

REVISTA ASTRONOMICA



ENERO
MARZO
1985
N° 232

REVISTA ASTRONOMICA

N° 232
Enero-Marzo
TOMO LVI

AG ISSN 0044-9253
REGISTRO NACIONAL
DE LA PROPIEDAD
INTELECTUAL N° 295486

La dirección de la Revista no se responsabiliza por las opiniones vertidas por los autores de los artículos publicados o por los datos contenidos en ellos.

Patricias Argentinas 550
1405 Buenos Aires
Tel. 88-3366.

DIRECTOR:

Sr. Carlos Manuel Rúa

SECRETARIOS:

Srta. Silvina Villegas

Srta. Glenda López de Reali

REDACTORES:

Sr. Ambrosio Juan Camponovo

Lic. Alejandro Di Baja (h)

Dr. Angel Papetti

Sr. Carlos Rúa

Sr. Mario Vattuone

Sr. Manuel López Álvarez

Srta. Adela Lucía Vázquez

Srta. Patricia Olivelli

TRADUCTORES:

Lic. Alejandro Di Baja (h)

Dr. Angel Papetti

Sr. Mario Vattuone

Prof. Mónica Silvia Ugobono

DIAGRAMACION:

Sr. René Marcelo Sourigues

Sr. José María Cavalchini

Srta. Patricia Olivelli

CANJE:

Sr. Ariel Otero Estrada

EFEMERIDES:

Ing. Cristián Rusquellas

COMISION DIRECTIVA

PRESIDENTE:

Ing. Cristián Rusquellas

VICEPRESIDENTE:

Cont. Claudio Horacio Cuello

SECRETARIO:

Prof. Luciano Ayala

PRO-SECRETARIO:

Sr. Alejandro Blain

TESORERO:

Sr. Eduardo De Tommaso

PRO-TESORERO:

Ing. Benjamín Trajtenberg

VOCALES TITULARES:

Sr. Carlos M. Antonioli

Srta. Flora Beatriz Clauré

Sr. Roberto Remi Frommel

Sr. Mario Vattuone

Sr. Ariel Otero Estrada

Sr. Carlos Manuel Rúa

VOCALES SUPLENTE:

Sr. Bernardo Lupiañez

Lic. Alejandro Di Baja (h)

Srta. Liliana Graciela Quarleri

COMISION REVISORA

DE CUENTAS:

Cont. Salvador Antonio Farace

Sr. Carlos E. Gondell

Sr. Augusto Osorio

Impreso en:

Agencia Periodística CID

Avda. de Mayo 666, 2°. Bs.As.

Tel. 30-2471

Tel. 30-2471

CORREO ARGENTINO SUC. 5 (B)	FRANQUEO PAGADO Concesión N° 2926
	Tarifa Reducida Concesión N° 18

REVISTA ASTRONOMICA



Fundador: CARLOS CARDALDA

Organo de la Asociación Argentina

Amigos de la Astronomía

SUMARIO

BERNHARD SCHMITH por Freimut Borngen	Pág. 2
COMETAS Y COMO BUSCARLOS por John E Bortle	Pág. 8
HISTORIA DE LA ASTRONOMIA por Miguel Ruffo	Pág. 12
LA LEY DE TITIUS BODE por Damián Zanette	Pág. 14
MICROCOMPUTACION Y ASTRONOMIA conducido por la Subcomisión de Cálculo	Pág. 17
ACTIVIDADES OBSERVACIONALES	Pág. 20
NOTICIERO ASTRONOMICO por Mario Vattuone	Pág. 20
INDICE GENERAL AÑO 1985	Pág. 24

Nuestra
Tapa
**NEBULOSA DE
ANDROMEDA**
(M 31, NGC 224). Esta
nebulosa es uno de los
objetos más
fotografiados. Junto
con las dos Nubes de
Magallanes, es nuestro
vecino inmediato en el
Universo. La luz tarda
unos 2,2 millones de
años en llegar a la
Tierra. Foto obtenida
con una cámara
Schmidt de la casa
VEB Carl Zeiss JENA
(ver artículo Bernhard
Schmidt).



Bernhard Schmidt

Como padre del telescopio reflector exento de coma Con motivo del 50 aniversario de su fallecimiento

por Freimut Börngen
Observatorio Karl Schwarzschild, Tautenburgo/Jena

Reproducido de "REVISTA DE JENA"

El 30 de marzo de 1979 hubiera cumplido 100 años un genial óptico alemán - BERNHARD SCHMIDT. No se ha prestado mucha atención a este aniversario, ni siquiera en el mundo de la astronomía. Nosotros lo aprovechamos para ofrecer a nuestros lectores algunos datos de la vida de este ilustre hombre, que en los círculos especializados del mundo entero llegó a ser conocido como padre del telescopio reflector exento de coma. El "telescopio de Schmidt" constituye un valioso enriquecimiento de la técnica de observación astronómica. En el presente artículo, expondremos las múltiples posibilidades prácticas de este instrumento y la importancia que al mismo corresponde en la astronomía moderna. Hemos sido testigos en las décadas pasadas de un desarrollo explosivo de la investigación astronómica, al cual ha contribuido no poco la astronomía con telescopios de Schmidt.

Algunos datos biográficos

BERNHARD SCHMIDT nació en 1879, como hijo de un pescador, en la isla de Nargen en la entonces Estonia. Debido a un accidente perdió ya en la tierna infancia su mano derecha. Asombra sobremanera que precisamente un hombre en estas condiciones se hiciera un nombre en su vida posterior por la extraordinaria sensibilidad de la mano que le quedaba y por su enorme destreza artesanal. Después de estudiar durante breve tiempo en Göteborg, se trasladó con 22 años a Mittweida, Sajonia, para cursar estudios en la Escuela Técnica local, pero sin concluir la carrera. En Mittweida fijó su residencia, montando un taller óptico muy modesto según las escalas actuales. El período más largo de su vida, de 1901 a 1927, lo pasó trabajando en aquella ciudad.

Debido a su sorprendente habilidad arte-

sanal, sobre todo en la confección de espejos astronómicos, que alcanzaron una perfección hasta entonces inigualada, recibió pronto una alta estima en los medios competentes. Contribuyó a su fama, por ejemplo, el retoque, realizado en 1905, del objetivo refractor visual de 50 cm (Steinheil) para el Observatorio Astrofísico de Potsdam, en el que acertó de forma admirable. Desde 1927 hasta el fin de su vida, SCHMIDT fue colaborador voluntario del Observatorio de Hamburgo-Bergedorf, en donde murió el día 1° de diciembre de 1935.

La obra de BERNHARD SCHMIDT destaca por una asombrosa riqueza de ideas, que se refleja en multitud de instrumentos de gran precisión diseñados y construidos por él mismo, por ejemplo, para el seguimiento del telescopio. También actuó con éxito en otros campos científico-técnicos. Una vez que se había fijado una cierta meta, mostraba una constancia y tenacidad notables hasta conseguir su realización. Fue un entusiasta observador astronómico, no en último lugar para probar los sistemas ópticos que acababa de confeccionar. Sencillo y modesto en su modo de ser, vivió solitario durante toda su vida, reservado frente a la mayor parte de sus conciudadanos. Esta es también la razón de que no se conozcan muchos datos exactos sobre su vida, durante cual permaneció soltero.

Remate de su obra

El deseo que le fue transmitido a SCHMIDT hacia 1925 por el Observatorio de Bergedorf, de crear un sistema óptico de distancia focal muy corta y con una abertura relativa mínima de 1:2 y un gran campo visual, llevó a la construcción de un novedoso telescopio reflector exento de coma, el "telescopio de Schmidt". La genial invención de

este tipo de instrumento, que utiliza al mismo tiempo superficies reflectoras y refringentes, constituye el remate de su obra.

Como punto de partida eligió SCHMIDT un espejo esférico con un diafragma de abertura en el centro de curvatura ($= 2f$) para evitar el coma y el astigmatismo. A fin de eliminar la aberración esférica residual, se le ocurrió emplear como diafragma de entrada una lámina correctora ligeramente curvada (a modo de resaltes circulares). El anverso de esta "lámina de Schmidt" es una cara plana, mientras que el reverso es una cara esférica fuertemente deformada, que en el centro tiene forma plano-convexa y hacia el borde plano-cóncava. De esta manera los rayos próximos al eje del haz son convergidos un poco, mientras que los más alejados son algo divergidos. El cuerpo tubular está obturado por la lámina de Schmidt, con lo que se suprime en gran medida la circulación de aire dentro del tubo.

La superficie focal es una superficie esférica concéntrica hacia el espejo esférico, que tiene como radio la distancia focal. Placas fotográficas delgadas pueden adaptarse a esta superficie curvada con ayuda de un elemento de curvatura correspondiente. El campo visual sólo está limitado por el hecho de que el chasis que va montado en la trayectoria de rayos entrante entre el espejo y la lámina correctora, no puede tener el tamaño que se quiera a causa de la disminución de la intensidad hacia los costados.

Ya el primer instrumento fabricado según este principio hacia 1930 y reproducido en la figura 1 (lámina de Schmidt $d = 36$ cm, espejo $D = 44$ cm, abertura relativa 1:1,75, campo visual $D = 16^\circ$), ponía de manifiesto la extraordinaria importancia de este sistema óptico para la práctica astronómica. Un segundo telescopio de mayor tamaño

