,00	180
-			-			-			-			-			-			-
P	L	C	P	L	C	P	L	C	P	L	C	P	L	C	P	L	C	P

razón las perturbaciones de la órbita lunar son algo mayores en Luna llena que en Luna nueva.

Por otra parte, por el coseno en el denominador, resulta una corrección numéricamente algo mayor para "P" entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ , y algo menor para "P" entre  $180^\circ$  y  $360^\circ$ . El signo de las correcciones "L" y "C" es *negativo* si "P" pertenece al primer o segundo cuadrante y *positivo*, siendo "P" un ángulo del tercer o cuarto cuadrante. La fórmula para la corrección "C" es sólo aproximadamente exacta.

Con el valor "L" calculamos la corrección de fase en Luna nueva y llena, cuyo máximo llega  $\pm 0^d,41$ , o sea a casi  $\pm 10^h$ . La evección, o sea, el efecto combinado del movimiento del eje mayor y de la excentricidad de la órbita elíptica de la Luna, tomamos en cuenta al corregir la fase para las cuadraturas por "C", lo que produce una corrección combinada con la anterior de hasta  $\pm 0^d,63$ , o sea  $\pm 15^h$ .

Finalmente hemos tomado en cuenta para la corrección de fase la ecuación anual que depende de la anomalía media del Sol, resultando que la distancia Luna - Tierra es *mayor*, cuando se produce el *perihelio* (3 de enero), y *menor*, cuando se produce el *afelio* (3 de julio).

$S = L \odot - \pi \odot =$  *Anomalía media de la Tierra según Newcomb o sea longitud geométrica del Sol, libre de aberración — longitud del perigeo del Sol, libre de aberración.*

*Año 2000.*

Enero  $0^d,0$  T.U.:  $356^\circ,05 + 0^\circ,985\ 600^d$ .

Enero 0 a  $0^h$  tiempo legal =  $4^h$  T.U.:  $356^\circ,21$ .

La variación de la anomalía media es casi idéntica con la variación de la longitud del Sol, de modo que al cabo de un año el valor "S" vuelve a tener aproximadamente el mismo valor. En efecto, la variación de "S" en 4 años julianos = 1461 días, tomando el valor del año 2000, es  $1461 \cdot 0^\circ,985\ 600 = 1459^\circ,96$ , o sea  $- 0^\circ,04$  y en 56 años julianos, multiplicando este valor por 14, alcanza a  $- 0^\circ,53$ . En otras palabras, después de 56 años julianos, la anomalía media vuelve a ser casi la misma con una disminución de tan sólo  $0^\circ,5$ . Por esta razón se comprende que no se necesitan otras tablas para la corrección de la fase lunar, a fin de tomar en cuenta la anomalía, pudiéndose incluirla, agregando el valor "S" a "M" de la tabla 2. El valor "M" en sí sólo aumenta de día a día un una unidad exactamente, pero incluyendo la anomalía, como lo observa-

mos en nuestra tabla 2, tiene el efecto de que este aumento no sea completamente uniforme.

La fórmula para la corrección por efecto de la anomalía es como sigue:

$$s = \frac{+ 0,08988 \sin S + 0,00083 \sin 2 S}{- 0,00085 \cos S + 0,51962}$$

Notamos que la corrección es nula, siendo  $S = 0^\circ$  y  $180^\circ$ , máxima para  $S = 90^\circ$ ;  $s = + 0,17$  y mínima para  $S = 270^\circ$ ;  $s = - 0,17$ . Aplicando esta corrección a "M" en la tabla 2 con signo contrario, pues "M" significa los días que faltan para la fase requerida, y tomando por término medio para el resto del siglo 20, que la anomalía es cero el 3 de enero (Tierra en perihelio) y  $180^\circ$  el 3 de julio (Tierra en afelio), resulta que para el 3 de abril habrá que restar 0,17 al valor "M" y el 4 de octubre sumar esta cantidad, para tener incluida la corrección "s" debido a la anomalía.

**TABLA 4: Conversión de fracciones de día en horas.**

Día	h	Día	h	Día	h	Día	h
0,01	0,24	0,26	6,24	0,51	12,24	0,76	18,24
0,02	0,48	0,27	6,48	0,52	12,48	0,77	18,48
0,03	0,72	0,28	6,72	0,53	12,72	0,78	18,72
0,04	0,96	0,29	6,96	0,54	12,96	0,79	18,96
0,05	1,20	0,30	7,20	0,55	13,20	0,80	19,20
0,06	1,44	0,31	7,44	0,56	13,44	0,81	19,44
0,07	1,68	0,32	7,68	0,57	13,68	0,82	19,68
0,08	1,92	0,33	7,92	0,58	13,92	0,83	19,92
0,09	2,16	0,34	8,16	0,59	14,16	0,84	20,16
0,10	2,40	0,35	8,40	0,60	14,40	0,85	20,40
0,11	2,64	0,36	8,64	0,61	14,64	0,86	20,64
0,12	2,88	0,37	8,88	0,62	14,88	0,87	20,88
0,13	3,12	0,38	9,12	0,63	15,12	0,88	21,12
0,14	3,36	0,39	9,36	0,64	15,36	0,89	21,36
0,15	3,60	0,40	9,60	0,65	15,60	0,90	21,60
0,16	3,84	0,41	9,84	0,66	15,84	0,91	21,84
0,17	4,08	0,42	10,08	0,67	16,08	0,92	22,08
0,18	4,32	0,43	10,32	0,68	16,32	0,93	22,32
0,19	4,56	0,44	10,56	0,69	16,56	0,94	22,56
0,20	4,80	0,45	10,80	0,70	16,80	0,95	22,80
0,21	5,04	0,46	11,04	0,71	17,04	0,96	23,04
0,22	5,28	0,47	11,28	0,72	17,28	0,97	23,28
0,23	5,52	0,48	11,52	0,73	17,52	0,98	23,52
0,24	5,76	0,49	11,76	0,74	17,76	0,99	23,76
0,25	6,00	0,50	12,00	0,75	18,00	1,00	24,00

Por consiguiente, "M", "P", "S", son los elementos que hemos empleado para el cálculo de la fase, cuyo resultado obtenemos al cen-

tésimo de día. Para facilitar la conversión de los centésimos de día en horas, hemos agregado una tabla 4: "Conversión de fracciones de día en horas", cuyo resultado, desde luego, habrá que redondear a la hora entera.

Los siguientes ejemplos ilustran la manera de calcular las fases.

1) *Luna nueva en mayo del año 1947.* - (Eclipse total de Sol).

		M		P
<i>Tabla 1:</i> Año 1947	M $\odot$ =	21 <sup>d</sup> ,90		192 <sup>o</sup> ,3
<i>Tabla 2:</i> Mayo, valor próx. inf. fracción de día		— 21,76	+	21,9
		0 <sup>d</sup> ,14		

Fase media de Luna nueva:

		M		P
Mayo		20 <sup>d</sup> ,14		214 <sup>o</sup> ,2

*Tabla 3:* Corrección "L" según "P"

+ 0,24
20 <sup>d</sup> ,38

*Tabla 4:* Luna nueva

Mayo 20 a 9<sup>h</sup> tiempo legal.

Valor exacto: Luna nueva: Mayo 20, 13<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> T. U.

= 9<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> tiempo legal.

2) *Cuarto menguante en julio del año 1945.*

		M		P
<i>Tabla 1:</i> Año 1945	M $\text{D}$ =	6 <sup>d</sup> ,25		274 <sup>o</sup> ,1
Aumento "P", cuarto menguante			+	270,0

*Tabla 2:* Julio 2, valor próx. inf.  
fracción de día

— 5,81
0 <sup>d</sup> ,44

Fase media del cuarto menguante

		M		P
Julio		2 <sup>d</sup> ,44	+	160,4

704<sup>o</sup>,5

— 360,0

344<sup>o</sup>,5

*Tabla 3:* Corrección "P" según "P"

+ 0,16
2 <sup>d</sup> ,60

*Tabla 4:* Cuarto menguante

Julio 2 a 14<sup>h</sup> tiempo legal.

Valor exacto: Cuarto menguante: Julio 2, 18<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> T. U.

= 14<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> tiempo legal.

# RESOLUCION ANALITICA DE TRIANGULOS DE POSICION

Por EDUARDO REBAUDI DURAND

(Para "REVISTA ASTRONOMICA")

COMPLETANDO mi artículo anterior, publicado en el tomo XVII, pág. 139 y sig. de esta Revista, referente a resolución de triángulos de posición, deduciré *sin aplicar trigonometría esférica*, las fórmulas para la resolución analítica de los mismos problemas.

Las deducciones las haré en base a las proyecciones y rebatimientos ya analizados, utilizando por tal razón las mismas figuras.

Aprovechamos la circunstancia que la latitud del lugar  $\varphi$ , la altura del astro  $h$  y la declinación del mismo  $\delta$ , sólo pueden tomar valores absolutos entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ . Además puede admitirse que tanto el ángulo horario  $t$  como el azimut  $A$  varían entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ , debiéndose medir a ambos del mismo lado del meridiano.

Como se trata de un trabajo para aficionados haremos algunas convenciones, que por otra parte no llevan a resultado falso. Supondremos:

- 1.º Que la latitud del lugar es siempre positiva.
- 2.º Que si el astro está situado en el hemisferio del observador tiene declinación positiva, en caso contrario negativa.

Resolveremos el primer problema:

*Dados:*  $\varphi$ ,  $\delta$  y  $t$  calcular  $A$  y  $h$ . (Fig. 18).

Llamando  $R$  el radio de la esfera celeste, tenemos:

En el triáng.  $OBK$ ;  $BK = R \cos \delta$ ;  $OB = R \sin \delta$

En el triáng.  $BRM'$ ;  $BR = BM' \cos t = BK \cos t = R \cos \delta \cos t$

$$RM' = BM' \sin t = R \cos \delta \sin t$$

En el triáng.  $OBC$ ;  $CB = OB \operatorname{tang} \varphi = R \sin \delta \operatorname{tang} \varphi$

En el triáng.  $ODT$ ;  $OT = OD \cos \varphi = CR \cos \varphi = (CB + BR) \cos \varphi =$

$$= (R \sin \delta \operatorname{tang} \varphi + R \cos \delta \cos t) \cos \varphi =$$

$$= R \sin \delta \operatorname{tang} \varphi \cos \varphi + R \cos \delta \cos t \cos \varphi$$

resulta  $OT = R (\sin \delta \operatorname{tang} \varphi \cos \varphi + \cos \delta \cos t \cos \varphi)$



$$TR = R (\text{sen } \delta \cos \varphi - \cos \delta \cos t \text{ sen } \varphi)$$

En el triáng.  $TM'R$ ;  $M'R = M'R = R \cos \delta \text{ sen } t$ ;  $\text{cotang } A = \frac{TR}{RM'}$

$$= \frac{R (\text{sen } \delta \cos \varphi - \cos \delta \text{ sen } \varphi \cos t)}{R \cos \delta \text{ sen } t} \quad \text{simplificando resulta}$$

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

2.º problema: *En un lugar determinado, calcular el ángulo horario y la declinación de un astro conociendo su azimut y altura (Fig. 18).*

En el triáng.  $OTF$ ;  $TF = R \cos h$ ;  $OT = R \text{ sen } h$

En el triáng.  $TRM'$ ;  $TR = TM' \cos A = TF \cos A = R \cos h \cos A$

$$M'R = TM' \text{ sen } A = R \cos h \text{ sen } A; M'R = RM'$$

En el triáng.  $ODT$ ;  $DT = OT \text{ tang } \varphi = R \text{ sen } h \text{ tang } \varphi$

En el triáng.  $OBC$ ;  $OB = OC \cos \varphi = DR \cos \varphi = (DT + TR) \cos \varphi =$   
 $= (R \text{ sen } h \text{ tang } \varphi + R \cos h \cos A) \cos \varphi$

Efectuando las operaciones indicadas y simplificando obtenemos

$$OB = R (\text{sen } h \text{ sen } \varphi + \cos h \cos \varphi \cos A)$$

En el triáng.  $OBK$ ;  $\text{sen } \delta = \frac{OB}{OK} = \frac{R (\text{sen } h \text{ sen } \varphi + \cos h \cos \varphi \cos A)}{R}$

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

Cálculo de  $t$ :

En el triáng.  $BRM'$

$$\text{cotg } t = \frac{BR}{RM'} = \frac{RC - BC}{RM'} = \frac{OD - BC}{RM'} = \frac{\frac{OT}{\cos \varphi} - OB \text{ tang } \varphi}{RM'}$$

$$= \frac{\frac{R \text{ sen } h}{\cos \varphi} - R (\text{sen } h \text{ sen } \varphi + \cos h \cos \varphi \cos A) \text{ tang } \varphi}{R \cos h \text{ sen } A}$$

simplificando, efectuando la operación indicada en el segundo término, reduciendo a común denominador y simplificando se obtiene:

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

Observese que las expresiones de  $\text{sen } \delta$  y  $\text{cotg } t$  obtenidas son análogas a las de  $\text{sen } h$  y  $\text{cotg } A$ , donde  $\delta$  se sustituye por  $h$  y  $t$  por  $A$ .

3.º *Calcular la altura y azimut de un astro en el momento que cruza el círculo de las 6 horas.*

Este problema es análogo al primero en que se conoce  $\varphi$ ,  $\delta$  y  $t = 6 \text{ horas} = 90^\circ$ , resolviéndose de la misma manera y el aficionado

puede hacerlo observando la figura 8 de mi artículo anterior. Es más sencillo aprovechar los valores especiales que adquiere  $\text{sen } t = 1$ ;  $\text{cos } t = 0$  siendo  $t = 90^\circ$ .

$\text{sen } h = \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \text{cos } \varphi \text{ cos } \delta \text{ cos } t$  se reduce a la siguiente:

$\text{sen } h = \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta$  y la correspondiente al azimut

$$\text{cotg } A = \frac{\text{tang } \delta \text{ cos } \varphi - \text{sen } \varphi \text{ cos } t}{\text{sen } t} \text{ se reduce a}$$

$$\text{cotg } A = \text{tang } \delta \text{ cos } \varphi$$

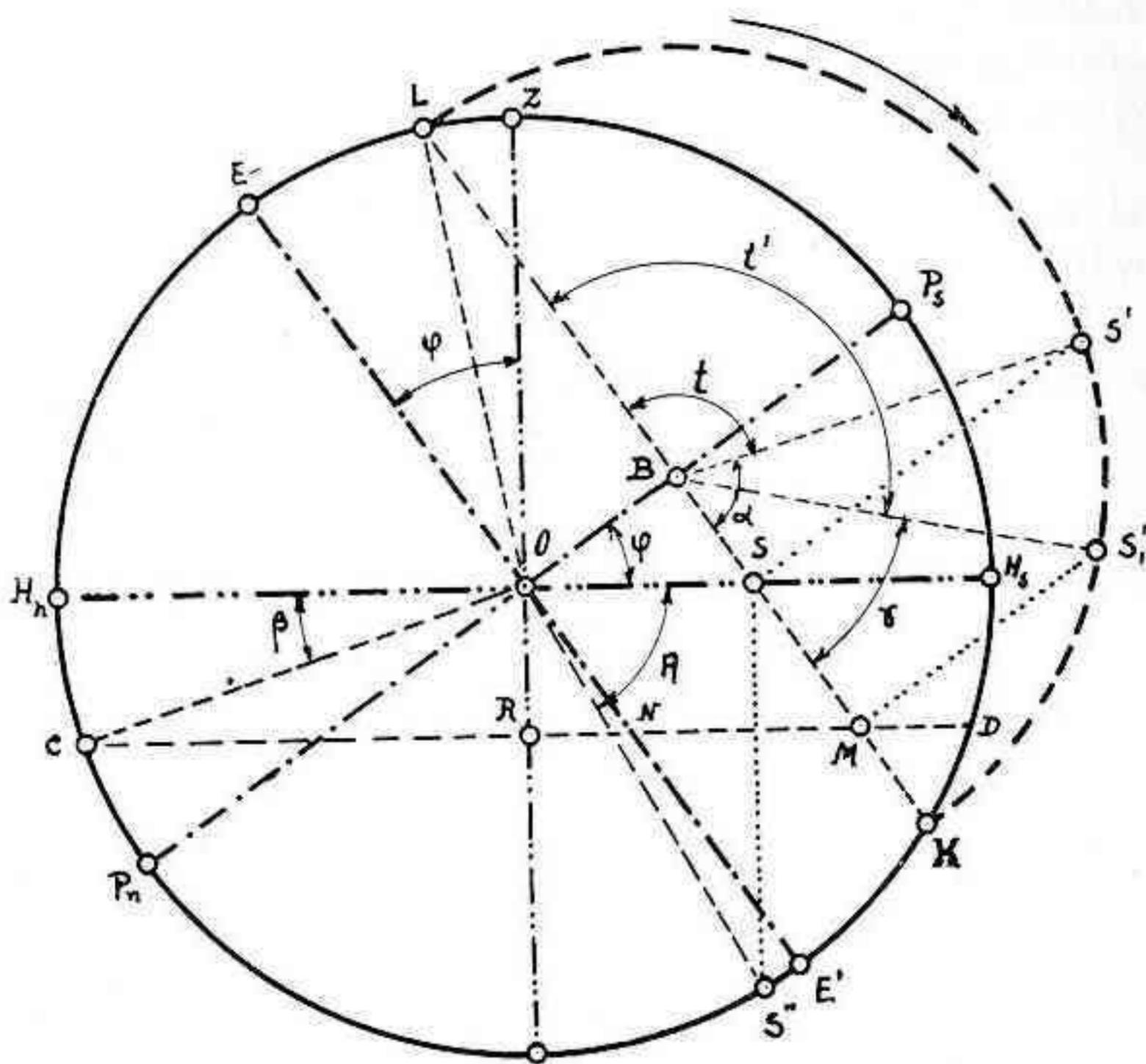


Fig. 19.

El cuarto problema: *Determinar el ángulo horario y la altura de un astro en el momento que cruza el primer vertical.*

Aprovecharemos también en este caso los valores especiales que adquiere  $\text{sen } A = 1$  y  $\text{cos } A = 0$  por ser  $A = 90^\circ$ .

La fórmula  $\text{sen } \delta = \text{sen } \varphi \text{ sen } h + \text{cos } \varphi \text{ cos } h \text{ cos } A$  se reduce a

$$\text{sen } \delta = \text{sen } \varphi \text{ sen } h \quad \text{de donde} \quad \text{sen } h = \frac{\text{sen } \delta}{\text{sen } \varphi}$$

Para determinar el ángulo horario partiremos de la fórmula

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

Si el astro cruza el primer verti-

$$\text{cal } A = 90^\circ \text{ por lo tanto } \cotg A = 0 \text{ luego } \frac{\tan \delta \cos \varphi - \text{sen } \varphi \cos t}{\text{sen } t} = 0.$$

Como el denominador  $\text{sen } t$  no puede ser mayor que 1, el numerador  $\tan \delta \cos \varphi - \text{sen } \varphi \cos t = 0$  de donde  $\tan \delta \cos \varphi = \text{sen } \varphi \cos t$  por consiguiente  $\cos t = \tan \delta \cotg \varphi$ .

5.º *Determinar el ángulo horario y el azimut de un astro en el momento de la puesta.* (Fig. 19).

Como lo hice en la resolución gráfica, desarrollaré el caso del Sol para determinar también la duración del crepúsculo.

En el triáng.  $OBL$ ;  $BL = BS' = R \cos \delta$ ;  $OB = R \text{sen } \delta$

En el triáng.  $OBS$ ;  $BS = OB \tan \varphi = R \text{sen } \delta \tan \varphi$

$$OS = \frac{OB}{\cos \varphi} = \frac{R \text{sen } \delta}{\cos \varphi}$$

$$\cos t = - \cos \alpha = - \frac{BS}{BS'} = - \frac{R \text{sen } \delta \tan \varphi}{R \cos \delta} = - \tan \delta \tan \varphi$$

Cálculo del azimut:

$$\cos A = \frac{OS}{OS''} = \frac{\frac{R \text{sen } \delta}{\cos \varphi}}{R} = \frac{\text{sen } \delta}{\cos \varphi}$$

Si el Sol está en el hemisferio opuesto (Fig. 20)

En el triáng.  $OBS$ ;  $BS = OB \tan \varphi = R \text{sen } \delta \tan \varphi$

$$OS = \frac{OB}{\cos \varphi} = \frac{R \text{sen } \delta}{\cos \varphi}$$

En el triáng.  $OBL$ ;  $BL = R \cos \delta = BS'$

$$\cos t = \frac{BS}{BS'} = \frac{R \text{sen } \delta \tan \varphi}{R \cos \delta} = + \tan \varphi \tan \delta$$

$$\cos A = - \cos HnOS'' = - \frac{OS}{OS''} = - \frac{\frac{R \text{sen } \delta}{\cos \varphi}}{R} = - \frac{\text{sen } \delta}{\cos \varphi}$$

Vemos que los resultados obtenidos para  $t$  como para  $A$ , deducidos de la figura 19 como de la 20, se diferencian solamente en el signo.

Al mismo resultado podríamos llegar aplicando las fórmulas generales deducidas anteriormente, razonando así:

Si en  $\text{sen } h = \text{sen } \varphi \text{sen } \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$ , hacemos  $h = 0$

porque el astro está en el horizonte, tenemos:  $\text{sen } h = 0$ , luego  $0 = \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \text{cos } \varphi \text{ cos } \delta \text{ cos } t$ , despejando  $\text{cos } t$  obtenemos:  $\text{cos } t = - \text{tang } \varphi \text{ tang } \delta$ .

Si en  $\text{sen } \delta = \text{sen } h \text{ sen } \varphi + \text{cos } h \text{ cos } \varphi \text{ cos } A$  hacemos  $h = 0$ , por lo tanto  $\text{sen } h = 0$  y  $\text{cos } h = 1$ , la expresión se reduce a

$$\text{sen } \delta = \text{cos } \varphi \text{ cos } A \text{ de donde obtenemos } \text{cos } A = \frac{\text{sen } \delta}{\text{cos } \varphi}$$

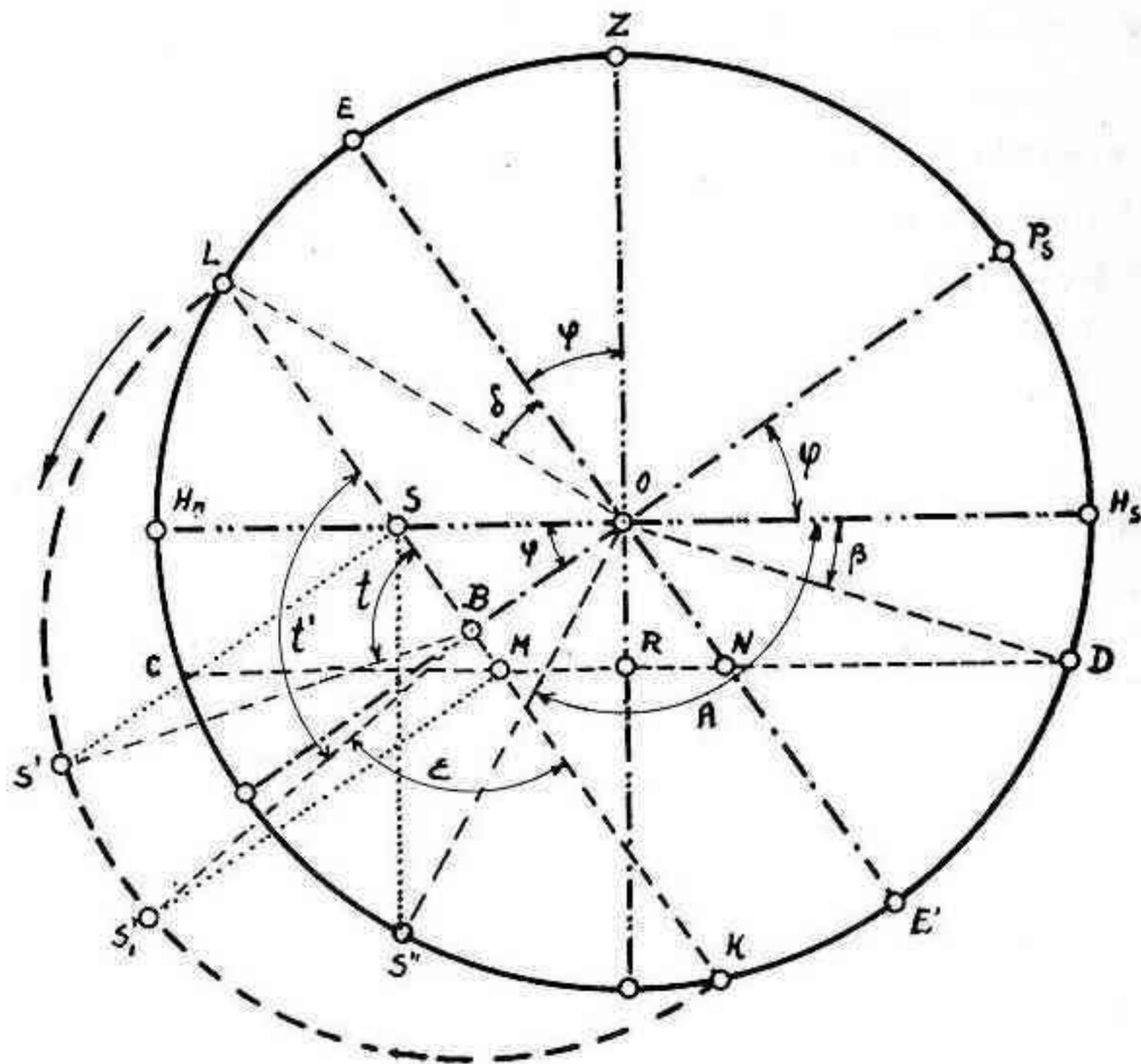


Fig. 20.