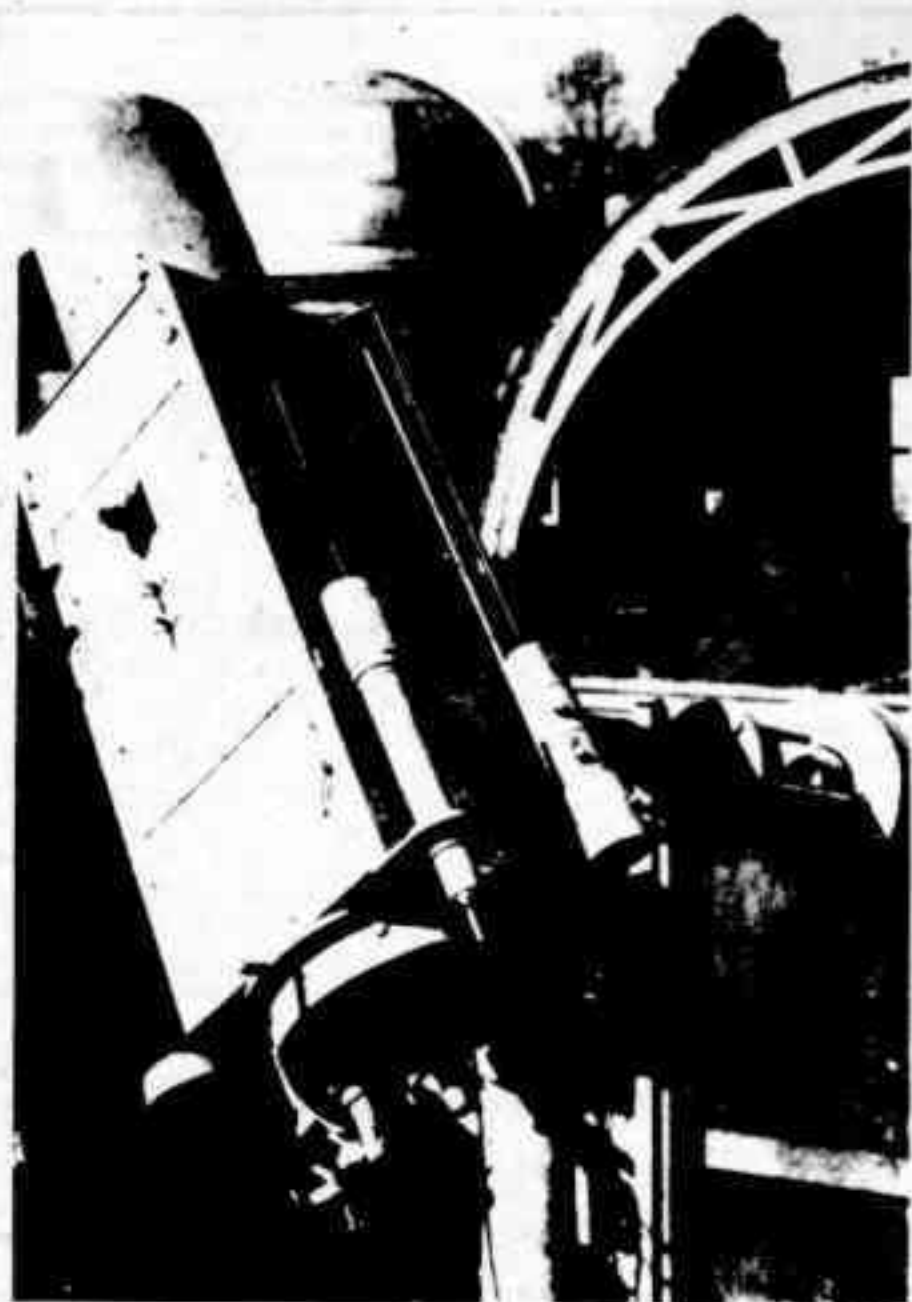


Fig. 1: Primera cámara de Schmidt instalada en Hamburgo-Bergedorf (hacia 1930). El instrumento fue trasladado a África en 1962 y montado en el Observatorio de Boyden (latitud geográfica - 29°).

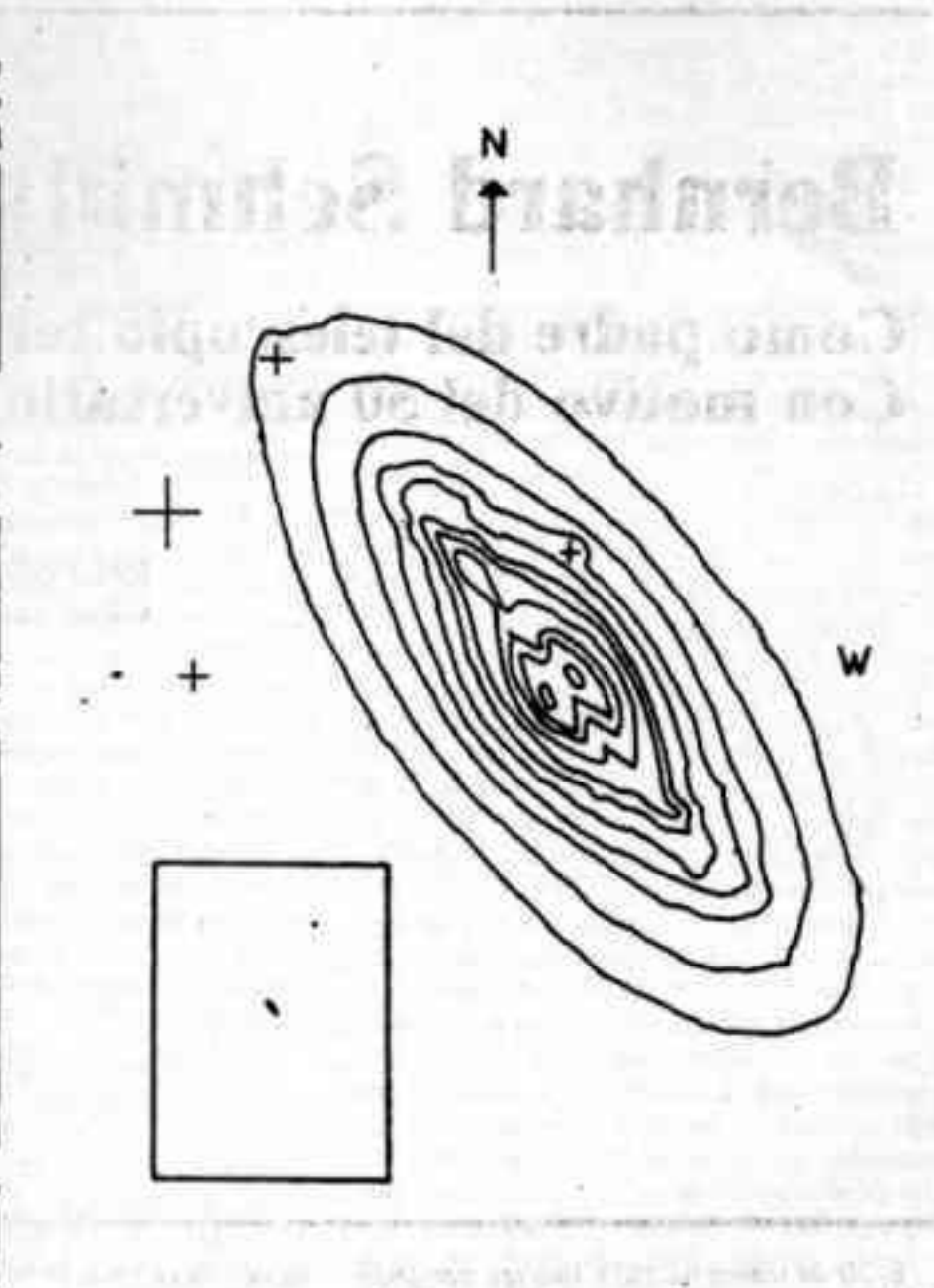


Fig. 2: Galaxia NGC 5666. Abajo a la izquierda, un pequeño detalle de una placa de Tautenburg en el sistema B (1 mm = 67"5). Arriba a la derecha, un equidensitograma de la galaxia confeccionado por W. HÖGNER, ampliado 32 veces (1 mm = 2"11). La capa

de polvo que en los grupos centrales hay a lo largo del eje grande y simétricamente al núcleo sólo puede apreciarse en la representación equidensitométrica. Las cruces señalan la posición de estrellas.

($D = 60$ cm, $f = 300$ cm) confirmaba poco después todos los resultados. El gran mérito de SCHMIDT no consiste sólo en haber desarrollado la idea para este sistema óptico, sino también en haber detallado y experimentado una técnica muy ingeniosa para la confección práctica de la lámina correctora, que consiste en el esmerilado por un lado del disco combado por encima de un espacio con aire rarificado.

El telescopio de Schmidt ha pasado posteriormente por numerosas variantes ópticas. Los intentos de mejorar el sistema clásico se referían a la introducción de una lente aplastadora plano-convexa para eliminar la curvatura del campo visual, así como a los esfuerzos por reducir la longitud del telescopio. Por eso la lámina de Schmidt ha sido reemplazada por una gruesa lente de menisco (telescopio Maksutov), mientras que en el super-Schmidt se trabaja con lámina correctora y lente de menisco. No entraremos aquí en detalles.

Ventajas y limitaciones del "telescopio de Schmidt"

De sensacional frente a todos los telescopios reflectores construidos hasta entonces puede calificarse el gran campo angular que la cámara de Schmidt abarca en la bóveda celeste. Mientras que los aparatos anteriores

tenían un campo visual útil de unos 20', en el nuevo telescopio había una imagen de nitidez microscópica aun a la distancia de 8" del eje óptico. Aun cuando en la práctica los telescopios de Schmidt no se construían con campos visuales tan grandes - los campos del Schmidt de Tautenburg y del Mt. Palomar son, respectivamente, de 11,6 []° y 42,3 []°, frente a 0,1 []° del telescopio de 5 m sobre el Monte Palomar en el foco primario - la ganancia en superficie es, sin embargo, muy considerable. Esta ventaja se demuestra con la comparación siguiente. Con el Schmidt del Palomar se llevó a cabo una inspección (survey) que cubría todo el cielo norte y parte del sur hasta la declinación - 33° en dos gamas de colores, sobre emulsiones sensibles al azul y al rojo. Para esta operación, conocida con el nombre de Palomar Sky Survey, fueron necesarios un total de 935 pares de placas de alta calidad. El survey duró en total 7 años. Si se quisiera confeccionar un atlas de este tipo con el telescopio de 5 m, se necesitarían varios miles de años.

Otra ventaja del telescopio de Schmidt son las imágenes estelares, que son perfectamente circulares hasta los bordes del campo visual y que se caracterizan, al contrario de lo que pasa con el espejo parabólico clásico, por una distribución de luz simétrica. Este

último aspecto es importante para trabajos fotométricos y astrométricos. Además, la cámara tiene una gran luminosidad y una considerable pureza cromática. Las aberturas relativas se sitúan por lo general entre 1:2 y 1:3. De esta forma, los tiempos de exposición para las placas fotográficas son relativamente cortos. El telescopio funciona con especial economía en el tiempo y rapidez. En un tiempo de observación dado puede obtenerse, si se compara por ejemplo con un telescopio f/10, un número mucho mayor de placas. A la inversa, la gran abertura relativa para conseguir grandes alcances exige un cielo lo más oscuro posible, no clareado por poblaciones, y por consiguiente un lugar de instalación apropiado.

Investigaciones más precisas realizadas en el Schmidt del Palomar y en el de Tautenburg en diferentes zonas espectrales, han puesto de manifiesto que la lámina correctora, que corresponde a una lente, posee una aberración cromática despreciable. Es decir, la reunión de los rayos es óptima tan sólo en una determinada región espectral, que puede definirse de antemano. De acuerdo con la posición de este óptimo, el empleo de una cámara de Schmidt es más ventajoso en la región espectral azul o en la roja. Para algunos problemas, la escala relativamente pequeña de la placa fotográfica tiene un

efecto adverso. Dicha escala está condicionada por la distancia focal relativamente pequeña, siendo de 51"/mm en el Schmidt de Tautenburg. Si en el campo visual hay estrellas muy brillantes, aparecen grandes reflexiones perturbadoras simétricamente al centro de la placa, reflexiones que se producen sobre todo en el reverso de la lámina correctora. En el caso de fotografías con exposición prolongada, a grandes distancias cenitales comienza a manifestarse el efecto de la refracción atmosférica diferencial. Sin embargo, los dos últimos efectos tienen una importancia secundaria.