Si la declinación es negativa (recuérdese nuestra convención)  $\text{tang } \delta$  es negativa y  $\text{cos } t = + \text{tang } \varphi \text{ tang } \delta$ . Siendo  $\text{sen } \delta$  negativo

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

Para el determinar la duración del crepúsculo es necesario calcular en ángulo  $t'$  (Fig. 19).

$$\text{cos } t' = - \text{cos } \gamma = - \frac{BM}{BS_1'} \text{ en el triáng. } BMS_1'$$

$$BS \text{ y } BS_1' \text{ son conocidos y } BM = BS + SM.$$

$$\text{En el triáng. } ORN; SM = ON = \frac{OR}{\text{cos } \varphi} = \frac{R \text{ sen } \beta}{\text{cos } \varphi} \text{ sustituyendo}$$

$$BM = R \operatorname{sen} \delta \operatorname{tang} \varphi + \frac{R \operatorname{sen} \beta}{\cos \varphi} = R \frac{\operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \varphi + \operatorname{sen} \beta}{\cos \varphi}$$

$$\cos \gamma = \frac{R \frac{\operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \varphi + \operatorname{sen} \beta}{\cos \varphi}}{R \cos \delta} = \frac{\operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \varphi + \operatorname{sen} \beta}{\cos \delta \cos \varphi}$$

$$\cos \gamma = \operatorname{tang} \varphi \operatorname{tang} \delta + \frac{\operatorname{sen} \beta}{\cos \delta \cos \varphi} \text{ por lo tanto}$$

$$\cos t' = - \cos \gamma = - \left( \operatorname{tang} \varphi \operatorname{tang} \delta + \frac{\operatorname{sen} \beta}{\cos \delta \cos \varphi} \right)$$

Si el Sol estuviera en el hemisferio opuesto (Fig. 20)

$$\cos t' = - \cos \varepsilon = - \frac{BM}{BS_1'}; \quad BM = MS - BS, \quad BS \text{ y } BS_1'$$

son conocidos

$$MS = ON = \frac{OR}{\cos \varphi} = \frac{R \operatorname{sen} \beta}{\cos \varphi} \text{ sustituyendo}$$

$$BM = \frac{R \operatorname{sen} \beta}{\cos \varphi} - R \operatorname{sen} \delta \operatorname{tang} \varphi = R \frac{\operatorname{sen} \beta - \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \varphi}{\cos \varphi} \text{ luego:}$$

$$\cos \varepsilon = \frac{R \frac{\operatorname{sen} \beta - \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \varphi}{\cos \varphi}}{R \cos \delta} = \frac{\operatorname{sen} \beta - \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \varphi}{\cos \delta \cos \varphi}$$

$$\cos \varepsilon = - \operatorname{tang} \delta \operatorname{tang} \varphi + \frac{\operatorname{sen} \beta}{\cos \delta \cos \varphi}$$

$$\cos t' = - \cos \varepsilon = - \left( - \operatorname{tang} \delta \operatorname{tang} \varphi + \frac{\operatorname{sen} \beta}{\cos \delta \cos \varphi} \right).$$

A esta misma fórmula habríamos llegado sustituyendo  $\delta$  por  $-\delta$  en la expresión de  $\cos t'$  deducida de la figura 19, puesto que  $\tan(-\delta)$  es negativa y  $\cos(-\delta)$  es positivo.

Calculando  $t'$  mediante estas fórmulas y conocido  $t$ , ángulo horario a la puesta, se determina la duración del crepúsculo que es  $t' - t$ .

Aplicando las fórmulas deducidas obtenemos para la duración del crepúsculo astronómico ( $\beta = 18^\circ$ ) en la latitud de Bs. Aires:

Solsticio de verano .....	1 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 47 <sup>s</sup>
Equinoccio .....	1 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 12 <sup>s</sup>
Solsticio de invierno .....	1 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup>

En el cuadro que antecede parece que el mínimo de la duración del crepúsculo se produjese en el equinoccio. No es así, sino que en el otoño se atrasa unos 13 días y en el de primavera se adelanta otro tanto.

6.º *Determinar la altura, el ángulo horario y el azimut de un astro en el momento de su mayor elongación (Fig. 21).*

En el triáng.  $SM'B$ ,  $\cos t = \frac{BM'}{SB}$

En el triáng.  $KBO$ ;  $KB = R \cos \delta$ ;  $KB = BM'$ ;  $OB = R \sin \delta$

En el triáng.  $OSB$ ;  $BS = OB \cotg \varphi = R \sin \delta \cotg \varphi$  sustituyendo

$$\cos t = \frac{R \cos \delta}{R \sin \delta \cotg \varphi} = \cotg \delta \tang \varphi$$

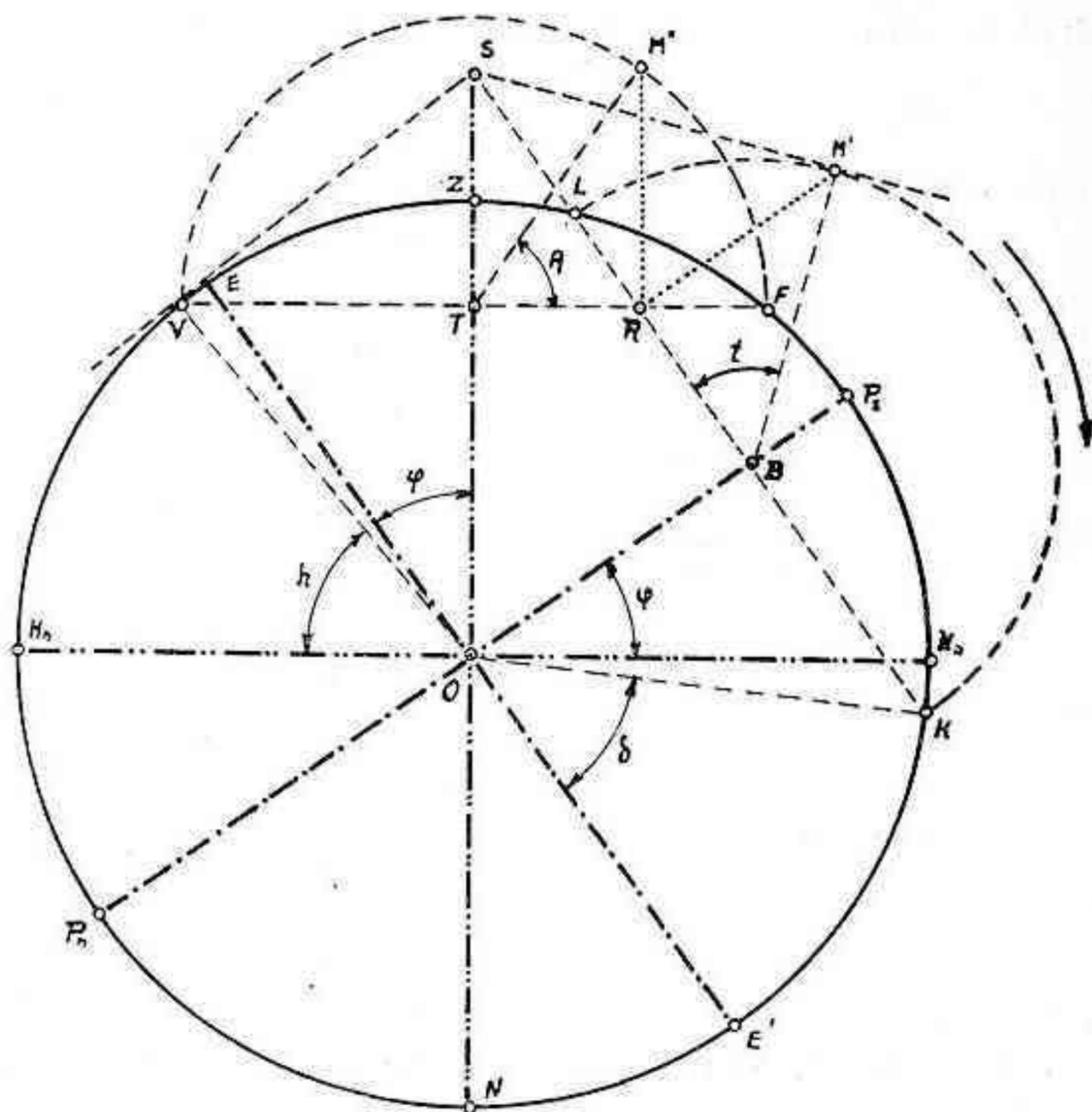


Fig. 21.

En el triáng.  $OVS$ ;  $\cos (90^\circ - h) = \sin h = \frac{OV}{OS}$ ;  $OV = R$

En el triáng.  $OSB$  ;  $OS = \frac{OB}{\cos (90^\circ - \varphi)} = \frac{R \sin \delta}{\sin \varphi}$

sustituyendo  $\sin h = \frac{R}{\frac{R \sin \delta}{\sin \varphi}} = \frac{\sin \varphi}{\sin \delta}$

En el triáng.  $TM''R$ ;  $\text{sen } A = \frac{M''R}{TM''}$ ;  $M''R = M'R$

En el triáng.  $SRM'$ ;  $RM' = SM' \cos t$ ; porque el ángulo  $SM'R = t$   
 $SM' = SV$  por tratarse de tangentes trazadas a una esfera desde un punto exterior.

En el triáng.  $OSV$ ;  $SV = OS \text{ sen } (90^\circ - h) = \frac{R \text{ sen } \delta \cos h}{\text{sen } \varphi}$

sustituyendo resulta:

$$M''R = M'R = SM' \cos t = \frac{R \text{ sen } \delta \cos h}{\text{sen } \varphi} \cos t$$

Recordando el valor obtenido de  $\cos t = \cotg \delta \text{ tang } \varphi$

$$M''R = \frac{R \text{ sen } \delta \cos h}{\text{sen } \varphi} \cotg \delta \text{ tang } \varphi = \frac{R \cos h \cos \delta}{\cos \varphi}$$

Por otra parte  $TM'' = TV$

En el triáng.  $OVT$ ;  $TV = R \text{ sen } (90^\circ - h) = R \cos h$  sustituyendo obtenemos finalmente:

$$\text{sen } A = \frac{M''R}{TM''} = \frac{\frac{R \cos h \cos \delta}{\cos \varphi}}{R \cos h} = \frac{\cos \delta}{\cos \varphi}$$

-----

# LOS NOMBRES DE LAS ESTRELLAS

Por CARLOS L. SEGERS

(Para "REVISTA ASTRONOMICA")

(Conclusión)

<b>Columba</b> . . . . .	COLUMBAE — Paloma.		
(Col, Colm).	$\alpha$ alfa: <i>Phact</i> . . . . .	2,75	2 - 41
	$\beta$ beta: <i>Wazn</i> . . . . .	3,22	2 - 44
<b>Coma Berenices</b> ..	COMAE BERENICIS — Cabellera (de Berenice).		
(Com, Coma).			
<b>Corona Australis</b> .	CORONAE AUSTRALIS — Corona Austral.		
(CrA, CorA).			
<b>Corona Borealis</b> ..	CORONAE BOREALIS — Corona Boreal.		
(CrB, CorB).	$\alpha$ alfa: <i>Alfecca</i> . . . . .	v. 2,3-2,4	5 - 21
	$\beta$ beta: <i>Nusakan</i> . . . . .	3,72	5 - 20
<b>Cervus</b> . . . . .	CORVI — Cuervo.		
(Crv, Corv).	$\alpha$ alfa: <i>Alchiba</i> . . . . .	4,18	4 - 20
	$\beta$ beta: <i>Tso Hea</i> . . . . .	2,84	4 - 27
	$\gamma$ gamma: <i>Gienah</i> . . . . .	2,98	4 - 23
	$\delta$ delta: <i>Algorab</i> . . . . .	d. 3,11	4 - 26
	$\epsilon$ epsilon: <i>Tchin</i> . . . . .	3,21	4 - 21
<b>Crater</b> . . . . .	CRATERIS — Copa.		
(Crt, Crat).	$\alpha$ alfa: <i>Alkes</i> . . . . .	4,20	4 - 7
<b>Crux</b> . . . . .	CRUCIS — Cruz (del Sud).		
(Cru, Crue).	$\alpha$ alfa: <i>Acrux</i> . . . . .	d. 1,58	4 - 25
<b>Cygnus</b> . . . . .	CYGNI — Cisne.		
(Cyg, Cygn).	$\alpha$ alfa: <i>Deneb</i> . . . . .	1,33	6 - 31
	$\beta$ beta: <i>Albireo</i> . . . . .	d. 3,24	6 - 18
	$\gamma$ gamma: <i>Sadir</i> . . . . .	2,32	6 - 26
	$\pi$ pi: <i>Azulfafage</i> . . . . .	4,26	6 - 40
	$\omega$ omega: <i>Ruchba</i> . . . . .	4,89	6 - 28

<b>Delphinus</b> .....	DELPHINI — Delfín.		
(Del, Dlph).	$\alpha$ alfa: <i>Sualocin</i> .....	3,86	6 - 30
	$\beta$ beta: <i>Rotanev</i> .....	3,72	6 - 29
<b>Dorado</b> .....	DORADUS — Dorado (Pez —).		
(Dor, Dora).			
<b>Draco</b> .....	DRACONIS — Dragón.		
(Dra, Drae).	$\alpha$ alfa: <i>Thuban</i> .....	3,64	5 - 2*
	$\beta$ beta: <i>Rastaban</i> .....	2,99	5 - 43
	$\gamma$ gamma: <i>Eltanin</i> .....	2,42	5 - 52
	$\delta$ delta: <i>Altair</i> .....	3,24	6 - 15
	$\eta$ eta: <i>Shang Tsae</i> .....	d. 2,89	5 - 30*
	$\iota$ iota: <i>Edasich</i> .....	3,47	5 - 19
	$\lambda$ lambda: <i>Giausar</i> .....	4,06	4 - 15*
	$\mu$ mu: <i>Al Rakis</i> .....	d. 3,2	5 - 37
	$\xi$ xi: <i>Grumium</i> .....	3,90	5 - 51*
	$\sigma$ sigma: <i>Al Safi</i> .....	4,78	6 - 19*
	$\psi$ psi: <i>Dsiban</i> .....	d. 4,90	5 - 49*
<b>Equuleus</b> .....	EQUULEI — Caballito.		
(Equ, Equu).	$\alpha$ alfa: <i>Kitalpha</i> .....	4,14	6 - 33
<b>Eridanus</b> .....	ERIDANI — Eridano (Río —).		
(Eri, Erid).	$\alpha$ alfa: <i>Achernar</i> .....	0,60	1 - 29
	$\beta$ beta: <i>Cursa</i> .....	2,92	2 - 30
	$\gamma$ gamma: <i>Zaurak</i> .....	3,19	2 - 20
	$\eta$ eta: <i>Azha</i> .....	4,05	2 - 4
	$\theta$ theta: <i>Acamar</i> .....	3,42	2 - 5
	$\sigma^1$ omicron: <i>Beid</i> .....	4,14	2 - 22
	$\sigma^2$ omicron: <i>Keid</i> .....	4,48	2 - 23
<b>Fornax</b> .....	FORNACIS — Horno.		
(For, Forn).			
<b>Gemini</b> .....	GEMINORUM — Gemelos.		
(Gem, Gemi).	$\alpha$ alfa: <i>Castor</i> .....	d. 1,89	3 - 19
	$\beta$ beta: <i>Pollux</i> .....	1,21	3 - 21
	$\gamma$ gamma: <i>Alhena</i> .....	1,93	3 - 6
	$\delta$ delta: <i>Wasat</i> .....	3,51	3 - 16
	$\epsilon$ epsilon: <i>Mebuta</i> .....	3,18	3 - 8
	$\zeta$ zeta: <i>Mekbuda</i> .....	v. 3,7-4,1	3 - 13
	$\eta$ eta: <i>Propus</i> .....	v. 3,2-4,2	3 - 1
	$\mu$ mu: <i>Tejat</i> .....	3,19	3 - 3
<b>Grus</b> .....	GRUIS — Grulla.		
(Gru, Grus).	$\alpha$ alfa: <i>Al Nair</i> .....	2,16	1 - 3
	$\gamma$ gamma: <i>Aldhanab</i> .....	3,16	6 - 41

<b>Hercules</b> .....	HERCULIS — Hércules.		
(Her, Here).	$\alpha$ alfa: <i>Ras Algethi</i> .....	v. 3,1-3,9	5 - 39
	$\beta$ beta: <i>Korneforos</i> .....	2,81	5 - 32
	$\lambda$ lambda: <i>Marsym</i> .....	4,48	5 - 42
	$\omega$ omega: <i>Cujam</i> .....	4,53	5 - 29
<b>Horologium</b> .....	HOROLOGII — Reloj.		
(Hor, Horo).			
<b>Hydra</b> .....	HYDRAE — Hidra hembra.		
(Hya Hyda).	$\alpha$ alfa: <i>Alphard</i> .....	2,16	3 - 35
<b>Hydrus</b> .....	HYDRI — Hidra macho.		
(Hyi, Hydi).			
<b>Indus</b> .....	INDI — Indio (Hindú).		
(Ind, Indi).			
<b>Lacerta</b> .....	LACERTAE — Lagarto.		
(Lac, Laer).			
<b>Leo</b> .....	LEONIS — León.		
(Leo, Leon).	$\alpha$ alfa: <i>Regulus</i> .....	1,34	4 - 1
	$\beta$ beta: <i>Denebola</i> .....	2,23	4 - 16
	$\gamma$ gamma: <i>Algeiba</i> .....	d. 2,61	4 - 4
	$\delta$ delta: <i>Zosma</i> .....	2,58	4 - 11
	$\epsilon$ epsilon: <i>Algenubi</i> .....	3,12	3 - 37
	$\zeta$ zeta: <i>Aldhaferra</i> .....	3,65	4 - 2
	$\theta$ theta: <i>Chertan</i> .....	3,41	4 - 12
	$\lambda$ lambda: <i>Alterf</i> .....	4,48	3 - 36
	$\mu$ mu: <i>Rasalas</i> .....	4,10	3 - 38
<b>Leo Minor</b> .....	LEONIS MINORIS — León chico.		
(LMi, LMin).			
<b>Lepus</b> .....	LEPORIS — Liebre.		
(Lep, Leps).	$\alpha$ alfa: <i>Arneb</i> .....	2,69	2 - 37
	$\beta$ beta: <i>Nihal</i> .....	2,96	2 - 35
<b>Libra</b> .....	LIBRAE — Balanza.		
(Lib, Libr).	$\alpha$ alfa: <i>Zuben el-Genubi</i> .....	2,90	5 - 11
	$\beta$ beta: <i>Zuben Eschamali</i> .....	2,74	5 - 16
	$\sigma$ sigma: <i>Zubernakravi</i> .....	3,41	5 - 15
<b>Lupus</b> .....	LUPI — Lobo.		
(Lup, Lupi).	$\alpha$ alfa: <i>Men</i> .....	2,89	5 - 9
	$\beta$ beta: <i>Kc Kouan</i> .....	2,81	5 - 13
<b>Lynx</b> .....	LYNCIS — Linee.		
(Lyn, Lyne).			

<b>Lyra</b> .....	LYRAE — Lira.		
(Lyr, Lyra).	$\alpha$ alfa: <i>Vega</i> .....	0,14	6 - 7
	$\beta$ beta: <i>Sheliak</i> .....	v. 3,4-4,3	6 - 8
	$\gamma$ gamma: <i>Sulafat</i> .....	3,30	6 - 11
	$\mu$ mu: <i>Aladfar</i> .....	5,04	6 - 5
<b>Mensa</b> .....	MENSAE — Mesa (Montaña de la —).		
(Men, Mens).			
<b>Microscopium</b> .....	MICROSCOPII — Microscopio.		
(Mie, Mier).			
<b>Monoceros</b> .....	MONOCEROTIS — Unicornio.		
(Mon, Mono).			
<b>Musca</b> .....	MUSCAE — Mosca o Abeja.		
(Mus, Musc).			
<b>Norma</b> .....	NORMAE — Regla.		
(Nor, Norm).			
<b>Octans</b> .....	OCTANTIS — Octante.		
(Oct, Octn).			
<b>Ophiuchus</b> .....	OPHUCHI — Ofiuco.		
(Oph, Ophi).	$\alpha$ alfa: <i>Ras Alhague</i> .....	2,14	5 - 45
	$\beta$ beta: <i>Cebelrai</i> .....	2,94	5 - 48
	$\delta$ delta: <i>Yed Prior</i> .....	3,03	5 - 26
	$\epsilon$ epsilon: <i>Yed Posterior</i> .....	3,34	5 - 27
	$\eta$ eta: <i>Al Sabik</i> .....	d. 2,67	5 - 38
	$\zeta$ zeta: <i>Ham</i> .....	2,70	5 - 35
	$\lambda$ lambda: <i>Marfik</i> .....	3,85	5 - 33
<b>Orion</b> .....	ORIONIS — Orión (El Gigante —).		
(Ori, Orio).	$\alpha$ alfa: <i>Betelgeuze</i> .....	v. 0,1-1,2	2 - 45
	$\beta$ beta: <i>Rigel</i> .....	d. 0,34	2 - 31
	$\gamma$ gamma: <i>Bellatrix</i> .....	1,70	2 - 33
	$\delta$ delta: <i>Mintaka</i> .....	v. 2,5-2,6	2 - 36
	$\epsilon$ epsilon: <i>Alnilam</i> .....	1,75	2 - 39
	$\zeta$ zeta: <i>Alnitak</i> .....	d. 2,05	2 - 42
	$\kappa$ kappa: <i>Saiph</i> .....	2,20	2 - 43
	$\lambda$ lambda: <i>Meissa</i> .....	3,66	2 - 38
<b>Pavo</b> .....	PAVONIS — Pavo (Real).		
(Pav, Pavo).	$\alpha$ alfa: <i>Pavo Real</i> .....	2,12	6 - 27
<b>Pegasus</b> .....	PEGASI — Pegaso.		
(Peg, Pegs).	$\alpha$ alfa: <i>Markab</i> .....	2,57	1 - 14
	$\beta$ beta: <i>Scheat</i> .....	2,61	1 - 13
	$\gamma$ gamma: <i>Algenib</i> .....	2,87	1 - 19

<b>Lyra</b> .....	LYRAE — Lira.		
(Lyr, Lyra).	$\alpha$ alfa: <i>Vega</i> .....	0,14	6 - 7
	$\beta$ beta: <i>Sheliak</i> .....	v. 3,4-4,3	6 - 8
	$\gamma$ gamma: <i>Sulafat</i> .....	3,30	6 - 11
	$\mu$ mu: <i>Aladfar</i> .....	5,04	6 - 5
<b>Mensa</b> .....	MENSAE — Mesa (Montaña de la —).		
(Men, Mens).			
<b>Microscopium</b> .....	MICROSCOPII — Microscopio.		
(Mie, Mier).			
<b>Monoceros</b> .....	MONOCEROTIS — Unicornio.		
(Mon, Mono).			
<b>Musca</b> .....	MUSCAE — Mosca o Abeja.		
(Mus, Musc).			
<b>Norma</b> .....	NORMAE — Regla.		
(Nor, Norm).			
<b>Octans</b> .....	OCTANTIS — Octante.		
(Oct, Octn).			
<b>Ophiuchus</b> .....	OPHIUCHI — Ofiuco.		
(Oph, Ophi).	$\alpha$ alfa: <i>Ras Alhague</i> .....	2,14	5 - 45
	$\beta$ beta: <i>Cebelrai</i> .....	2,94	5 - 48
	$\delta$ delta: <i>Yed Prior</i> .....	3,03	5 - 26
	$\epsilon$ epsilon: <i>Yed Posterior</i> .....	3,34	5 - 27
	$\eta$ eta: <i>Al Sabik</i> .....	d. 2,67	5 - 38
	$\zeta$ zeta: <i>Ham</i> .....	2,70	5 - 35
	$\lambda$ lambda: <i>Marfik</i> .....	3,85	5 - 33
<b>Orion</b> .....	ORIONIS — Orión (El Gigante —).		
(Ori, Orio).	$\alpha$ alfa: <i>Betelgeuze</i> .....	v. 0,1-1,2	2 - 45
	$\beta$ beta: <i>Rigel</i> .....	d. 0,34	2 - 31
	$\gamma$ gamma: <i>Bellatrix</i> .....	1,70	2 - 33
	$\delta$ delta: <i>Mintaka</i> .....	v. 2,5-2,6	2 - 36
	$\epsilon$ epsilon: <i>Alnilam</i> .....	1,75	2 - 39
	$\zeta$ zeta: <i>Alnitak</i> .....	d. 2,05	2 - 42
	$\kappa$ kappa: <i>Saiph</i> .....	2,20	2 - 43
	$\lambda$ lambda: <i>Meissa</i> .....	3,66	2 - 38
<b>Pavo</b> .....	PAVONIS — Pavo (Real).		
(Pav, Pavo).	$\alpha$ alfa: <i>Pavo Real</i> .....	2,12	6 - 27
<b>Pegasus</b> .....	PEGASI — Pegaso.		
(Peg, Pegs).	$\alpha$ alfa: <i>Markab</i> .....	2,57	1 - 14
	$\beta$ beta: <i>Scheat</i> .....	2,61	1 - 13
	$\gamma$ gamma: <i>Algenib</i> .....	2,87	1 - 19

<b>Pegasus</b> .....	$\epsilon$ epsilon: <i>Enif</i> .....	2,54	6 - 38
	$\zeta$ zeta: <i>Homan</i> .....	3,61	1 - 8
	$\eta$ eta: <i>Sad Mator</i> .....	3,10	1 - 9
	$\theta$ theta: <i>Biham</i> .....	3,70	1 - 4
	$\mu$ mu: <i>Sadalbari</i> .....	3,67	1 - 10
	$\tau$ tau: <i>Al Naaim</i> .....	4,65	1 - 15
<b>Perseus</b> .....	PERSEI — Perseo.		
(Per, Pers).	$\alpha$ alfa: <i>Mirfak</i> .....	1,90	2 - 9
	$\beta$ beta: <i>Algol</i> .....	v. 2,3-3,5	2 - 7
	$\zeta$ zeta: <i>Atik</i> .....	2,91	2 - 19
	$\xi$ xi: <i>Menkib</i> .....	4,05	2 - 21
<b>Phoenix</b> .....	PHOENICIS — Fénix (Ave —).		
(Pho, Phoe).	$\alpha$ alfa: <i>Nairalzaurak</i> .....	2,44	1 - 21
<b>Pictor</b> .....	PICTORIS — Pintor (Caballete del —).		
(Pic, Pict).			
<b>Pisces</b> .....	PISCUM — Peces.		
(Pse, Pise).	$\alpha$ alfa: <i>Alrescha</i> .....	d. 4,33	1 - 34
<b>Piscis Australis</b> ..	PISCIS AUSTRALIS — Pez Austral.		
(PsA, PscA).	$\alpha$ alfa: <i>Fomalhaut</i> .....	1,29	1 - 12
<b>Puppis</b> .....	PUPPIS — Popa (del Navío Argo).		
(Pup, Pupp).	$\zeta$ zeta: <i>Naos</i> .....	2,27	3 - 22
	$\nu$ nu: <i>Al Suhail al Warn</i> ..	3,18	3 - 7
	$\tau$ tau: <i>Tureis</i> .....	2,83	3 - 10
<b>Pyxis</b> .....	PYXIDIS — Brújula.		
(Pyx, Pyxi).			
<b>Reticulum</b> .....	RETICULI — Retículo.		
(Ret, Reti).			
<b>Sagitta</b> .....	SAGITTAE — Flecha.		
(Sge, Sgte).			
<b>Sagittarius</b> .....	SAGITTARII — Sagitario.		
(Sgr, Sgtr).	$\alpha$ alfa: <i>Rukbat</i> .....	4,11	6 - 17
	$\beta$ beta: <i>Arkab</i> .....	4,24	6 - 16
	$\gamma$ gamma: <i>Al Nasl</i> .....	3,07	6 - 1
	$\delta$ delta: <i>Kaus Meridionalis</i> ..	2,84	6 - 3
	$\epsilon$ epsilon: <i>Kaus Australis</i> ...	1,95	6 - 4
	$\zeta$ zeta: <i>Ascella</i> .....	3,02	6 - 12
	$\eta$ eta: <i>Rabah el-Warida</i> .....	3,16	6 - 2
	$\lambda$ lambda: <i>Kaus Borealis</i> .....	2,94	6 - 6
	$\pi$ pi: <i>Albaldah</i> .....	3,02	6 - 14
	$\sigma$ sigma: <i>Nunki</i> .....	2,14	6 - 9