La limitación más grave para un telescopio de Schmidt estriba en el hecho de que se le ponen límites en relación con la apertura. Hasta ahora no existe ningún telescopio con un diámetro efectivo de la lámina correctora superior a 134 cm. Debido a las crecientes dificultades técnicas, este límite no puede ser sobrepasado mucho, a no ser que en el futuro se logre construir una cámara de Schmidt de espejos múltiples, análoga a la del telescopio multi-mirador que hay en el Monte Hopkins (EE.UU.). Este último se compone de seis espejos con una apertura de 1,80 m cada uno, cuya integración corresponde aproximadamente a un espejo de 5 m. Con el Schmidt de 134 cm pueden alcanzarse todavía, utilizando placas fotográficas clásicas, objetos de 21^m5 en la región espectral azul, y de 20^m5 en la roja. Pero hay otros tipos de telescopio que permiten aperturas aun mayores. Citaremos el telescopio de 6 m en Selentchuk (U.R.S.S.), el de 5 m del Monte Palomar (EE.UU.), los dos espejos de 4 m del Kitt Peak (Arizona, EE.UU.) y del Cerro Tololo (Chile), el espejo de 3,9 m de Siding Spring (Australia), los dos espejos de 3,6 m de La Silla (Chile) y de Mauna-Kea (Hawái). Algunos de estos telescopios poseen una óptica según RITCHIEY-CHRETIEN.

Los telescopios señalados tienen un alcance varias magnitudes mayor, por lo que permiten una visión mucho más profunda en el espacio exterior. Gran número de modernos problemas sólo pueden encomendarse a grandes telescopios de este tipo, como por ejemplo la selección de galaxias muy débiles y la localización de cúmulos de galaxias debísimos y muy alejados. Los mayores telescopios de Schmidt permiten distinguir sobre placas sensibles al azul estrellas y galaxias hasta sólo 19^m y detectar desplazamientos hacia el rojo hasta $z = 1,2/\lambda_0 = 0,2$. Pero para deducir la función de luminosidad de las galaxias y la relación de desplazamiento al rojo/brillo, así como para problemas cosmológicos, se precisan datos de mayor alcance aún.

Los emplazamientos de los grandes telescopios de Schmidt

El espejo de Schmidt experimentó rápida-

mente una difusión por todo el mundo. Hoy día, no sólo se encuentra en todos los Observatorios importantes, sino también donde se requieren sistemas ópticos luminosos y con gran campo visual, por ejemplo, en espectroscopia, en el convertidor de imágenes y en los objetivos de microscopio. En la tabla 1 están recopilados todos los grandes telescopios de Schmidt, con aperturas desde 100 cm, que se están utilizando actualmente en el mundo, ordenados según la fecha de su entrada en servicio.

d, D y f en las columnas 4 a 6 representan los diámetros de la lámina correctora y del espejo, así como la distancia focal del espejo, respectivamente. La mayor cámara de Schmidt del mundo sigue siendo la del Observatorio Karl Schwarzschild, de Tautenburg. Este aparato, construido en VEB Carl Zeiss JENA, cuenta ya con 20 años de existencia. De la tabla se desprende que 7 del total de los 8 mayores telescopios de Schmidt han sido instalados en los últimos 20 años. El telescopio de Schmidt y la investigación con el mismo, evidentemente hasta en nuestros días tienen una alta significación entre el gran número de otros tipos de instrumentos existentes. Sobre todo la nueva generación de los sistemas Ritchey-Chretien (telescopios RCC) tiene un gran porvenir.

Señalaremos en especial la puesta en servicio de tres grandes instrumentos a comienzos de los años 70 cerca de la zona ecuatorial o en el hemisferio sur, en una latitud geográfica de +9°, -29°, -31°. El hemisferio sur ha estado durante mucho tiempo relegado a segundo lugar por lo que a las observaciones astronómicas se refiere. Objetos de gran interés, como las dos nubes de Magallanes, la parte sur de la Vía Láctea y el centro galáctico, gran número de cúmulos de estrellas abiertos y esféricos, carecían de la debida investigación. Tampoco podía seguirse el uno u otro cometa o planeta débil de interés en la mecánica celeste, cuando su órbita pasaba en altas declinaciones sur. Esta situación ha mejorado considerablemente con la instalación de los nuevos telescopios. El instrumento de Siding Spring es casi una copia exacta del "Big Schmidt" del Monte Palomar. Mientras que el Schmidt de 1 m de Chile pertenece al European Southern Observatory (ESO), el Schmidt de 1,22 m de Australia es entretenido por el Science Research Council (RSC) del Reino Unido. El primer gran programa de observación para los dos últimos instrumentos citados consiste en una cobertura completa de todo el firmamento sur con $\delta < -20^\circ$ en dos colores (ESO/SRC-Sky-Survey), de forma análoga al Palomar-Sky-Survey, efectuado de 1950 a 1957. Particularmente productivos son los Observatorios en los que espejos de Schmidt de grandes dimensiones trabajan en unión de otros grandes telesco-

pios (Palomar, Cerro Tololo, La Silla, Siding Spring).

La gran importancia atribuida al telescopio de Schmidt se pone de manifiesto también en que para los años 80 está proyectada una operación Schmidt espacial, además del empleo de un gran telescopio espacial (espejo Cassegrain de 2,4 m). Un Schmidt f/3 de 75 cm con un campo visual de 5' va a ser puesto en órbita con un remolque espacial (space shuttle) y montado en un "spacelab". Trabaja especialmente en el U.V. lejano, inaccesible desde la superficie terrestre, a longitudes de onda de 1250 Å hasta 1900 Å, e irá provisto de una cámara electronográfica. Con una exposición de 5 ó de 30 min se espera un valor límite de $m_V = 24$ ó de $m_V = 26$, respectivamente. Durante una primera misión a bordo del "spacelab", de 7 días de duración, se dispondrá de un tiempo de exposición de unos 9000 min. En el tiempo en que la trayectoria está en la sombra de la Tierra, pueden obtenerse 100 exposiciones de largo alcance de 30 min, y en el resto del tiempo 400 exposiciones de 5 a 10 min. De esta forma puede cubrirse aproximadamente entre el 5 y el 20% de la bóveda celeste. Otras misiones están proyectadas para el futuro posterior.

El telescopio de Schmidt como colector de datos fotográficos

Una cámara de Schmidt es comparable a un aparato fotográfico con objetivo gran angular. El detector es una placa fotográfica. Utilizando diferentes emulsiones y filtros de vidrio coloreado, que no dejen pasar la luz incidente por encima o por debajo de una determinada longitud de onda límite, se puede trabajar en zonas espectrales de diferentes anchuras de banda (de varios 100 Å). Recientemente, se usan también filtros interferenciales con bandas más estrechas, con los que se consigue obtener una información adicional en el plano astrofísico. Para las fotometrías multicolor se utiliza preferentemente el sistema UBV ó el RGU.

Aunque las técnicas electron-ópticas están actualmente en rápido progreso dentro de la técnica de observación, la placa fotográfica continúa siendo un detector bidimensional de suma utilidad para el registro y almacenamiento de datos, entre otras razones, por el largo tiempo de integración que la misma permite. A ello contribuyen en gran medida su manejo sencillo y su precio relativamente bajo. Su uso en el telescopio sólo exige un pequeño coste extra, si se compara con otros detectores modernos. Si bien la placa fotográfica posee un rendimiento cuántico muy pequeño de sólo el 0,1 al 1%, mostrando además en el caso de exposiciones largas un error de reciprocidad, hasta ahora es el de-

Tabla 1

Lugar de instalación	País	Año	d	D	f	Latitud geográfica
Monte Palomar	EE.UU.	1948	122	186	305	+33'
Tautenburg	RDA	1960	134	200	400	+51'
Björkåsen	URSS	1961	100	150	213	+40'
Kvistaberg/Uppland	Suecia	1962	100	135	300	+60'
La Silla/ESO	Chile	1972	100	162	306	-29'
Merida	Venezuela	1973	100	150	300	+9'
Siding Spring-SRC	Australia	1973	122	183	307	-31'
Tokio	Japón	1976	105	150	330	+36'

lector de radiación de mayor difusión, que tampoco será reemplazado en un futuro próximo. Últimamente ha podido mejorarse también la calidad de las emulsiones fotográficas por lo que a sensibilidad, resolución y otros parámetros se refiere. Las placas fotográficas permitirán registrar en el futuro brillos aun más débiles y más detalles en objetos extendidos.

Por otro lado, las placas fotográficas son también origen de gran número de dificultades. En cierta medida el velo de las mismas se muestra contraproducente. La radiación no deseada, p. ej., de la luz del cielo nocturno, se superpone como ruido considerable a la señal emitida por el objeto. Con ello se impone un límite a la detección de fuentes cósmicas débiles. Entre la radiación y el tiempo de exposición no hay ninguna relación lineal. Por ello la deducción de resultados cuantitativos exactos es complicada y cuesta mucho tiempo. Son de temer los defectos en las placas, como las estrellas "artificiales". Si bien las placas pueden confeccionarse con relativa uniformidad a lo largo de grandes áreas de hasta 35 cm x 35 cm, presenta dificultades el suministro de emulsiones del mismo tipo, siempre con características constantes. Diferentes lotes de una misma emulsión suelen presentar notables diferencias.

Nuevos métodos de laboratorio han traído consigo una mejora adicional en la extracción de la información a partir de las placas fotográficas. Citaremos la superposición (autocorrelación) de varias placas del mismo campo, que produce la homogeneización de su velo y, en último término, el aumento del alcance límite. El control del contraste fotográfico hace variar las gradaciones de intensidad de objetos extendidos de grandes alcances densitométricos en favor de finísimos detalles latentes, los cuales se destacan ahora con mucha mayor claridad. El método de la equidensitometría, fácil de manejar y ahorrador de tiempo, permite describir por vía isofotométrica todo el alcance densitométrico de objetos extendidos. Esto ocurre, sobre todo, con los límites extremos cerca del velo de las placas y con regiones de ennegrecimiento máximo, como los núcleos de cometas y de galaxias. Incluso en los objetos pequeñísimos pueden llevarse a cabo observaciones estructurales. Una sola copia proporciona además una isofoto, a un determinado ennegrecimiento, para todos los objetos situados sobre una placa. En la figura 2 (pág. 10) se presenta un ejemplo.

Con telescopios de Schmidt de grandes dimensiones pueden registrarse, bajo buenas condiciones atmosféricas, las imágenes de 10^4 estrellas y más hasta la magnitud 21^m - 22^m , y de un número muy grande de galaxias, generalmente muy débiles, de hasta 18^m - 19^m con un tiempo de exposición de 30 min. Al utilizar un prisma-objetivo colocado delante de la placa de Schmidt o, como ocurre en Tautenburgo, una "lámina correctora prismática", se registran sobre una sola placa fotográfica aproximadamente

10.000 espectros de hasta 15^m
(dispersión 500 Å/mm en H_γ).
100.000 espectros de hasta 18^m
(dispersión 2500 Å/mm en H_γ).

De esta forma los telescopios de Schmidt figuran entre los colectores de información

más eficaces y de mayor éxito de que se dispone, siendo un importante e imprescindible medio auxiliar en la exploración astronómica. Con su ayuda es posible seleccionar, de entre la multitud de objetos que hay en el cosmos, aquellos de verdadero interés, p. ej. las galaxias Markarian y Seyfert, así como los cuasares, que luego se estudian más detenidamente por vía espectrográfica con reflectores aun mayores.