<b>Scorpius</b> . . . . .	SCORPII — Escorpión.		
(Scor, Scor).	$\alpha$ alfa: <i>Antares</i> . . . . .	d. 1,22	5 - 31
	$\beta$ beta: <i>Graffias</i> . . . . .	d. 2,90	5 - 24
	$\delta$ delta: <i>Dschubba</i> . . . . .	2,54	5 - 23
	$\epsilon$ epsilon: <i>Wei</i> . . . . .	2,36	5 - 36
	$\theta$ theta: <i>Sargas</i> . . . . .	2,04	5 - 46
	$\kappa$ kappa: <i>Girtab</i> . . . . .	2,51	5 - 48
	$\lambda$ lambda: <i>Shaula</i> . . . . .	1,71	5 - 44
	$\nu$ nu: <i>Lesath</i> . . . . .	2,80	5 - 40
	$\sigma$ sigma: <i>Al Niyat</i> . . . . .	3,08	5 - 28
	$\tau$ tau: <i>Alnyat</i> . . . . .	2,91	5 - 34
	$\upsilon$ upsilon: <i>Jabbah</i> . . . . .	d. 4,29	5 - 25
<b>Sculptor</b> . . . . .	SCULPTORIS — Escultor (Taller del —).		
(Scl, Scul).			
<b>Scutum</b> . . . . .	SCUTI — Escudo (de Sobieski).		
(Set, Scut).			
<b>Serpens</b> . . . . .	SERPENTIS — Serpiente.		
(Ser, Serp).	$\alpha$ alfa: <i>Unukalhai</i> . . . . .	2,75	5 - 22
	$\theta$ theta: <i>Alya</i> . . . . .	d. 4,50	6 - 19
<b>Sextans</b> . . . . .	SEXTANTIS — Sextante.		
(Sex, Sext).			
<b>Taurus</b> . . . . .	TAURI — Toro.		
(Tau, Taur).	$\alpha$ alfa: <i>Aldebaran</i> . . . . .	1,06	2 - 25
	$\beta$ beta: <i>Nath</i> . . . . .	1,78	2 - 34
	$\gamma$ gamma: <i>Hyadum I</i> . . . . .	3,86	2 - 24
	$\delta$ delta: <i>Hyadum II</i> . . . . .	3,93	2 - 25
	$\zeta$ zeta: <i>Tien Konan</i> . . . . .	3,00	2 - 40
	$\eta$ eta: <i>Alcyone</i> . . . . .	2,96	2 - 16
	16: <i>Celaeno</i> . . . . .	5,43	2 - 10
	17: <i>Electra</i> . . . . .	3,81	2 - 11
	19: <i>Taygeta</i> . . . . .	4,37	2 - 12
	20: <i>Maya</i> . . . . .	4,02	2 - 13
	21: <i>Asterope</i> . . . . .	5,85	2 - 14
	23: <i>Merope</i> . . . . .	4,25	2 - 15
	27: <i>Atlas</i> . . . . .	3,80	2 - 17
	28: <i>Pleione</i> . . . . .	5,18	2 - 18
<b>Telescopium</b> . . . . .	TELESCOPII — Telescopio.		
(Tel, Tele).			
<b>Triangulum</b> . . . . .	TRIANGULI — Triángulo.		
(Tri, Tria).			

<b>Triangulum</b>			
<b>Australe</b> . . .	TRIANGULI AUSTRALIS — Triángulo Austral).		
(TrA, TrAu).			
<b>Tucana</b> . . . . .	TUCANI — Tucán.		
(Tuc, Tuen).			
<b>Ursa Major</b> . . . . .	URSAE MAJORIS — Osa Mayor.		
(UMa, UMaj).			
	$\alpha$ alfa: <i>Dubhe</i> . . . . .	1,95	4 - 9*
	$\beta$ beta: <i>Merak</i> . . . . .	2,44	4 - 8*
	$\gamma$ gamma: <i>Phecda</i> . . . . .	2,54	4 - 18
	$\delta$ delta: <i>Megrez</i> . . . . .	3,44	4 - 22
	$\varepsilon$ epsilon: <i>Alioth</i> . . . . .	1,68	4 - 29
	$\zeta$ zeta: <i>Mizar</i> . . . . .	2,40	4 - 32
	$\eta$ eta: <i>Benetnasch</i> . . . . .	1,91	4 - 35
	$\iota$ iota: <i>Talitha</i> . . . . .	3,12	3 - 30
	$\lambda$ lambda: <i>Tania Borealis</i> . . . . .	3,52	4 - 3
	$\mu$ mu: <i>Tania Australis</i> . . . . .	3,21	4 - 5
	$\nu$ nu: <i>Alula Borealis</i> . . . . .	3,71	4 - 14
	$\psi$ psi: <i>Ta Isun</i> . . . . .	3,15	4 - 10
	$\omicron$ omicron: <i>Muscida</i> . . . . .	3,47	3 - 26*
	$\xi$ xi: <i>Alula Australis</i> . . . . .	d. 4,41	4 - 13
	$\delta$ -g: <i>Alcor</i> . . . . .	4,02	4 - 34
<b>Ursa Minor</b> . . . . .	URSAE MINORIS — Osa Menor.		
(UMi, UMin).			
	$\alpha$ alfa: <i>Polaris</i> . . . . .	v. 2,5-2,7	1 - 30*
	$\beta$ beta: <i>Kochab</i> . . . . .	2,24	5 - 12*
	$\gamma$ gamma: <i>Ferkad</i> . . . . .	3,14	5 - 17*
	$\delta$ delta: <i>Yildun</i> . . . . .	4,44	5 - 50*
<b>Vela</b> . . . . .	VELORUM — Vela (del Navío Argo).		
(Vel, Velr).			
	$\gamma$ gamma: <i>Al Suhail al Mulhil</i> . . . . .	2,22	3 - 23
	$\kappa$ kappa: <i>Markeb</i> . . . . .	2,63	3 - 34
	$\lambda$ lambda: <i>Al Suhail al Wazn</i> . . . . .	2,22	3 - 31
<b>Virgo</b> . . . . .	VIRGINIS — Virgen (Doncella).		
(Vir, Virg).			
	$\alpha$ alfa: <i>Spica</i> . . . . .	1,21	4 - 33
	$\beta$ beta: <i>Zavijava</i> . . . . .	3,80	4 - 17
	$\gamma$ gamma: <i>Porrima</i> . . . . .	2,91	4 - 28
	$\varepsilon$ epsilon: <i>Vindemiatrix</i> . . . . .	2,95	4 - 31
	$\eta$ eta: <i>Zaniah</i> . . . . .	4,00	4 - 24
	$\iota$ iota: <i>Syrma</i> . . . . .	4,16	5 - 14
<b>Volans</b> . . . . .	VOLANTIS — Pez Volador.		
(Vol, Voln).			
<b>Vulpecula</b> . . . . .	VULPECULAE — Zorra pequeña.		
(Vul, Vulp).			

# MEDICION DE LA DISTANCIA DE LA TIERRA AL SOL (\*)

Por HAROLD SPENCER JONES

---

**L**A distancia de la Tierra al Sol o, hablando más correctamente —ya que esta distancia es variable— el semi-eje mayor de la órbita terrestre, es la constante más importante en astronomía. No sólo determina la escala del sistema solar, sino también la del universo entero, formando parte de casi todos los cálculos sobre distancias y masas, volúmenes y densidades, ya sea de los planetas o sus satélites, ya sea de las estrellas. Cualquier error en su determinación se multiplica y se repite de muchos modos diferentes. Conseguir la medición de la distancia solar con la exactitud mayor posible es, por lo tanto, de gran importancia en astronomía, y no puede sorprender que, en el curso de los siglos, los astrónomos hayan dedicado a ella tanto tiempo y labor.

Para determinar la distancia solar existen muchos métodos distintos, los que pueden ser agrupados en tres clases principales: métodos geométricos, métodos gravimétricos y métodos que implican la velocidad de la luz. Trataré, principalmente, los métodos geométricos dependientes de la medición directa. Mas antes me referiré brevemente a los otros métodos, que son indirectos.

## Métodos Gravimétricos.

Los métodos gravimétricos dependen del hecho de que entre la distancia de la Tierra al Sol y la proporción de la masa terrestre a la del Sol existe una relación teórica. Esta relación, que implica el largo del péndulo segundero y el largo del año sideral, está determinada con gran exactitud, siendo uno de los resultados mejor establecidos de la mecánica celeste y el principio que sirve de base para la teoría lunar.

Ahora bien; el efecto perturbador de la Tierra sobre el movi-

---

(\*) Conferencia dada el 28 de enero de 1944 en la Royal Institution.

miento de un planeta cercano, tal como Marte o Venus, depende de la proporción de las masas terrestre y solar. Si, por consiguiente, se determina el efecto perturbador de la Tierra analizando el movimiento planetario, se puede deducir la distancia de la Tierra al Sol. Pero un examen más detenido revela que la masa terrestre no puede ser determinada satisfactoriamente por su acción sobre los demás planetas, porque las observaciones respectivas son afectadas por errores sistemáticos que no se dejan controlar debidamente. Cuando los errores de observación son puramente casuales o accidentales, se puede obtener una mayor precisión del valor a determinarse —en este caso, la masa terrestre o la distancia solar— aumentando suficientemente el número de observaciones. Cuando, sin embargo, todas las observaciones son afectadas de un modo similar por cierta fuente de error, existe un límite a la precisión obtenible, y ningún aumento del número de observaciones dará una precisión dentro de este límite. Las causas que limitan la precisión con la que la masa terrestre puede ser derivada de las observaciones de Venus o Marte no valen en el caso del planeta menor Eros, que tiene una órbita altamente excéntrica y una imagen asteroidal. La órbita de Eros ha sido establecida con gran exactitud y, posiblemente, la determinación más exacta de la distancia solar se deducirá un día de la masa terrestre derivada de las perturbaciones que la Tierra produce en el movimiento de Eros. Este método cuenta con el factor tiempo, y a medida que se acumulen las observaciones de la posición de Eros, aumentará la precisión de la determinación.

Otro método gravimétrico de deducción de la masa terrestre y de la distancia solar merece ser mencionado, por su interés intrínseco. Las órbitas planetarias demuestran cambios seculares lentos causados por las acciones perturbadoras que cada uno de los planetas ejerce sobre los demás. Estos cambios seculares pueden derivarse de las observaciones acumuladas de los planetas y compararse con sus expresiones teóricas que implican las masas planetarias, de modo que éstas pueden ser deducidas. Durante muchos años, una gran discordancia no explicada en el movimiento del perihelio de Mercurio constituyó uno de los problemas sobresalientes de la astronomía gravimétrica. Finalmente quedó explicada, en forma satisfactoria, por la generalización de la teoría de relatividad de Einstein. Mas había aún otra discordancia seria: la masa terrestre derivada de este modo correspondía a una distancia solar considerablemente mayor que la deducida por cualquier otro método. El que habla ha vuelto a estudiar estos cambios seculares, introduciendo todas las correcciones requeridas por la teoría de la relatividad, y la discordancia existe to-

davía. Surge, casi exclusivamente, del desacuerdo entre los movimientos observados y teóricos del nodo de la órbita de Venus. Las observaciones de los tránsitos de Venus y las observaciones meridianas de este planeta muestran aproximadamente la misma discordancia. Esta anomalía en el movimiento del nodo de Venus ha quedado sin explicación aún después de los estudios más agotadores. Como dijo el astrónomo americano Simón Newcomb: "Lo que aumenta lo embarazoso de la situación y nos impide descartar del todo la sospecha de que algún factor perturbador hubiese repercutido sobre el movimiento de Venus o que algún error teórico se hubiese introducido en el trabajo, es el hecho de que, entre todas las determinaciones de la distancia solar, ésta parece la más indudable respecto a posibles fuentes de error no descubiertas". Y en otro lugar: "Descartando acciones ignoradas y posibles defectos teóricos, me parece que el valor de la distancia solar derivado de esta investigación ofrece menos lugar a dudas, respecto a algún factor conocido, que cualquier otra determinación que pudiera hacerse". Sin embargo, las determinaciones de la distancia solar por cualquier otro método sugieren que la distancia obtenida de este modo resulta seriamente errónea.

Un tercer método gravimétrico se basa sobre la determinación de una perturbación en el movimiento de la Luna conocida por el término de "ecuación paraláctica". La acción perturbadora del Sol sobre la Luna es mayor en Luna nueva que en Luna llena, puesto que la misma se encuentra más cerca del Sol, cuando es nueva, que cuando es llena. En consecuencia, el tiempo del primer cuarto está ligeramente retardado, acelerándose algo el tiempo del último cuarto. La ecuación paraláctica implica la distancia solar, la que puede ser deducida, pues, al determinarse la ecuación paraláctica por el análisis del movimiento lunar. La determinación de esta ecuación mediante las observaciones meridianas de la Luna se presta muy fácilmente a un error sistemático, porque las observaciones deben hacerse sobre un borde de la Luna, siendo positiva la ecuación, y sobre el otro, siendo ésta negativa: Cualquier error en el semidiámetro lunar adoptado aparece casi enteramente en el valor derivado de la ecuación. Resulta mejor usar observaciones de ocultaciones de estrellas por la Luna. Cerca del primer cuarto, las estrellas desaparecen en el borde oscuro de la Luna al moverse ésta hacia el Este, con relación a las estrellas. Estas desapariciones pueden ser observadas con exactitud. Las estrellas reaparecen en el borde iluminado y, siendo muy probable que se pierdan en el brillo de la Luna en el momento de su reaparición, el tiempo casi seguramente está atrasado.

Cerca del último cuarto, las estrellas desaparecen en el borde iluminado y pueden perderse en su brillo antes del instante de la verdadera ocultación, de modo que el tiempo de desaparición observado está probablemente adelantado. Reaparecen en el borde oscuro, y el instante de la reaparición debería observarse con exactitud, siempre que el observador esté fijándose en el lugar correcto. Los errores sistemáticos así producidos pueden ser controlados descartando las observaciones en los bordes iluminados, excepto aquellas estrellas suficientemente brillantes como para ser vistas, por su brillo, con facilidad. Con precauciones apropiadas, puede hacerse una buena determinación de la distancia solar mediante las observaciones de ocultaciones.

### Velocidad de la Luz.

Entre los métodos que implican la velocidad de la luz, el primero tiene sólo interés histórico. En el año 1675, Römer había comprobado que la luz no se propagaba instantáneamente, sino con una velocidad finita. Encontró que los eclipses de los satélites de Júpiter se producían más tarde de lo que había que suponer, estando la Tierra en el lado de su órbita alejado de Júpiter, y más temprano al encontrarse en el lado cercano. La diferencia extrema del tiempo, que importa aproximadamente  $16\frac{1}{2}$  minutos, representa el tiempo que precisa la luz para recorrer el diámetro de la órbita terrestre. Como en la actualidad se conoce con gran precisión la velocidad de la luz, la distancia solar puede ser derivada de las observaciones de los tiempos de los eclipses de los satélites de Júpiter. Pero este método no permite llegar a un alto grado de exactitud.

Un método mejor nos facilita el fenómeno de la aberración descubierta por James Bradley en el año 1728. Bradley había quedado sorprendido por ciertas anomalías en sus mediciones de los lugares estelares. Las estrellas parecían estar ligeramente desalojadas de sus lugares, siempre hacia la dirección del movimiento terrestre. Bradley meditó por mucho tiempo sobre la causa de estos desplazamientos; pero por fin los explicó correctamente como debidos a la velocidad finita de la luz. La dirección en que se ve una estrella depende del movimiento terrestre y de la velocidad de propagación de la luz; y puesto que la Tierra recorre su órbita en el curso de un año, una estrella parece describir una pequeña elipse en el cielo. Los desplazamientos observados en las posiciones estelares dependen de la proporción de las velocidades del movimiento terrestre y de la luz. Esta proporción se llama la constante de aberración, la que puede ser determinada por muchos métodos de observaciones astro-

nómicas. Siendo conocida la velocidad de la luz, la constante de aberración determina la velocidad de la Tierra. Pero la velocidad de la Tierra está relacionada con el tamaño de su órbita, ya que la describe en un año  $\gamma$ , siendo conocida la velocidad, el tamaño de la órbita  $\gamma$ , por consiguiente, la distancia solar pueden ser deducidos.

Podría pensarse, pues, que gracias a las muchas determinaciones de la aberración de las estrellas, la distancia solar podría establecerse con precisión muy alta. Sin embargo, el método ofrece serias dificultades. La medición de la aberración depende esencialmente de la comparación de los lugares aparentes de las estrellas obtenidos con intervalos de alrededor de seis meses, cuando la Tierra se encuentra en los extremos opuestos de su órbita. Además, la observación debe efectuarse, durante una estación, poco después de la puesta del Sol  $\gamma$ , durante la otra, poco antes de su salida. De tal modo hay lugar para toda clase de errores molestos y de índole sistemática, dentro de los cambios diurnos y de estación. Los errores sujetos a variaciones climáticas de estación cuentan entre los más trabajosos en astronomía, siendo su eliminación prácticamente imposible. Por esta razón es preferible no usar la constante de aberración como medio de deducción de la distancia solar, sino usar la distancia solar, determinada por otros métodos, para deducir la constante de aberración.

Entre los métodos que tienden a establecer la distancia solar implicando la velocidad de la luz, el más promisorio se basa en la medición del lugar exacto de las líneas en el espectro de estrellas brillantes selectas cerca de la eclíptica. El movimiento de acercamiento o alejamiento de la Tierra respecto a una estrella modifica las longitudes de onda de las líneas espectrales provocando su desplazamiento en uno u otro sentido. Esto también lleva a la determinación de la distancia solar. Siguiendo este método, se han hecho algunas observaciones promisorias en el Observatorio del Cabo; pero para obtener un resultado exacto, se requieren observaciones, continuadas durante mucho tiempo, de una cantidad de estrellas brillantes, usando un telescopio muy grande  $\gamma$  un espectrógrafo de alta dispersión. Las muchas demandas sobre el tiempo de observación disponible en los telescopios poderosos ha impedido que este método haya sido ensayado en forma adecuada. Una dificultad del método consiste en que cualquier cambio en el movimiento de la estrella misma —como movimientos orbitales o pulsaciones de su atmósfera— también ocasiona desplazamientos de los lugares de sus líneas espectrales, y mientras éstos no pueden ser establecidos  $\gamma$  tengan un carácter accidental, la exactitud del resultado queda afectada. Hay que

tomar precauciones cuidadosas, además, para evitar desplazamientos de origen instrumental, como los causados por flexión del instrumento.

### Métodos Directos de Observación.

Llegamos ahora a la determinación de la distancia solar mediante la observación directa. Este tipo de método depende de las mediciones de ángulos. En su esencia, el procedimiento es el mismo que el aplicado por un agrimensor que mide la superficie de la Tierra por medio de la triangulación. Este empieza con una base correctamente medida y determina la distancia de un punto lejano midiendo desde cada extremo de su base el ángulo entre ella y la dirección hacia el punto alejado. Así puede calcular la distancia del punto desde cada extremo de la base. En el caso del Sol, el ángulo a medirse se llama la paralaje solar; ella representa el valor por el que el Sol, al salir o ponerse, se mueve aparentemente —con relación a un observador en la Tierra en rotación— desde su verdadero lugar en el cielo. Este ángulo de paralaje (alrededor de  $8''.8$ ) es el ángulo que subtiende el radio terrestre visto desde el Sol. Es más o menos igual al diámetro de una moneda de medio penique, vista desde una distancia de 2.000 pies. Se comprenderá que la determinación de este pequeño ángulo con una exactitud de aproximadamente una parte en diez mil, no es cosa fácil.

El Sol constituye un objeto difícil para mediciones exactas en las mejores condiciones; su gran tamaño y el efecto de su calor sobre los instrumentos usados limitan la exactitud de la medición. Si la distancia al Sol no pudiera ser determinada sino por la observación directa del mismo, sería vano esperar que se consiguiera un resultado correcto. Felizmente, ésto no es necesario. Las leyes que rigen los movimientos planetarios, establecidas por Kepler en el año 1618, permiten deducir las distancias relativas de los planetas en el sistema solar con gran exactitud, de los períodos que éstos emplean para describir sus órbitas. Por consiguiente, el sistema solar puede ser replanteado exactamente; la escala del plano queda fijada al haberse medido cualquier distancia dentro del mismo. Cuanto más pequeña la distancia, tanto más favorable son las condiciones para una medición exacta, porque el ángulo de paralaje —del cual se deriva la distancia— es mayor en relación con los errores de observación. De vez en cuando, uno que otro planeta, en su viaje interminable alrededor del Sol se acerca a la Tierra lo suficiente como para permitir que se mida la distancia solar con una exactitud razonable. Los dos planetas que, aparentemente, ofrecían el mejor re-

sultado para la medición de la distancia solar, mediante la observación directa, eran Marte y Venus. Venus se acerca más a la Tierra que Marte; su distancia menor es de 26 millones de millas mientras que Marte, en su lugar más próximo, dista  $34\frac{1}{2}$  millones de millas. Pero cuando Venus está a su distancia mínima, se encuentra entre nosotros y el Sol. Entonces se pierde en los rayos solares; y mediciones pueden efectuarse solamente cuando su órbita se encuentra directamente frente al Sol —pudiéndose observar su tránsito a través del disco solar— lo que ocurre con bastante poca frecuencia. Cada 243 años se producen cuatro tránsitos de Venus, a intervalos sucesivos de 8,  $105\frac{1}{2}$ , 8 y  $121\frac{1}{2}$  años. Hasta el presente, se han observado únicamente 5 tránsitos; a saber: el del 4 de diciembre de 1639; el del 6 de junio de 1761; el del 9 de diciembre de 1874 y el del 6 de junio de 1882. Los dos próximos se producirán el 8 de junio de 2004 y el 6 de junio de 2012. Halley ha sido el primero en afirmar que los tránsitos de Venus constituirían oportunidades favorables para la determinación de la distancia solar.

Pero la primera determinación científica de la distancia solar se hizo mediante las observaciones de Marte. La órbita de Marte es más elíptica que la terrestre, de modo que la distancia entre Marte y la Tierra puede valer entre  $34\frac{1}{2}$  y 63 millones de millas en oposición, quiere decir, cuando la Tierra se encuentra directamente entre Marte y el Sol. Las oposiciones favorables, cuando la distancia es menor, se producen a intervalos de 15 ó 17 años, en agosto. Cuando Marte está en oposición, pasa por el meridiano a medianoche, estando bien cómodo para la observación. Una oposición favorable tuvo lugar en el año 1672. El primer director del Observatorio de París, entonces recientemente terminado, Giovanni Domenico Cassini, ideó observaciones para determinar la distancia solar. Envió una expedición a Cayena para efectuar observaciones de Marte, mientras que en París se realizaban las observaciones correspondientes. París y Cayena formaban así los extremos de la base, y la distancia debía deducirse de la diferencia en la dirección a Marte, vista desde los dos lugares. Como resultado de estas observaciones, el Sol fué situado a una distancia de 82 - 91 millones de millas, con un valor probable de 86 millones de millas —valor que quedó aceptado durante aproximadamente un siglo.

La determinación de la distancia solar por medio de las observaciones de Marte, según este método, puede acarrear un error sistemático muy grave. En cada lugar de observación se determina la posición de Marte con referencia a estrellas adyacentes. El efecto de paralaje produce el desplazamiento de Marte alejándolo del cenit.

La refracción atmosférica, por otra parte, lo desplaza hacia el cenit. Mas, como esta última desplaza también a las estrellas hacia el cenit, su efecto se eliminaría si Marte y las estrellas fueran refractados en el mismo grado. Sin embargo, la refracción es mayor para la luz azul que para la roja, debido al poder dispersivo de la atmósfera. Como Marte es más rojo que el término medio de las estrellas, es desplazado, por la refracción, hacia el cenit en grado menor que el promedio de las estrellas adyacentes. He aquí que Marte, comparado con las estrellas, será, en efecto, desplazado en dirección contraria al cenit. Este desplazamiento diferencial, provocado por la dispersión atmosférica, será interpretado como efecto de paralaje. El desplazamiento paraláctico medido será, por lo tanto, demasiado grande, derivándose un valor de paralaje solar excesivo, al que corresponde una distancia solar demasiado pequeña. La distancia encontrada en el año 1672 resultó, efectivamente, demasiado pequeña en un grado apreciable.

En el año 1877, Gill emprendió una expedición a la isla de Ascensión para efectuar observaciones de Marte en oposición favorable, con el fin de determinar la paralaje solar mediante el método recomendado por Airy, el Astrónomo Real. Su principio consiste en substituir por observaciones matutinas y vespertinas sucesivas, hechas desde un mismo lugar, las observaciones simultáneas desde dos puntos diferentes, aprovechando la rotación de la Tierra para obtener la diferencia de los puntos de observación que se requiere. Gill realizó sus observaciones con un instrumento llamado heliómetro, que cuenta con un objetivo dividido en dos mitades a lo largo de un diámetro. Las dos mitades pueden desplazarse entre sí, lo que permite hacer coincidir las imágenes de dos objetos —por ejemplo Marte y alguna estrella— formadas por los dos objetivos separadamente. De la separación de las dos mitades requerida para obtener la coincidencia puede deducirse una medida exacta de la distancia angular entre los dos objetos. Gill consiguió un valor bajo para la paralaje solar,  $8''.78$ , en lugar del valor alto que había de esperarse. Newcomb, quien confrontó varias determinaciones de la paralaje solar, rechazó todas las que se basan en observaciones de Marte, con excepción de las de Gill. Este autor observó: "Podría objetarse que ella (la determinación de la paralaje solar de Gill) debería rechazarse por la misma razón, ya que el color del planeta afectaría igualmente a las observaciones con el heliómetro y a las meridianas. Sin embargo, la consideré libre de las objeciones en cuestión, por dos razones. En primer lugar, el resultado no es demasiado grande, sino, al contrario, el menor de todas las medidas exactas.

Quizás no sea del todo irreprochable el principio de que, habiendo fuertes sospechas de que un resultado esté afectado por un factor que lo hace desviar en un sentido, es lógica la conclusión a posteriori de que este factor no ha intervenido cuando la desviación se presenta en el sentido opuesto; sin embargo, he procedido basándome en él<sup>22</sup>.