El telescopio de Schmidt con prisma-objetivo

La dotación de los telescopios de Schmidt con uno o varios prismas-objetivo de diferentes ángulos ha hecho aun mayores sus posibilidades prácticas. Esta técnica de observación se ha ganado un importante puesto específico dentro de la espectroscopia. Sirvió primero para el análisis espectroscópico de estrellas, pero últimamente ha llevado a un enorme auge de la ciencia astronómica en el campo de la exploración extragaláctica, por ejemplo, a través de los trabajos de inspección de MARKARIAN, quien ha podido descubrir más de mil galaxias de líneas de emisión azules. El ángulo de vértice del prisma y la distancia focal del telescopio determinan en primer lugar la dispersión. Mediante la introducción de sistemas ópticos transparentes al UV se ha hecho posible el estudio de objetos del primer tipo espectral. Puesto que, al contrario de los espectrógrafos convencionales, no hay rendija, la resolución de los espectros depende directamente del "seeing" y de la calidad del mecanismo de seguimiento del telescopio.

El método del prisma-objetivo ofrece sobre la espectroscopia de rendija la ventaja de que los espectros se obtienen simultáneamente para todos los objetos. Frente a la espectroscopia de rendija de una estrella aislada, el método es mucho más efectivo, ya que las pérdidas de luz en el sistema óptico, y muy en especial en la rendija, son mucho más grandes. Con el prisma-objetivo pueden obtenerse todavía espectros de objetos cuya observación es difícil, o incluso imposible, con un espectrógrafo de rendija adosado a un telescopio de dimensiones similares.

Un inconveniente es que la resolución espectral es menor que en el espectrógrafo de rendija. Las velocidades radiales no pueden derivarse en absoluto, o sólo con mucha dificultad. En campos estelares muy densos existe el peligro del solape, con lo que se perjudica la visibilidad. En la práctica, los dos métodos espectroscópicos se complementan muy bien. Los espectros de prisma-objetivo son más útiles para la selección y para problemas de la estadística estelar, mientras que los espectros de rendija lo son para estudios de precisión.

Algunos aspectos de la astronomía con telescopios de Schmidt

Debido al gran número de objetos diferentes que hay sobre una sola placa, puede usarse una sola placa para programas de exploración totalmente diferentes. Por eso se ha dedicado mucha energía científica a la interpretación de las placas. Las posibilidades de trabajo son de una enorme variedad. Las placas de Schmidt sirven, por un lado, para la identificación y, por otro, para estu-

dios fotométricos y estadísticos, pero también para estudios astrométricos. Según el tipo de objeto, sean estrellas sean objetos extendidos, se distingue entre fotometrias de fuentes puntuales y extendidas. Últimamente se hace uso creciente, tal como se ha señalado, también de métodos equidensitométricos para el estudio de objetos.

Una atención particular se presta a la calibración fotométrica de las placas. Esta se realiza, por una parte, mediante escalas fotoeléctricas, que existen para las estrellas más débiles (aproximadamente a partir de la magnitud 15), aunque no en número suficiente; por esta razón también se utilizan prismas auxiliares acromáticos, divisores de imagen, que permiten transmitir una escala de estrellas brillantes a otras más débiles. Se trabaja generalmente con una constante de prisma de 3 a 4^m . Aplicando el procedimiento en dos pasos consecutivos, puede explorarse, sin más requisitos, un intervalo de brillos desde la magnitud 15 hasta la 21. Por otra parte, los brillos de superficie se calibran a menudo con cuñas de ennegrecimiento calibradas en intensidades.

Otro problema radica en la extracción rápida y completa de la información. Para tal fin se ha diseñado ya en fecha anterior toda una serie de valiosos aparatos analizadores que, no obstante, consumen mucho tiempo y sólo tratan una fracción de los datos almacenados. Mediante la introducción de las más modernas máquinas automáticas de medición de placas, en combinación con ordenadores complejos que clasifican y tratan el gran flujo de datos, se ha iniciado actualmente un cambio revolucionario en la astronomía con telescopios de Schmidt. Dichos fotómetros bidimensionales, de gran tamaño y altamente especializados, en algunos lugares trabajan con gran éxito. Particularmente útiles son los microfotómetros con ordenador para espectrogramas a prisma-objetivo, si se les encomienda la clasificación espectral totalmente automática de los objetos.

Si se tienen en cuenta los posibles programas de observación, cabe distinguir, en forma algo simplificada, entre dos clases diferentes:

1°) **Surveys:** Cubren una parte del cielo en uno o varios colores sobre astrografías directas (Schmidt normal) o sobre placas a prisma-objetivo ("survey" espectral). Preferentemente sirven para localizar, clasificar y catalogar objetos de características determinadas, como las estrellas Wolf-Rayet ó T Tauri, estrellas de carbono o M, objetos azules o galaxias activas.

2°) **Observaciones aisladas dirigidas:** Se centran en proyectos astrofísicos especiales en campos seleccionados, p. ej., cúmulos de estrellas, nebulosas planetarias, nubes de materia interestelar, galaxias aisladas o cúmulos de galaxias. Los campos se toman generalmente repetidas veces a fin de comprobar la exactitud interna de los datos fotométricos cuantitativos o de estudiar objetos variables.

Las cámaras de Schmidt se utilizaban al principio, con preferencia, para el estudio de la estructura del sistema de la Vía Láctea y de sus subsistemas. En primer plano figuraba el estudio de cúmulos galácticos, la distribución de las estrellas en el disco ga-

láctico y en el halo (población de disco y de halo), el estudio de la estructura espiral y del enrojecimiento interestelar (distribución del polvo, exceso de color). Teniendo estos en cuenta, pueden determinarse brillos estelares absolutos. La aplicación del método de la fotometría tricolor lleva a la construcción de diagramas color-brillo y de dos colores (FHD, ZFD), haciendo posible una grosera clasificación espectral. También permite aclarar cuestiones de la composición estelar y de las poblaciones. Físicamente, se trabaja sobre todo con dos magnitudes: la discontinuidad Balmer de los átomos de hidrógeno y la depresión general en el UV producida por la acumulación de líneas de metales de ciertas estrellas.

Exploración extragaláctica con telescopios de Schmidt

Hasta 1950, casi toda la exploración extragaláctica hacia uso exclusivo de reflectores de grandes dimensiones. Se tenía la idea de que sólo el 10% de todas las galaxias formaba parte de cúmulos grandes y el 90% restante se le suponía en un campo más o menos amorfo. Esto ha cambiado radicalmente gracias al empleo de los grandes reflectores de Schmidt. Durante las dos últimas décadas, la exploración extragaláctica se ha desplazado a escala mundial al centro de la exploración. Súbitamente ha crecido el interés por los grandes telescopios de Schmidt, los cuales penetran en las profundidades del espacio y permiten estudiar la distribución de las galaxias como miembros de su entorno. Se puede, por lo tanto, hablar de una nueva era de la astronomía de Schmidt.

Amplios programas de observación se utilizaron para la fotometría de galaxias próximas, recuentos de galaxias y el estudio de su distribución en la esfera y de su constitución morfológica. Algunas galaxias mostraban sobre placas de largo alcance, de forma totalmente inesperada, finos filamentos, chorros (jets), halos y otras estructuras, de gran interés y en parte sin explicación, que denotan fenómenos físicos especiales. Entre galaxias vecinas se observaban a veces finísimos puentes de materia que sugieren una influencia mutua. Entretanto hemos llegado a saber que la mayoría de las galaxias son miembros de grupos, cúmulos menores o mayores. Los resultados se reflejaron, entre otros lugares, en numerosos catálogos. ZWICKY registró en 6 volúmenes (1961 a 1968) unas 32.000 galaxias aisladas de brillo superior a $B = 15^m7$, y 10.000 cúmulos de galaxias; un volumen posterior (1971) contiene galaxias compactas y posteruptivas. En el Uppsala General Catalogue (1973) se ofrecen datos más detallados sobre 12.921 galaxias aisladas y en el catálogo de ABELL (1958) numerosos datos sobre 2.712 cúmulos de galaxias con abundante número de miembros. Sin embargo, encuentran especial interés las galaxias inestables, perturbadas, y otras galaxias peculiares. Recientemente, se ha acudido a la estructura de las galaxias Sc para una clasificación de las galaxias por su luminosidad. A partir del aspecto y del desarrollo de los brazos de espiral se deduce una clasificación en cinco grados con brillos absolutos en el azul desde -15^m5 hasta -20^m5 .

Otros programas de Schmidt se emplean



Fig. 3: BERNHARD SCHMIDT (30.3.1879, hasta 1.12.1935) en los últimos años de su vida.

Fig. 4: SCHMIDT comprobando un objetivo en su taller en el Observatorio de Hamburgo en el año 1928.

para el descubrimiento de supernovas, el estudio de estrellas variables en galaxias próximas, la búsqueda de galaxias enanas extendidas y muy débiles del tipo Sculptor y para el ensayo de una identificación óptica de radiofocos y, recientemente, de focos de rayos X. La colaboración con la radioastronomía ha llegado a ser de enorme importancia, ya que mientras tanto los nuevos radiotelescopios gigantes han localizado varios millares de radiofocos, sin que se conozcan ya objetos ópticos para los mismos. Las primeras localizaciones ópticas de radiofocos se referían a objetos galácticos, p.ej., residuos de supernovas como Taurus A (nebulosa del Cangrejo) y Casiopeia A. Más tarde se reconoció la estrella central de la nebulosa del Cangrejo como un pulsar y estrella de neutrones.

La primera radiogalaxia identificada ópticamente fue la Cygnus A, una galaxia gigante elíptica, relativamente débil, con radiación de radiofrecuencia no térmica muy alta. El potente radiofoco Virgo A pudo identificarse en 1961 con la peculiar galaxia gigante elíptica M 87, desde cuyos grupos internos de estrellas se expulsa un brillante chorro de materia con una masa de

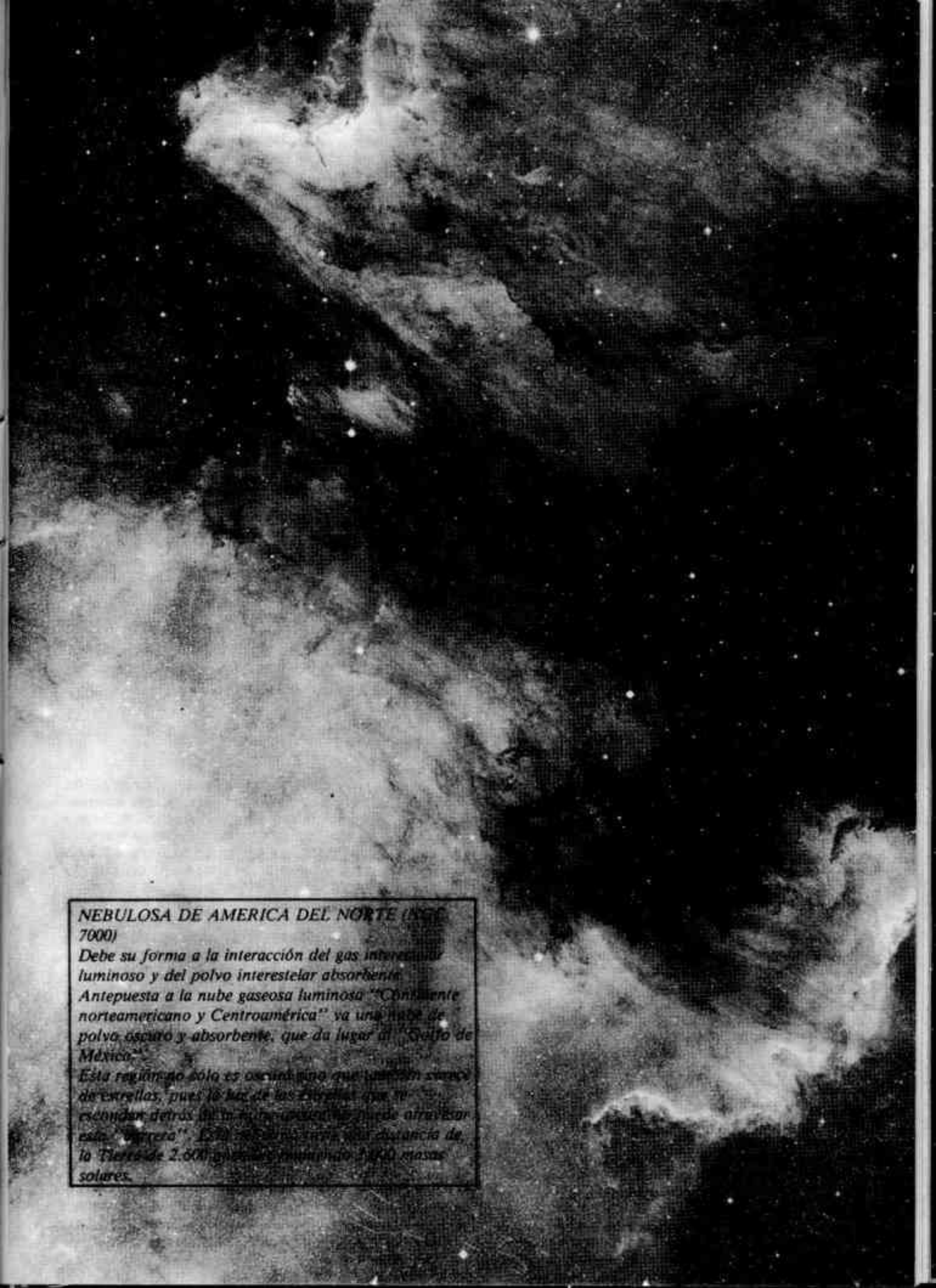
unas $5 \cdot 10^6$ masas solares y en cuyo núcleo muy pequeño se encuentra posiblemente un Agujero Negro con la enorme masa de $5 \cdot 10^9$ masas solares. Sólo con la precisión cada vez mayor de las radioposiciones aumentó notablemente el número de las identificaciones ópticas. Cuando la precisión de posición llegó a $1''$, pudo atribuirse en 1963 el primer radioobjeto a un objeto cuasiestelar (3C 48). En el periodo posterior se encontraron muchos centenares de cuasares y de objetos cuasi-estelares. Ambos se caracterizan por una producción de energía extremadamente alta, emitiendo los primeros además intensas radioondas. Puesto que las observaciones en la región de radiofrecuencias penetran hasta distancias mucho mayores que en la región óptica, numerosos radiofocos no pueden ser atribuidos de forma inequívoca a objetos ópticos con las grandes cámaras de Schmidt y ni siquiera con los grandes telescopios RCC. La identificación se reduce a veces al problema de encontrar cúmulos de galaxias muy alejados, ya que los radiofocos potentes tienen la tendencia de ser galaxias supergigantes muy brillantes en cúmulos.

Repetidos ensayos de la utilidad astrométrica de las placas de Schmidt han revelado que, a pesar de la flexión de las mismas, son apropiadas para determinaciones de posición exactas. Actualmente se estudia el problema de si, utilizando un chasis circular en el que la placa fotográfica sea oprimida sobre una corona circular, se obtienen resultados mejores que con un chasis cuadrado. Además, se están llevando a cabo ensayos para acoplar por medio de placas de Schmidt el sistema de coordenadas fundamental, hasta ahora orientado a estrellas galácticas más brillantes, a núcleos de objetos extragalácticos muy alejados. Debido a que el efecto de los movimientos propios está prácticamente suprimido, se cuenta con una exactitud mucho mayor para la determinación del sistema inercial.

Los datos y problemas tratados en este artículo demuestran la importancia tan grande que le corresponde a BERNHARD SCHMIDT como creador del telescopio reflector sin coma, que ha enriquecido sustancialmente la óptica astronómica. Estas líneas, así como las fotografías del suplemento, deberán contribuir a rendir homenaje a su extraordinaria obra.

Bibliografía

- [1] SCHORR, R.: Bernhard Schmidt, *Astron. Nachr.* **258** (1936) 46.
- [2] LÖCHEL, K.: Zum Gedenken an Bernhard Schmidt, *Die Sterne* **35** (1959) 197.
- [3] HECKMANN, O.: Die Hamburger Sternwarte II, *Sterne und Weltraum* **2** (1963) 28.
- [4] BÖRNGEN, F.: Bernhard Schmidt und der Schmidtspiegel, *Astronomie und Raumfahrt* (1979) 3, 65.
- [5] Conference on the Role of Schmidt Telescopes in Astronomy, Hamburgo, Marzo 21-23, 1972.
- [6] ESO, SRC, CERN: Conference on Research Programmes for the New Large Telescopes, Ginebra, Mayo 27-31, 1974.
- [7] ESA: A Fast, Wide-Angle Telescope on Spacelab/Space Schmidt, Paris 1979.



NEBULOSA DE AMERICA DEL NORTE (NGC 7000)

Debe su forma a la interacción del gas interestelar luminoso y del polvo interestelar absorbente. Antepuesta a la nube gaseosa luminosa "Continente norteamericano y Centroamérica" ya una nube de polvo oscuro y absorbente, que da lugar al "Golfo de México".

Esta región no solo es oscura sino que también sirve de pantalla a las estrellas, pues la luz de las estrellas que se esconden detrás de la nube oscura no puede atravesar esta "barrera". Esta nebulosa está a una distancia de la Tierra de 2.600 años luz y contiene 1.000 masas solares.

Cometas y cómo buscarlos

por John E. Bortle

*Traducido por autorización de "Sky and Telescope",
la que retiene los derechos de autor*

Con sus largas y espectaculares colas, los cometas se convierten a veces en los objetos más grandes del sistema solar. Ellos están también entre los menos conocidos. Las observaciones de estos efímeros visitantes se extienden casi al principio de la historia registrada, aún hoy la aparición de un cometa brillante conquista la atención universal.

En el nivel más sencillo, podemos clasificar los cometas según su brillo aparente como visibles a simple vista o telescópicos. Los cometas visibles a simple vista son, con mucho, los más interesantes para el observador casual, y varían desde aquellos apenas perceptibles sin Luna a los que atraviesan el cielo con sus colas o son tan brillantes que pueden ser vistos durante el día. Mientras que un observador puede esperar ver alrededor de un cometa a simple vista cada tres años, uno verdaderamente brillante aparece sólo una vez por década o poco más o menos. Los cometas visibles a la luz del día, aquellos bastante brillantes para ser vistos mientras el sol está sobre el horizonte, son extremadamente raros, y no es probable que una persona vea más que uno o dos en el curso de su vida.

Los cometas telescópicos son aquellos que nunca llegan a ser bastante brillantes como para ser vistos sin ayuda óptica. Exceden mucho en número a los cometas visibles a simple vista, y algunos son visibles cada año. Algunas veces varios son observables al mismo tiempo, como en noviembre de 1980, cuando pudieron verse cuatro con telescopios de aficionados. Los cometas telescópicos más brillantes pueden tener colas cortas, pero la mayoría son simplemente tenues llamas circulares, indistinguibles de las nebulosas aun con grandes instrumentos.

Un método alternativo para clasificarlos es según la forma de sus órbitas: elipse, parábola o hipérbola. Aquellos que viajan en órbitas elípticas alrededor del Sol y tienen períodos de menos de dos siglos se llaman cometas de corto período y sus nombres están precedidos por la letra P; P/Halley es un ejemplo famoso. El mayor número tiene períodos que varían desde unos cuantos años a algunas décadas. Actualmente, los extremos son P/Encke (3,31 años) y P/Herschel-Rigollet (154,90 años).

Un objeto con un período que excede los doscientos años se llama cometa de largo período. Esta categoría indeterminada además contiene la mayor parte, si no toda, de los cometas con órbitas parabólicas o hiperbólicas.

Las órbitas de los cometas entran en una amplia variedad de formas, desde las aproximadamente circulares (como la del P/Schwassmann-Wachman 1, que pasa todo su tiempo entre las órbitas de Júpiter y Saturno) a algunas tan alargadas que aún no estamos seguros de que se hayan cerrado.

BUSCANDO COMETAS

Al mirar un catálogo de cometas, pronto parece evidente que ciertos nombres de descubridores aparecen repetidas veces. Aunque algunos objetos visibles a simple vista se encuentran accidentalmente, y varios de los cometas muy débiles se presentan en fotografías tomadas para otros propósitos, la gran mayoría de los cometas telescópicos de 6 a 11 magnitudes son descubiertos visualmente por diligentes buscadores de cometas, quienes examinan con cuidado el cielo sistemáticamente. Desde la mitad del siglo XVIII, dos tercios de todos los descubrimientos cometarios han sido hechos por activos buscadores de cometas. Aún hoy la proporción de descubrimientos visuales continúa virtualmente constante, como se muestra en la figura

Muchos años de pruebas de ensayo y error con técnicas de búsqueda de cometas fueron anotados por los primitivos iniciadores de este campo. Su legado ha sido enriquecido por las posteriores generaciones de buscadores de cometas; hoy nosotros podemos predecir con razonable exactitud la probabilidad de hallar un cometa en alguna porción del cielo. Hay cuatro claves para la eficiente búsqueda de cometas: las condiciones del cielo, la instrumentación, los métodos y la particular composición de la mente del buscador.