La explicación del bajo valor de paralaje de Gill fué encontrada recién en el año 1924 y reviste cierto interés, porque demuestra cómo errores sistemáticos pueden entrar en tales observaciones y originar resultados erróneos. En el año 1924, en ocasión de otra oposición favorable de Marte, el que habla preparó un programa de observaciones en el Observatorio del Cabo, en el que intervinieron tres observadores, el doctor Halm, el señor Wilkin y el que habla. Estas observaciones dieron nuevamente un valor bajo de la paralaje solar, 8".76, más bajo aún que el de Gill. Obtúvose el mismo valor de las observaciones de distancias, posiciones angulares o ascensiones rectas, de modo que las observaciones eran internamente consistentes. Cuando, sin embargo, se agruparon las observaciones según el observador, resultaron diferencias sorprendentemente grandes:

Halm	.....	8".70	±0".02
Jones	.....	8".77	±0".02
Wilkin	.....	8".81	±0".02

Las diferencias eran mucho más grandes que los errores probables. No se había esperado tal resultado, por haber tomado precauciones adecuadas para salvaguardarse contra errores "personales". Ahora bien; había un solo punto en el cual diferían los procedimientos de los observadores. Junto con el heliómetro se usa una serie graduada de redes de tejido alámbrico que se pueden colocar a voluntad sobre una u otra mitad del objetivo para reducir el brillo del objeto en observación. Fué dejado al criterio de cada observador cuál de las redes debería usar bajo cada una de las posibles condiciones de observación. Halm utilizó la red más densa aún en los casos que hubieran permitido el uso de una red más abierta. Wilkin se mostró decididamente contrario al empleo de la red densa, mientras que el que habla adoptó una actitud intermedia, utilizando con preferencia redes menos densas, pero recurriendo a la red más densa cuando las observaciones se tornaban en absoluto difíciles con las demás redes. Había dos maneras de controlar la suposición de que el uso de la red más densa diese el valor menor de la paralaje solar: (a) En malas condiciones de visibilidad la imagen de una estrella se vuelve débil y difusa, en lugar de presentarse como

un punto de luz brillante, perdiéndose entonces frente al disco brillante de Marte, si no se emplea la red más densa para reducir suficientemente el brillo de Marte: de tal modo podemos esperar que resulte un valor más pequeño de la paralaje solar de las noches de mala visibilidad que de las de buena. (b) Por razones similares, debía utilizarse la red más densa con mayor frecuencia al observar estrellas débiles que brillantes, de manera que hemos de esperar, nuevamente, encontrar un valor menor de la paralaje solar en las observaciones de estrellas débiles que en las de estrellas brillantes. Estas suposiciones se confirmaron, calculándose en cada caso los desplazamientos cenitales requeridos para explicar las discrepancias observadas. Los resultados fueron los siguientes:

	<i>Desplazamiento</i>	<i>Cenital</i>	<i>Diferencia en</i>
	<i>A. R.</i>	<i>Dec.</i>	<i>Paralaje solar</i>
Jones - promedio . . . . .	+0".02	+0".04	+0".01
Halm - promedio . . . . .	-0".13	-0".14	-0".06
Wilkin - promedio . . . . .	+0".10	+0".10	+0".05
Visibilidad mala-buena . . .	-0".15	-0".16	-0".08
Estrellas débiles-brillantes	-0".13	-0".12	-0".03

La concordancia, en cada uno de los casos, de las distancias cenitales deducidas de las ascensiones rectas y de las declinaciones, demuestran concluyentemente que el fenómeno tiene su efecto máximo en dirección hacia y desde el cenit. Es un hecho bien conocido que la sensibilidad del ojo humano para los colores depende de la intensidad de la fuente de luz. Cuanto más disminuye la intensidad de la luz de Marte, tanto más se sensibiliza el observador respecto a la porción roja de su espectro, y tanto menos respecto a su porción azul. Con la red más densa, el aspecto rojo del planeta quedó, en efecto, completamente perdido. Llégase a la conclusión de que las redes utilizadas para reducir la luz del planeta, tienden a aumentar la susceptibilidad del observador por la porción refractable de la luz planetaria, desplazando, en consecuencia, el disco aparente hacia el cenit, como resultado de la dispersión atmosférica. De tal modo, en las observaciones con el heliómetro, existe una tendencia hacia un valor demasiado pequeño de la paralaje solar, resultante de las observaciones de Marte, contrariamente a lo que podría esperarse.

(Continuará).

# NOTICIARIO ASTRONÓMICO

---

*NOTAS COMETARIAS.* — Después de una temporada bien larga sin cometas, hemos pasado más bien al otro extremo, con cuatro cometas en observación —al menos teóricamente. Sin embargo, ninguno de ellos es astro vistoso.

La primera noticia en recibirse llegó el 10 de mayo y comunicó que el cometa periódico de Kopff había sido reencuentrado por el astrónomo H. L. Gielas, del Lowell Observatory, como objeto de 13<sup>a</sup> magnitud, difuso y sin cola visible, pero con una condensación central. Su posición observada fué:

1945, Mayo 7	9 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> ,2 T. U.
Asc. Recta	15 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> ,9
Declinación	— 24° 27' 21".

Este cometa fué descubierto en 1906 y había sido observado últimamente en 1939. El *Handbook* de la B. A. A. para este año trae efemérides para su búsqueda, basadas en las observaciones de la última aparición, consignando las diferencias que resultarían en cada coordenada, por un cambio de un día en el tiempo de perihelio, quedando los demás elementos de la órbita sin modificar. La discordancia entre observación y efemérides, en ascensión recta indicaría una época de perihelio 1,5 días más tarde que la calculada. En cambio, la diferencia en declinación indicaría cerca de 6 días. Este desacuerdo muestra que la trayectoria seguida por el cometa se aparta perceptiblemente de la calculada y que otros elementos además del tiempo de perihelio, necesitan corrección.

El cometa Kopff ha sido observado visualmente varias veces en La Plata, llegando a mediados de junio a décima magnitud y siendo fácilmente observable, pero no por eso dejando de ser una simple “nebulosa ambulante”.

El cometa periódico Pons-Winnecke fué reencuentrado por Bobone y Torres en el Observatorio de Córdoba, el 10 de junio a las 0<sup>h</sup> 58<sup>m</sup>,7 T. U., como objeto difuso de magnitud 12, sin cola. Su posición en aquel momento fué:

Asc. Recta	$12^{\text{h}} 55^{\text{m}},4$
Declinación	$+ 29^{\circ} 35'$

Parecería haber habido una especie de retribución de favores, pues desde el hemisferio boreal observaron un cometa en declinación austral y luego desde acá hallan el otro en declinación netamente boreal. Este cometa periódico de larga historia, y que ha sido observado en cada perihelio del presente siglo, ha ido sufriendo una modificación progresiva de su órbita, y ya no se aproxima tanto a la Tierra como en vueltas anteriores. En la aparición de 1927 llegó a ser fácilmente visible en gemelos de teatro y posiblemente a ojo libre; esta vez no es probable que pase de la décima magnitud, si bien vendrá a declinaciones australes y a posición bien favorable en ese sentido.

Nuestro consocio el señor José Galli, empleando su instrumento fotográfico instalado sobre el edificio social de la Asociación, expuso una placa sobre la región del cometa durante una hora en la noche del 13 de junio, en condiciones bastante desfavorables por la poca altura sobre el horizonte, teniendo después la satisfacción de poder identificar la imagen del cometa en su placa. En La Plata se espera hacer observaciones micrométricas visuales empezando cuando el cometa se acerca al ecuador.

El 12 de junio recibimos un telegrama comunicando que un nuevo cometa de décima magnitud había sido descubierto por Du Toit (en Sud Africa) en la noche del 9 de abril, hallándose en aquel entonces en A. R.  $10^{\text{h}} 58^{\text{m}},8$ ; Decl.  $-1^{\circ} 3'$  y teniendo movimiento hacia el sudeste, y que según Paraskevopoulos (de la estación de Harvard Observatory en Bloemfontein) era muy débil el primero de junio, hallándose en la vecindad de  $13^{\text{h}}$ ;  $-25^{\circ}$ . Es muy probable que la censura impuesta en la Unión Sudafricana por razones de la guerra, no haya permitido la salida de un telegrama en abril comunicando oportunamente el descubrimiento. Sea eso como fuere, con datos tan imprecisos y atrasados como los que recibimos, había poca esperanza de hallar el cometa, y confieso que —al menos en La Plata— no se hizo la tentativa de buscarlo, dejando que lo siguieran aquellos que ya lo tenían en observación.

Como si eso fuera poco, el 16 de junio llegó un telegrama anunciando que Du Toit había descubierto otro cometa nuevo, de décima magnitud, a las  $3^{\text{h}}$  T. U. del día 11, en A. R.  $1^{\text{h}} 8^{\text{m}}$ ; Decl.  $-20^{\circ}$ , con movimiento diario de  $-1^{\text{m}} 45^{\text{s}}$ ;  $-1^{\circ} 7'$ . Nuestro consocio el señor Jorge Bobone lo observó en Córdoba en la madrugada del 17 de junio, y lo ha de haber observado otras veces, pues después de haber

escrito los párrafos que anteceden, nos llega la comunicación de una órbita parabólica preliminar calculada por él, y cuyos elementos son:

Epoca del perihelio	1945 Mayo 17,134 T. U.
Arco del nodo al perihelio	280° 8'
Longitud del nodo	254° 18'
Inclinación de la órbita	156° 30'
Distancia en perihelio	0,9979 U. A.

Según estos elementos, el cometa se acerca a la Tierra hasta fin de junio, llegando a muy poco más de 0,3 U. A. el día 30. Esta relativa vecindad, combinada con el movimiento retrógrado, produce un movimiento aparente sumamente rápido, y en los 9 días del 26 de junio al 5 de julio cruza desde Phoenix hasta Norma, llegando casi a 70° de declinación el día 30, en la constelación Pavo. No parece probable que llegue a ser vistoso, aunque su brillo aumentará en algo.

B. H. D.

*LA ENANA BLANCA MAS DEBIL.* — Como resultado de un programa de trabajos efectuados en colaboración entre el profesor Willem J. Luyten, director del Observatorio de la Universidad de Minnesota (EE. UU.) y el astrónomo Martín Dartayet del Observatorio de Córdoba, fué descubierta la estrella enana blanca más débil conocida hasta ahora. El anuncio de este descubrimiento fué hecho con fecha 15 de junio del corriente año en una "Announcement Card" (tarjeta de anuncios) del Observatorio de Harvard, en la siguiente forma: "Los señores W. J. Luyten y M. Dartayet comunican que de una comparación de placas azules y amarillas tomadas con el reflector de 60 pulgadas del Observatorio de Córdoba en Bosque Alegre, resulta que la estrella LPM 445 = L. 38-80 situada en 12 horas 38 minutos de ascensión recta y  $-79^{\circ},6$  de declinación, de magnitud fotográfica 17,4 y movimiento propio anual de  $0^{\prime},57$ , posee un índice de color de tan sólo  $+0,2$ . Como la estrella está situada en un área fuertemente obscurecida, el índice de color real puede ser mayor, pero como una estrella cercana igualmente débil parece tener un índice de color de por lo menos 1,3 magnitudes mayor que el de la estrella de gran movimiento propio, no queda casi duda de que la última es una enana blanca, la más débil por mucho de las enanas blancas conocidas hasta hoy".

La nueva enana blanca es la undécima estrella de este tipo descubierta como resultado de la cooperación científica entre los Observatorios de Córdoba y de la Universidad de Minnesota. En este

trabajo sistemático de búsqueda, iniciado hace cinco años, fueron examinadas alrededor de 200 estrellas, la inmensa mayoría de las cuales han resultado ser —como era de esperar— enanas rojas pertenecientes a la secuencia principal en el diagrama de Hertzsprung-Russell. Además de las citadas once enanas blancas, fueron descubiertas algunas estrellas “intermedias” (más blancas que el color medio correspondiente a su luminosidad) y varias así llamadas “degeneradas” (entre 7 a 9 magnitudes menos luminosas que las estrellas de la secuencia principal del mismo color).

Sobre el conjunto de estos trabajos aparecerá en breve un artículo detallado en la revista “Astrophysical Journal” de Chicago, continuación de uno ya publicado en el número de julio de 1942.

Las enanas blancas son estrellas pequeñas pero de una enorme densidad. La primera descubierta fué el compañero de Sirio, cuya densidad se calcula en unas 200.000 veces la del agua, o sea que un litro de materia de esta estrella pesaría en la Tierra unos 200.000 kilogramos ó 200 toneladas. Después se han descubierto enanas blancas con densidades aún mayores (hasta de 36 millones en el caso de la estrella de Kuiper). El estudio de dichas estrellas es de la mayor importancia, pues la materia que las forma se encuentra en un estado de agregación desconocido en nuestro planeta, y su comprensión será de trascendencia para la interpretación del comportamiento de la población estelar. Es posible que las enanas blancas representen el final de la carrera evolutiva de las estrellas normales, como suponen algunos; también es posible que representen su comienzo.

El doctor Enrique Gaviola, director del Observatorio de Córdoba, está tratando de obtener espectros de algunas enanas blancas —tarea difícil por su escaso brillo— utilizando el gran reflector de Bosque Alegre y el espectrógrafo a red óptica construido en los talleres del Observatorio.

*M. D.*

# NOTICIAS DE LA ASOCIACION

---

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

Señor **RODOLFO DE PABLO**, empleado, Humberto I.º 832, Buenos Aires; presentado por Carlos L. Segers y José R. Naveira.

Señor **JUAN CARLOS RIGGI**, estudiante, Rivadavia 2516, Buenos Aires; presentado por Juan José Nágera y José R. Naveira.

Señor **RICARDO VIGNOLO**, ingeniero civil, Piedras 535, Buenos Aires; presentado por Carlos L. Segers y E. Rebaudi Durand.