Las condiciones del cielo afectan mucho una oportunidad de éxito del sujeto. La brillante iluminación artificial impide casi totalmente el descubrimiento de un

REVISTA ASTRONOMICA

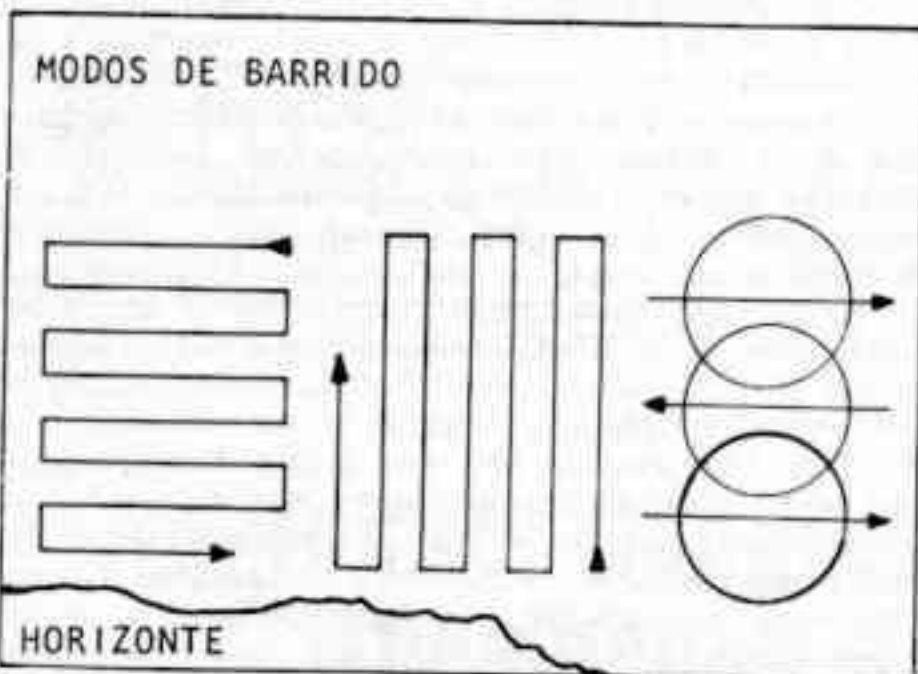
cometa desde una localidad urbana o suburbana. El acceso a un sitio rural oscuro es esencial. Idealmente, un sitio debería permitir que la galaxia M33 fuera visible a simple vista en cualquier noche sin Luna, cuando está bien sobre el horizonte. También la luz zodiacal de primavera y otoño debería ser visible.

Hay que elegir un sitio donde las noches claras sean frecuentes. Un mínimo de 75 a 80 por año es necesario, y 100 aumentarían ciertamente las oportunidades de cualquiera. El último número parece ser el mínimo disfrutado por los buscadores de cometas japoneses, quienes tuvieron un éxito fenomenal en 1960 y al principio de 1970.

El tamaño y el tipo de instrumentos para la búsqueda de cometas importa menos que el método empleado. Durante años diversas clases de telescopios han sido usados con buen éxito; el poder de recolección de luz y un amplio campo parecen ser los únicos requisitos firmes.

Hasta muy recientemente, el refractor de foco corto era la elección tradicional del buscador de cometas. La amplia utilidad de tales instrumentos para los aficionados del siglo XIX puede explicar esta preferencia, más que cualquier determinada ventaja intrínseca.

Muchos aficionados norteamericanos describen al refractor de 13 cm (15 pulgadas), f:5 como el buscador ideal de cometas. Pero en el pasado, se usaban generalmente refractores de mayor distancia focal. Leslie Peltier, uno de los más afortunados buscadores de cometas de Estados Unidos, siempre trabajó con un refractor de 15 cm, f:8. Antes que Peltier adquiriera ese instrumento, Zaccheus Daniel había encontrado tres cometas con él, constituyéndose de esta manera, probablemente, en el más exitoso buscador de cometas de todos los tiempos!



Se muestran modelos de ambos barridos, horizontal y vertical. A la derecha está ilustrado el propio recubrimiento entre campos durante sucesivos barridos. Diagrama del autor.

La nómina de los otros que emplearon refractores en el pasado incluye a buscadores de cometas tan distinguidos como Lewis Swift (12 cm) y E. E. Barnard (13 cm); ambos instrumentos tenían alrededor de f:15. El reverendo Joel Metcalf aumentó mucho la suma con uno de 18 cm, f:10, mientras que Clarence Friend tuvo éxito con uno de 13 cm, f:15. Finalmente, a principios de este siglo, John Mellish usó a la vez refractores de 13 y 15 cm de relaciones focales convencionales.

En su favor, los refractores tienen generalmente mayor calidad óptica que los reflectores de igual abertura. Las imágenes en los bordes del campo son también mejores. La parte negativa es que los lentes refractores son mucho más caros que los espejos de aberturas equivalentes.

Los reflectores aunque son los favoritos de los modernos buscadores de cometas japoneses no han gozado de la misma popularidad en los Estados Unidos.

No obstante, el más importante buscador de cometas norteamericano, Willian R. Brooks, usó primero un reflector de 13cm y después uno de 23 cm, ambos tienen cerca de f:10. Algunos de sus últimos descubrimientos fueron hechos con un refractor de 26 cm, f:10, lo que indica que Brooks no tenía una verdadera predilección.

Fuera de los Estados Unidos, los grandes reflectores han sido populares durante algunos años. En Inglaterra, W. F. Denning tuvo mucho éxito con un instrumento más bien incómodo para observar, de 25 cm, f:8. Para algunos de sus media docena de descubrimientos, el famoso buscador de cometas japonés, Karou Ikeya, usó uno de 20 cm, f:5 de su propia fabricación. En Canadá, Rolf Meier ha descubierto tres cometas con un gran reflector de 40 cm.

Los reflectores de reducida relación focal tienen una pequeña superioridad sobre los refractores de similar tamaño en que la posición de su ocular puede ser diseñada para permanecer estacionaria. También el tubo con óptica completa puede ser comprado a un costo razonable, dejando que el buscador de cometas diseñe únicamente la montura.

Los grandes binoculares (de 8 cm de abertura o más) son probablemente los instrumentos más convenientes de todos para la búsqueda de cometas. Ya que se usan ambos ojos, el observador está más relajado y puede barrer el cielo durante períodos más largos sin cansancio. Además los binoculares alcanzarán objetos nebulosos un poco más débiles que un refractor o reflector de igual abertura y aumento.

El autor tiene varios pares de binoculares de 8 cm tan buenos como un par de japoneses de 20 x 120 (12 cm de abertura); éstos han sido reconocidos como totalmente superiores a todos los otros tipos de buscadores. Esta es también la opinión de George Alcock, quien ha hecho cinco descubrimientos desde Inglaterra con sus binoculares alemanes de 25 x 105. Los astrónomos checoslovacos, A. Mrkos, L. Pajdusakova y L. Kresak, registraron una prodigiosa marca con sus binoculares entre 1947 y 1959.

La posibilidad de usar ambos ojos es la mayor ventaja de este tipo de instrumentos. El costo es el máximo inconveniente. Porque si bien los binoculares gigantes con aberturas de hasta 15 cm son eficaces, son demasiado caros para la mayoría de las personas. La reparación también puede ser un problema.

Al contrario de lo que algunos aficionados creen, la relación focal no tiene valor en la aptitud de un instrumento para la búsqueda de cometas. Un cometa aparece tan brillante en un instrumento con una relación focal de f:10 como en uno de f:4, siempre que el aumento sea el mismo. La mayor eficiencia de una óptica de foco corto en el descubrimiento de un cometa o una nebulosa se tiene únicamente por fotografía.

Un buscador de cometas debería tener un ocular que diera relativamente poco aumento y un amplio campo. No obstante, el aumento no debería ser tan bajo como para hacer a un cometa semejante a una estrella. Finalmente, debe usarse un ocular que asegure una pupila de salida de alrededor de 5 a 6 mm de diámetro.

Después de muchas experiencias, el autor reconoce que el mejor aumento está en alrededor de dos veces la abertura en centímetros. Esto viene a dar una pupila de salida de 5 mm, la que por aumentar la visión un poco, hace a los cometas más fácilmente visibles que una de 7 mm. La única excepción es para instrumentos de 10 cm y más pequeños, donde el aumento debería ser 20 sin hacer caso de la abertura. Edgar Everhart, quien también hizo un estudio del óptimo aumento, sostiene que éste es de 1,6 por cada centímetro de abertura para una pupila de salida de 6 mm; su indicación debería ser considerada para instrumentos de más de 20 cm.

Mientras algunos observadores prefieren los grandes oculares Erfle, un buen Kellner da un campo casi tan grande, con probablemente menos distorsión. Como los oculares Kellner son eficaces dentro de muy diferentes distancias focales, la elección del apropiado para obtener correcto aumento es mucho más fácil. En cualquier caso, el campo de visión debería ser tan grande como práctico, variando desde alrededor de $3,5^\circ$ para un buscador de 10 cm hasta $1,5^\circ$ para uno de 25 cm. El último tiene casi la abertura límite para un buscador de cometas. Alguno mayor tendrá un campo de visión más pequeño y el buscador hallará difícil conservar el movimiento diurno durante el barrido.

Abajo están algunas aberturas para el barrido, con su óptimo aumento y la magnitud límite aproximadamente para objetos cometarios.

Posiblemente la parte más importante de todo buscador de cometas es su montura. Porque como el observador estará pegado al ocular durante una hora o más, aliviar el esfuerzo es completamente importante. Así, el instrumento debe funcionar con suavidad y fácilmente, con el observador en una posición tan estacionaria como sea posible. Generalmente, estas consideraciones se encuentran mejor en una montura acimutal, y casi todos los instrumentos, anteriores y actuales, han sido de este tipo.

Una vez que el observador ha seleccionado un sitio y un instrumento, la siguiente consideración es "¿Adónde miro?". El lugar más apto para encontrar cometas es cerca del Sol, donde están siempre cerca de su máximo brillo. En el verano, también deberían ser examinadas las regiones polares cercanas al horizonte. No obstante, los cometas se hallan a veces en otras partes del cielo. Peltier descubrió la mitad de sus doce cometas en áreas muy alejadas del Sol, pero en los años recientes tales descubrimientos han sido raros.

Lewis Swift solía decir, "Uno no puede descubrir cometas recostado en la cama". El tenía mucha razón, porque el estudio de Everhart de las posiciones y probabilidades de descubrimiento reveló el alarmante dato de que casi las tres cuartas partes de todos los cometas se vuelven "distinguibiles" primero en el cielo matutino encima del Sol. Así, un buscador de cometas debería hacer que esa región fuera una prioridad durante el barrido.

Este es muy simple. Empiece justo antes del final del crepúsculo vespertino y dirija su telescopio alrededor de 45° al norte o al sur del punto del ocaso y a pocos grados sobre el horizonte. Luego, despacio barra en acimut fuera del punto del ocaso hacia el otro lado cerca de 45° . Barra despacio y cuidadosamente. Alcock sugiere una velocidad de $1/2^\circ$ por segundo, y el autor admite que los objetos débiles pueden perderse completamente a una velocidad mayor que 1° por segundo. El instru-

mento luego se eleva alrededor de la mitad del diámetro del campo y se vuelve a barrer hacia el acimut del comienzo. Este proceso se repite muchas veces hasta que una altura de quizás 45° sea alcanzada, completando el programa de la tarde.

El barrido matutino es esencialmente el proceso inverso. Empiece alrededor de una hora y media antes del comienzo del crepúsculo matutino a una altura de 45° sobre el horizonte. Luego barra a alturas que disminuyan sucesivamente hasta alcanzar el horizonte, preferiblemente cerca del arranque del crepúsculo.

La cantidad de tiempo empleada en la búsqueda de cometas tiene, probablemente, que ser considerable antes de alcanzar el éxito. Típicamente, 200 a 300 horas se emplean antes de un descubrimiento, y a veces muchas más. Ikeya empleó 335 horas antes de encontrar el cometa 1963 I; Alcock barrió más de 600 horas antes de localizar a 1959 IV; y Donald Machholz toleró unas asombrosas 1700 horas antes de encontrar a 1978 L.

Cualquiera que intenta la búsqueda de cometas encuentra rápidamente, como hizo el anciano Charles Messier, que los cielos están ampliamente llenos de imitaciones de cometas. Los instrumentos modernos de abertura moderada muestran a la mitad de los objetos de Messier como semejantes a un cometa, y un buscador de 15 cm aumenta de 100 a 125 los objetos nebulosos. A estos defectos deben agregarse ocasionales estrellas dobles débiles, las que pueden parecer nebulosas hasta examinadas con mayor potencia. El Atlas de Estrellas Variables de la AAVSO debería ayudar a identificar algunos objetos dudosos.

Si un observador encuentra un objeto nebuloso, no indicado en las cartas, uno que no llegue a ser resuelto con superior aumento, debería hacer una comprobación de su movimiento. Trazar la posición del objeto en el atlas o hacer una correcta descripción de su ubicación relativa a las estrellas de campo; algún movimiento se haría evidente pronto.

Una vez que el movimiento ha sido detectado con certeza, el observador debería muy cuidadosamente trazar la posición en el atlas y anotar el tiempo exacto. Desde la posición trazada, medir la ascensión recta y la declinación y estimar su magnitud total y la dirección de su movimiento. Si el cometa se mueve rápidamente, estimar su movimiento diario igualmente bien. Junto con la fecha, su nombre y dirección, esta información debe ser telegrafiada a la Oficina Central para Telegramas Astronómicos, de la Unión Astronómica Internacional, en Cambridge, Massachusetts (dirección de la Unión Occidental, TWX 710-320-6842; incluir el código de respuesta ASTROGRAM CAM). Para información acerca del formato propio de un telegrama, ver recuadro.

Más que cualquier otra cosa es importante la actitud del observador. Son necesarias mucha paciencia y perseverancia. Levantarse una mañana glacial detrás de otra puede disipar el entusiasmo y la tenacidad casi de cualquiera. Sin embargo, uno debe desafiar el frío y las horas insomnes; pues posponer una sesión "hasta la mañana siguiente" es tener contados los días de búsqueda de cometas.

Hoy observadores de muchas nacionalidades diferentes están compitiendo en este campo. Tal vez ellos compartan los sentimientos de Karou Ikeya, para quien el descubrimiento de un cometa es una oportunidad de "escribir mi nombre sobre el cielo".

NOTA DEL EDITOR: Este artículo es parte de la Guía de los cielos de Sky and Telescope, que acompaña al Atlas de Estrellas Variables de la AAVSO, ahora con el aval de Sky Publishing Corporation.

COMO ENVIAR UN TELEGRAMA ASTRONOMICO

Un telegrama es el modo más seguro y conveniente de comunicar su descubrimiento al Dr. Marsden. Puede enviarse a cualquier hora del día o de la noche, dirigiéndose al número TWX, 710-320-6842.

Su telegrama debe también incluir el código de respuesta de Marsden "Astrogram Cam", por el que su máquina TWX identifica los mensajes que le llegan.

Un error humano o de la máquina puede alterar la información numérica, por eso la oficina central de telegramas ha ideado un código "de verificación propio" para transmitir los datos sin peligro. Para ilustrar cómo opera el sistema para un nuevo cometa o nova se reproduce debajo una copia exacta del telegrama con el que el buscador de cometas austriano William Bradfield anunció un descubrimiento.

Como puede verse, el mensaje consiste en una serie de palabras y grupos de números. El primer ítem es el nombre del descubridor. El siguiente es el tipo de objeto descubierto (COMETA, NOVA, SUPERNOVA) seguido por el nombre del observador. El cuarto grupo especifica la época de las coordenadas dadas en el telegrama (1950 en este caso) y un código de números que indica qué está siendo reportado: (1) una posición aproximada, (2) una posición exacta, (3) elementos orbitales, (4) una efemérides.

El quinto grupo contiene los detalles de las observaciones de Bradfield. La primera es la fecha, que está compuesta por el último dígito del año seguido por los números del mes y del día. Después la fecha está dada en fracciones decimales del día en tiempo universal; 79.500 corresponde a alrededor de 19:05 TU. Los dos grupos siguientes dan la ascensión recta del objeto (en horas, minutos y décimas), y la declinación (grados y minutos). El primer dígito del grupo de la declinación da su signo: 1 (negativo o sur), 2 (positivo o norte). El sexto grupo de números en el telegrama de Bradfield describe la apariencia del objeto. Para una posición aproximada, el primer dígito en este grupo es siempre 0; el siguiente informa si la magnitud estimada es para el cometa entero (1), o sólo para su núcleo (2). Los dos dígitos siguientes dan la magnitud en el número entero más cercano.

El último reporta si el objeto parece estelar o difuso y cuánto mide la cola del cometa; por ej., 9 indica un objeto difuso con una condensación central y una cola de más de 1° de longitud.

Después del grupo de la apariencia, dos grupos opcionales de números han sido omitidos por Bradfield. Ellos darían el movimiento diario del cometa en centésimas de minutos de ascensión recta y grados y minutos de declinación, usando la misma convención de signos que para la declinación. Es mejor, en general, dar una segunda posición.

Los últimos tres ítems son también comunes a todos los tipos de telegramas; ellos son las sumas de verificación y el nombre del remitente. La primera suma de verificación son los últimos cinco dígitos de la suma de todos los precedentes grupos de números; la segunda son las últimas cinco cifras de la suma de los grupos que dan la ascensión recta, declinación, y magnitud solamente. Al comparar éstas con los datos, el receptor del telegrama puede descubrir si han ocurrido algunos errores en la transmisión. La translación de este telegrama puede leerse así: "Bradfield reporta que ha descubierto un cometa. En 1979, diciembre, 24.795 TU, sus coordenadas 1950 eran ascensión recta 16 hs. 19.0m, declinación -35°20', y su magnitud total era cerca de 5. El objeto es difuso con una condensación central y una cola de más de 1° de longitud".

La fórmula para un telegrama depende del tema del reporte. Puede obtenerse instrucciones detalladas escribiendo a: Central Bureau for Astronomical Telegrams, Smithsonian Astrophysical Observatory, 60 Garden St., Cambridge, Mass. 02138. La oficina puede también proporcionar información sobre cómo suscribirse al servicio de telegramas o al de Circulares de la IAU.

TWX 710 320 6842
ASTROGRAM CAM

BRADFIELD COMET BRADFIELD 19501 91224 79500 16190 13520 01059 20994
30769 BRADFIELD

Primer Congreso Argentino de Aficionados a la Astronomía

En el próximo número de Revista Astronómica se publicará un completo informe sobre la realización de este importante evento.

Historia de la Astronomía

por Miguel Ruffo

LA ASTRONOMIA MESOPOTAMICA

En el artículo anterior nos referimos a los orígenes de la ciencia astronómica en Egipto, señalando su vinculación con las necesidades del desarrollo material y las formas ideológicas que le servían de cobertura. Ahora abordaremos el problema de la Astronomía en la Mesopotamia. El lector advertirá inmediatamente las similitudes entre las concepciones vertidas en aquella oportunidad y las afirmaciones que más adelante realizaremos. Estas semejanzas entre la Astronomía Mesopotámica y la Egipcia no nos deben resultar extrañas, ya que ambas sociedades pertenecían a un mismo tipo social. Una y otra eran sociedades tributarias basadas en la comunidad de aldea en la que el Estado desempeñaba un rol de fundamental importancia en la organización y distribución de la producción. Los conocimientos que se originaban en el estudio del cielo les proporcionaba a estas sociedades medios óptimos para organizar la producción agraria, posibilitar el comercio a distancia y distribuir las tareas racionalmente fijando los tiempos de las mismas.

Estos conocimientos eran patrimonio de una casta sacerdotal o de un reducido grupo de artesanos-especialistas que transmitían su saber en los estrechos marcos de su "corporación".



Cielo , Dios



Sol Naciente

Sin embargo, tampoco debemos pasar por alto las diferencias entre una y otra Astronomía, diferencias que encontraban en las especificidades del desarrollo social las raíces de su origen.

La Mesopotamia, región comprendida entre los ríos Tigris y Eufrates en el continente asiático, a diferencia del valle del Nilo carece de barreras naturales que constituyan un freno a la invasión. Territorio de paso, la fertilidad de sus suelos fue disputada por numerosos pueblos. Los estados estaban siempre expuestos a los
















peligros de la invasión y de la guerra. La inestabilidad política que caracterizaba a la región y la fuerte militarización de algunos de sus estados, por ejemplo, el Asirio, constituyeron un freno relativo para el progreso intelectual, amén de contribuir para otorgarle a los conocimientos del cielo un fuerte carácter astrológico.

En una breve síntesis expondremos algunas de las realizaciones en el ámbito que nos ocupa, en el período anterior a la conquista griega.

Los Sumeros o Antiguos babilónicos fueron la primera civilización del área. Las ciudades-estado Sumeras —Ur, Lagash, Eridú, etc— tenían en el templo (expresión del poder estatal) el centro planificador y organizador de su vida económico-social. El templo asignaba a cada miembro de la comunidad las cuotas de producción necesarias para cubrir el tributo que cada comunidad debía a la "macrocomunidad" que la englobaba conjuntamente con otras comunidades. La necesidad de contabilizar la producción, de formar depósitos de almacenamiento, de diferenciar las partes del producto social que le correspondía a cada miembro, impulsó el desarrollo de la aritmética. Fueron ideados sistemas de anotaciones, sistemas numéricos, y diversos instrumentos que posibilitaban la medición del tiempo. Los sistemas numéricos, que incluían el concepto y la representación de fracciones, permitió calcular el movimiento de los astros, predecir eclipses, determinar la duración de las estaciones del año. Conocer la posición de las estrellas tenía un valor práctico de fundamental importancia en la vida diaria. El poseedor de esos conocimientos podía orientarse en la Tierra, conocer a partir de la posición de los astros la dirección en que debía avanzar, por ejemplo, una caravana comercial para llegar a su destino. En suma, el conocedor del cielo podía ser un guía en la tierra. La importancia de saber guiar una caravana fue aumentando a medida que el desarrollo de las relaciones comerciales puso en contacto ciudades y pueblos cada vez más distantes. Sin guía el comercio no podía realizarse, sin sus conocimientos no podían abrirse las rutas terrestres. La apertura de las rutas permitió calcular la duración del viaje. Al conocer el tiempo que se tardaba en llegar a un lugar se podía determinar la fecha de partida para llegar en el momento preciso; pero estos cálculos no se podían efectuar sin el

conocimiento de la duración del año, de las estaciones y de los días, es decir, sin la posibilidad de medir el tiempo.