Señora **YOLANDA C. BONNAT DE BOSIO**, profesora, Calle 1, N.º 753, La Plata; presentada por E. Loedel Palumbo y Bernhard H. Dawson.

Señor **MARCELO J. TORRETTA**, ingeniero, Río Bamba 59, Buenos Aires; presentado por Carlos Cardalda y Osear S. Buccino.

Señor **ANGEL LUIS MALATESTA**, universitario, Brasil 407, Buenos Aires; presentado por Laureano Silva y Carlos L. Segers.

Señor **NICOLÁS M. P. LANFRANCO**, observador meteorólogo, Corrientes 4778, Buenos Aires; presentado por Carlos L. Segers y José R. Naveira.

Señor **MARCOS JOSÉ PORCELLA**, estudiante, Yatay 549, Buenos Aires; presentado por Eduardo Sequeiros y Rubén B. Cornell.

Señor **FRANCISCO CHRISTEL**, empleado jubilado, Talcahuano 422, Buenos Aires; presentado por Leopoldo Sicher y Carlos Cardalda.

Señor **ANGEL D. BIANCO**, industrial, Av. La Plata 1623, Buenos Aires; presentado por Carlos L. Segers y José H. Porto.

Señora **ANA MARÍA B. DE VEGA**, Gaona 2626, Ramos Mejía, prov. de Buenos Aires; presentada por Ruth Rohpeter y Bernhard H. Dawson.

Señor **HORACIO M. RAFAEL**, profesor, San Juan 2887, Buenos Aires; presentado por Cosme Lázzaro y Carlos L. Segers.

Señor **GUILLERMO HERRNEDER**, técnico mecánico, Arenales 3598, Buenos Aires; presentado por Ana M. B. de Vega y C. L. Segers.

Señor **ANÍBAL E. GIUSTI**, Pueyrredón 1963, Buenos Aires; presentado por José R. Naveira y Carlos L. Segers.

Señor **ARMANDO DÍAZ**, estudiante, Corrientes 4610, Buenos Aires; presentado por Cosme Lázzaro y José R. Naveira.

Señor **RAÚL R. GALLARDO**, estudiante, Sapaleri 1216, Buenos Aires; presentado por E. Rebaudi Durand y Carlos L. Segers.

Señor **ROBERTO PEDRO BRAGA**, empleado, Pringles 640, Buenos Aires; presentado por Marcos J. Porcella y Eduardo Sequeiros.

Señor ENRIQUE IBÁÑEZ, escribano, Rivadavia 1934, Buenos Aires; presentado por José R. Naveira y José Galli.

Señor JUAN CARLOS PODESTÁ, médico, Cangallo 2672, Buenos Aires; presentado por Salvador F. Maldonado Moreno y Carlos L. Segers.

Señor NÉSTOR E. STELLMACHER, técnico constructor, Angel Gallardo 955, Buenos Aires; presentado por Carlos R. Eifrig y L. Silva.

Señor JUAN R. BÁSCOLO, ingeniero civil, San Martín 581, Rafaela, prov. de Santa Fe; presentado por José R. Naveira y Carlos L. Segers.

Señorita FRANCA GERHARDT, estudiante, Madero 1191, Vicente López, prov. de Buenos Aires; presentada por E. Rebaudi Durand y Angel Pegoraro.

Señorita INGRID JAHN, estudiante, 5 de Julio 1341, Vicente López, prov. de Buenos Aires; presentada por E. Rebaudi Durand y Angel Pegoraro.

Señor TITO CÉSAR OSSOLA, odontólogo, Estados Unidos 4027, Buenos Aires; presentado por Carlos L. Segers y José Galli.

#### FUNDADOR VITALICIO

Ha pasado a la categoría de *Vitalicio* el socio Fundador señor Juan G. Sury.

*CURSOS QUE SE DICTAN EN LA SEDE SOCIAL.* — De acuerdo con lo que se ha comunicado oportunamente a los señores socios, se han iniciado en la sede de la Asociación, los siguientes cursos: Matemáticas Preparatorias para Cosmografía Superior; Cosmografía; Matemáticas Elementales; Cálculo de Eclipses y Astronomía Práctica; Estudio de las Constelaciones; las cuales están a cargo de los profesores, señores Cosme Lázzaro, Eduardo A. Rebaudi, señorita Sofía Spunberg, señores Bernhard, H. Dawson y Carlos L. Segers, respectivamente.

Estos cursos cuentan con nutrida concurrencia de asociados y son seguidos con interés.

También se han iniciado los trabajos prácticos de Fotografía Astronómica, a cargo de nuestro consocio señor José Galli; los cuales tendrán lugar todos los meses, en las noches de cielo despejado y condiciones atmosféricas favorables, comenzando por la noche que corresponde al cuarto menguante de la Luna y continuando en los 10 días subsiguientes, desde las 21 horas.

LA COMISION DIRECTIVA.

# BIBLIOTECA

## PUBLICACIONES RECIBIDAS

---

### a) Revistas:

*American Association of Variable Star Observers*, Cambridge, Mass., U. S. A. - Variable Star Predictions as of March 1st, 1945.

*ANALES de la Sociedad Científica Argentina*, Buenos Aires; marzo, abril y mayo de 1945.

*ASTRONOMICAL NEWSLETTER*. (Ex *Monthly Astronomical Newsletter*; Cambridge, Mass., U. S. A. - N.º 29, February 1945: Summaries of Recent Research. - Recent Researches on the Andromeda Nebula.

—, N.º 30, March 1945: The Atmosphere of Titan. - Birkhoff's New Theory of Gravitation. - Spectra of O Stars. - Interaction between Protons and Excited Hydrogen and Helium Atoms. - Notes on Positional Astronomy.

—, N.º 31, April 1945: Year's Work at Mount Wilson Observatory. - The Spectra of Cepheid Variables. - Observation of Asteroids at the Union Observatory. - The White Dwarfs, *W. J. Lugten*.

*BOLETIN de la Academia Nacional de Ciencias*, Córdoba; XXXVII, Entregas 1.ª y 2.ª.

*BOLETIN MATEMATICO*, Buenos Aires; Nos. 242 y 243.

*BULLETIN of the New Zealand Astronomical Society*, Whangarei, N. Z., N.º 1, Variable Star Section.

*CIENCIA E INVESTIGACION*, Buenos Aires; enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio de 1945.

*CIENCIA Y TECNICA*, Buenos Aires; abril, mayo y junio de 1945.

*ESTUDIOS*, Buenos Aires; Nos. 396 y 398.

*HORIZONTES*, Buenos Aires; Nos. 28 y 29.

*IMPULSO*, Buenos Aires; marzo y abril de 1945.

*INSTITUTO Geográfico Militar Argentino*, Buenos Aires; Señales horarias radiotelegráficas, febrero, marzo y abril de 1945.

*LA INGENIERIA*, Buenos Aires; febrero y marzo de 1945.

*MEMORIAL TECNICO del Ejército de Chile*, Santiago, Chile. - La previsión del tiempo en Chile. - Problemas de la Sismología. - *F. Gun-Bayer, S. J.* - Nociones de cartografía, *G. Pomstein R.*

*MONTHLY NOTICES of the Royal Astronomical Society*, Londres, Inglaterra; 104-6, 1945. - Re-observation of the Magnitudes of the Southern Comparison Stars for Eros, *R. H. Stoy, A. Menzies*. - On the Relation of the Cape Magnitudes to the International System, *R. H. Stoy*. - The Theory of the Foucault Test, *S. C. B. Gascoigne*. - A Possible Source of Error in the Photographic Photometry of the Solar Corona, *D. R. Barber*.

*MUNDO HOSPITALARIO*, Buenos Aires; enero-febrero-marzo de 1945.

*NOTICIERO MENSUAL DE ASTRONOMIA*, Cambridge, Mass., EE. UU. de A.; Nos. 17, 23, 24, 25, 26, 27, 28 y 29.

*NOTICLARIO SOBRE FISICA*, Cambridge, Mass., EE. UU. de A.; Nos. 22, 23, 24 y 26.

*POPULAR ASTRONOMY*, Northfield, Minn., EE. UU. de A.; January 1945. - A New Copernican Era, *Editor*. - Personal Equation in Astronomy, *R. L. Duncombe*. - Distances of Planets from the Sun and of Satellites from their Primaries in the Satellite Systems of Jupiter, Saturn and Uranus, *D. E. Richardson*.

—, February 1945. - The Cause of Sun-spots, *W. A. Laby*. - Personal Equation in Astronomy (continued), *R. L. Duncombe*. - More Experimental Moon Craters, *R. D. Cooke*.

—, April 1945. - The So-called Royal Stars of Persia, *G. A. Davis*. - Clusters of Five Planets, *E. B. Weitzel*. - Easter Intervals, *W. W. Walker*.

*PUBLICATIONS of the Astronomical Society of the Pacific*, San Francisco, Cal., EE. UU. de A.; February 1945. - Meteorites: Immigrants from Space, *F. C. Leonard*. - The Evaporographic Method of Infrared Photography, *P. Swings*. - Stars Nearer than Five Parsecs, *P. van de Kamp*. - Sunspot Activity during 1944, *E. S. Mulders*.

*THE JOURNAL of the Royal Astronomical Society of Canada*, Toronto, Canadá; September 1944. - Occultations: their Prediction, Observation and Reduction, *H. Boyd Brydon*. - Distribution of Periods of Cluster Type Variables in Globular Star Clusters, *H. B. Sawyer*.

—, October 1944. - The Quebec Center of the Royal Astronomical Society of Canada, *P. H. Nadeau*. - Occultations: their Prediction, Observation and Reduction (continued), *H. Boyd Brydon*. - Absorption Line Intensities and Spectral Types for the O Stars, *R. M. Petric*.

—, November 1944. - Variable Star Observing at Montreal, *J. W. Duffie*. - The Orbit of the Spectroscopic Binary HD 179094, *E. K. Young*. - Occultations: their Prediction, Observation and Reduction (continued), *H. Boyd Brydon*. - The Stark Effect of Helium in Some B-Type Stars, *A. B. Underhill, W. Petric*.

—, December 1944. - Graphical Determination: Altitude and Azimuth of the Sun, *Clarence H. True*. - A Visit to Dunlap Observatory, *Radio Broadcast*. - Occultations: their Prediction, Observation and Reduction (concluded), *H. Boyd Brydon*.

*REVISTA de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Bogotá, Colombia; Agosto de 1944. - Mecánica Celeste. - Movimiento elíptico (Método de Jacobi), *J. Garavito Armero*.

—, Diciembre de 1944.

*REVISTA de la Liga Naval Argentina*, Buenos Aires; abril de 1945. - Labor del Observatorio Naval.

*SATURNO*, Buenos Aires; Abril de 1945.

*SCRIPTA MATHEMATICA*, Nueva York, EE. UU. de A.; X, 1-4, 1944. - The Constancy of the Velocity of Light, *V. Karapetoff*. - Maridini's Introduction to the Use of the Quadrant, *W. H. Warrell, W. C. Rufus*.

*SKY AND TELESCOPE*, Cambridge, Mass., EE. UU. de A.; April 1945. - Tonanzintla Revisited, *B. J. Bok*. Eclipse Maps and Observing Hints, *I. M. Lewis*.

—, May 1945. - The Shadow of the Moon, *J. Q. Stewart*. - The System of the Satellites of Jupiter, *G. Land*. - Why the Weather?, *M. Lockwood*.

*SOUTHERN STARS*, Wellington, Nueva Zelandia; The New Zealand Astronomical Society and Its Work. - A. Glant Telescope.

*THE JOURNAL of the Royal Astronomical Society of Canada*, Toronto, Canada; January 1945. - Arthur Stanley Eddington, *A. V. Douglas*. - The Cornwall - Massena Earthquake, September, 5, 1944, *E. A. Hodgson*. - Jupiter and Satelites I, II, III and IV during 1945, *C. E. Appar*. - Jovian Central Meridian Transit Time Errors of Satellites and their Shadows, *Hugh M. Jhonson*.

—, February 1945. - A. Political Star Chart of the Twelfth Century *W. Carl Rufus*. - July Weather Along the Path of Totality in Canada-Solar Eclipse July 9, 1945, *A. J. Connor*. - Russian Solar Eclipse Plans for July, 1945, *G. Fesenokw*. - Important Considerations in Making Reflecting Telescopes, *F. Vaughn*. - Periodicity in Population Fluctuations, *D. J. McDonald*. - The Wray Telescope of the Victoria Centre of the R. A. S. C., *K. O. Wright*.

—, March 1945. - Astronomy, Physics and Philosophy, *A. V. Douglas*.  
*VOLUNTAD*, Montevideo, R. O. del Uruguay, Diciembre 1944.

## b) Obras varias:

*ANUARIO* del Observatorio Astronómico de Madrid para 1945.

*NEW ZEALAND ASTRONOMICAL SOCIETY INC.* - The Observers Handbook for 1945.

*VARIABLE STAR NOTES* from the American Association of Variable Star Observers in 1944.

*VIGER, A.* - La Mer. - *Donación de C. L. Segers*.

*BRITTO DE MENEZES, A.* - Planisferio Celeste para o Horizonte da Bahia. Aparato y texto explicativo. *Donación del autor*.

*THE AMERICAN EPHEMERIS* and Nautical Almanac for 1946.

*GALLO, J.* - Memoria de la Observación del Eclipse Total de Sol del 25 de enero de 1944, Chiclayo, Perú, por la Comisión Científica. *Envío del autor*.

*JOSE I. MERCADO.* - Manual Teórico-Práctico para Ubicación de Lugares. Determinaciones Astronómico-Geográficas. - *Donación del autor*.

*EL BIBLIOTECARIO.*