Las precisas mediciones del tiempo no sólo facilitaban el comercio sino también la producción misma. Gordon Childe en su trabajo "Qué sucedió en la historia" señala al respecto: "La cooperación organizada de una población urbana requiere divisiones de tiempo más exactas que una aldea rural. Los sumerios convinieron en dividir el día en doce horas dobles (de ahí nuestro día de veinticuatro horas) e idearon instrumentos para medir esos intervalos: una especie de cuadrante solar y un reloj de agua que funcionaba según el principio del reloj de arena. Pero para el año se contentaban con llevar un calendario lunar, aunque los doctos escribas, mediante la observación del cielo conocían la extensión del año sideral y al menos en épocas posteriores corrigieron las discrepancias entre el calendario y las estaciones, intercalando un mes suplementario cuando las observaciones astronómicas indicaban la necesidad de una corrección" párrafos más adelante agrega "...a los sabios sumeros no les interesaba la propiedad de los números como tales ni la medición del espacio vacío absoluto sino su **utilidad concreta**"(1)(el subrayado es del autor). La "utilidad concreta" al servicio de la cual estaban puestos los conocimientos astronómicos no era otra más que la producción de bienes agrícolas y artesanales, la asignación de cuotas de producción a cada una de las comunidades integradas, la determinación de los tributos correspondientes, la organización del comercio general a distancia.

	1		1/2
	10		1/4
	60		3/4
	100		1/5
	120		1/16
	600		1/32
	1200		1/64
	3600		

Los conocimientos astronómicos, al igual que los conocimientos en general, se forjaban en las escuelas del templo. Pero aún después de la separación de las escuelas del templo, cuando aquellas pasaron a ser dependencias de la corte real; los conocimientos del cielo continuaron siendo materia de formación sacerdotal.

Las cosmogonías sumeras, es decir, las concepciones religiosas-ideológicas, a través de las cuales era explicado el origen del Universo y de la Tierra eran similares a las concepciones egipcias. Al principio fue el caos inicial (agua), de la que se separó Marduk, "el sol de los cielos", luego se formó el cielo y de una porción de éste nació la tierra, para luego formarse las constelaciones.

Párrafos atrás indicábamos que la astronomía mesopotámica asumió un fuerte carácter astrológico. Este se evidenció claramente en la época Asiria, numerosas tablillas descubiertas en las excavaciones arqueológicas así lo comprueban. En una sociedad sumamente inestable el movimiento de los cuerpos celestes era estudiado para predecir la estabilidad de los reinados, las victorias militares de los príncipes y alertarlos de las posibles derrotas:

"Cuando un halo rodee la Luna y Júpiter esté en su interior, el rey de Accad será sitiado".

"Mercurio es visible. Cuando Mercurio sea visible en el mes de Kison, habrá ladrones en el país".

"Al rey mi señor escribo: tendrá lugar un eclipse. Ahora ocurrió en efecto. Es un signo de paz para el rey mi señor".(2)

Los asirios también reconocieron y dieron su nombre a cinco planetas y —como lo muestra la cita anterior— llegaron a predecir algunos eclipses.

Pero fue con los Caldeos cuando la astronomía mesopotámica adquirió su mayor desarrollo. Los caldeos organizaron una religión astral dando a los planetas el nombre de sus Dioses. Así Marduk fue Júpiter, Ishtar fue Venus... Si los planetas eran los dioses y si la voluntad de éstos era determinante en el acontecer humano entonces el conocimiento del movimiento de los astros y de los diversos fenómenos cósmicos permitía saber la voluntad divina manifestada en el acontecer cósmico y que luego se reflejaría en la Tierra. Cuanto más se esmeraban en la observación, cuanto más se comprendía el movimiento de los astros tanto más precisamente el hombre sabía la voluntad divina y por ende predecía lo que habría de ocurrirle.

El carácter astrológico de la astronomía caldea fue tan intenso que durante la época medieval el nombre de "caldeo" era sinónimo de astrólogo.

Los caldeos llevaron registros exactos de los eclipses y otros fenómenos celestes durante más de 350 años, ya que los sacerdotes neobabilónicos continuaron ejerciendo la observación del cielo durante muchos años, más allá de la caída de su Imperio. Los astrónomos-sacerdotes tenían por objetivo de sus observaciones trazar un plano topográfico del firmamento y coleccionar la mayor cantidad de datos posibles acerca del movimiento de los planetas.

Los caldeos también desarrollaron un nuevo sistema de medición del tiempo. Ellos crearon la semana de siete días y el día de doce horas dobles de 120 minutos cada una.

Citas Bibliográficas:

- (1)Childe Gordon; "Qué sucedió en la Historia"
 (2)Mineur, Henri; "Astronomía y sociedad".

La Ley de Titius-Bode

por Damian Zanete

Luego de un oscuro nacimiento, la ley de Titius-Bode quedó establecida en la astronomía, como una ley de carácter empírico. Hoy juega un papel importante en las teorías sobre el origen del sistema solar y formación y evolución de los sistemas planetarios.

INTRODUCCION HISTORICA

"Dividid la distancia del Sol a Saturno en 100 partes; entonces Mercurio está separado por 4 de esas partes del Sol, Venus por $4 + 3 = 7$ de esas partes, la Tierra por $4 + 6 = 10$, Marte por $4 + 12 = 16$. Pero notad que entre Marte y Júpiter aparece una desviación de tan exacta progresión. A partir de Marte sigue un espacio de $4 + 24 = 28$ de tales partes, pero a tal distancia ningún planeta o satélite ha sido visto nunca. ¿Dejó el Gran Arquitecto vacío este espacio? De ninguna manera. Aceptemos que este espacio está ocupado por satélites de Marte todavía no descubiertos; incluso quizás Júpiter tenga algunos más pequeños que no han sido vistos aún con ningún telescopio. Siguiendo a este todavía inexplorado espacio tenemos a Júpiter, a $4 + 48 = 52$ partes y a Saturno, a $4 + 96 = 100$ partes. ¡Qué maravillosa relación!". En este breve trozo, perteneciente a la versión alemana de "Contemplation de la Nature" de C. Bonnet, aparecido en francés en 1764 y en alemán en 1766, es la primera vez que "tan exacta progresión" aparece en la historia de la astronomía. Curiosamente, el párrafo mencionado no está incluido en la versión original del naturalista suizo, sino que aparece agregada, obviamente por el traductor, en la edición alemana. No obstante, el traductor, J. Titius, no hace mención explícita de ser el autor de ese párrafo, y, por lo tanto, según todas las reglas de la propiedad literaria, la autoría del trozo corresponde a Bonnet.

En principio, entonces, Titius no tenía ningún de-

recho de autor sobre la relación enunciada, cuando J. Bode publicó, en 1772, la primera edición de su libro de divulgación "Deutliche Anleitung zur Kenntniss des gestirnten Himmels" donde, en una breve revisión del sistema solar, incluye un párrafo casi exactamente igual al de la obra de Bonnet. La única diferencia es que atribuía la desviación de la ley entre Marte y Júpiter a un planeta no observado, y no a satélites desconocidos de Júpiter o Marte. Ese mismo año, Titius publicó la segunda edición de la versión alemana de la "Contemplation de la Nature", en la cual el famoso párrafo ha sido relegado a una nota a pie de página, aunque ahora aparece firmado con una T. (Titius). Esta modificación, hecha seguramente con el fin de asegurarse el crédito del descubrimiento, fue ignorada por Bode, que en ediciones posteriores de su libro no hizo mención, al menos hasta después de 1800, a la obra de Bonnet y al descubrimiento de Titius.

Tanto el libro de Bonnet como el de Bode, por su carácter divulgativo tuvieron el éxito suficiente como para justificar nuevas ediciones, revisadas y ampliadas continuamente. En el trozo que nos interesa, el agregado más trascendente fue el del nuevo planeta, Urano, descubierto por Herschell en 1781, cuya posición se ajustaba perfectamente a la progresión. Al mismo tiempo, varios científicos se avocaron al estudio de esta ley con diversos resultados. Mencionemos como curiosidad, el trabajo del reverendo Wurm, que calculó, extrapolando la ley más allá de Urano, la posición de 17 (!) planetas, el más lejano de los cuales se hallaba a ¡un quinto de año luz del Sol! No obstante, Wurm tiene el mérito de haber sido el primero que intentó aplicar la ley a los sistemas de satélites de Júpiter y Saturno. También se habían formado, para entonces, dos bandos, que apoyaban respectivamente a Bode y a Titius en cuanto a la autoría de la ley.

Sin embargo, a esta altura ocurrió un hecho

REVISTA ASTRONOMICA

completamente injustificado para nosotros, por falta de documentos o testimonios: en la edición de 1783, Titius agregó en la nota a pie de página, que la ley enunciada había sido notada por primera vez por Lambert, varios años antes, y que el propio Bonnet había tenido noticias de la progresión a través de un trabajo de Wolff, de 1752, en el cual, según Titius, estaría ya enunciada la ley. Lo cierto es que, según comprobó el propio Bode en su correspondencia con Lambert, éste no conocía la ley; Wolff nunca mencionó la progresión y que Bonnet conociera la ley, es producto de la imaginación de Titius.

En 1801, el primer día del siglo XIX, G. Piazzi, director del Observatorio de Palermo, descubrió el primer asteroide, Ceres. La órbita, calculada por Gauss, tiene un radio acorde al espacio vacío entre Marte y Júpiter, de acuerdo con las sospechas de Bode. Este hecho fue un incentivo para que los partidarios de Bode redoblaran sus esfuerzos a fin de otorgar a éste, en forma definitiva, los derechos de creación de la ley que hoy lleva su nombre. Entonces, y contra todo criterio, Bode aceptó que, en su obra de 1772, se había basado en la segunda edición de la traducción de Titius. ¿Cómo es esto posible, nos preguntamos, si, cuando apareció la segunda edición de la "Contemplation", el libro de Bode ya estaba imprimiéndose? ¿Qué llevó tanto a Titius como a Bode a intentar deshacerse de la autoría de la ley? La completa falta de documentos, correspondencia o testimonios, en especial de parte de Titius, nos impide responder estos interrogantes.

La ley de Titius-Bode tuvo inicialmente una recepción muy fría de parte de los científicos de entonces, que no podían justificarla. Lambert la tachó de "juego de números" y Gauss se negó a aceptarla como ley. Sólo hoy, esta progresión es considerada de importancia en el estudio de los sistemas planetarios.

EXPRESION MATEMATICA DE LA LEY

Tal como fue enunciada por Titius en su traducción de la obra de Bonnet, la ley de Titius-Bode puede expresarse matemáticamente como

$$R_n = 4 + 3(2^n)$$

donde n es un número natural igual a 0, 1, 2, ... según se trate de Venus, la Tierra, Marte, ... respectivamente (incluidos también los asteroides). R_n es entonces la distancia entre el Sol y el planeta correspondiente, si se toma como unidad la centésima parte de la distancia Sol-Saturno; traduciendo esto a unidades astronómicas, la expresión de la ley resulta

$$R_n = 0,4 + 0,3(2^n)$$

En efecto vemos que para la Tierra ($n = 1$) resulta $R_1 = 1$ U.A.

Si bien la forma matemática dada corresponde a la formulación original de la ley de Titius-Bode, no es la que se acepta actualmente. Por razones que explicaremos más adelante, los autores modernos coinciden en expresar la ley en una forma "del tipo de la ley de Bode", propuesta por Goldreich, Dermott y otros:

$$R_n = R_0 (A^n)$$

donde R_0 es la distancia entre el Sol y Mercurio, y A es cierta constante. El número n vale ahora 0, 1, 2, ... según se trate de Mercurio, Venus, la Tierra, ... respectivamente. Analicemos algunas consecuencias de esta expresión para la ley de Bode: en primer lugar, y como consecuencia de la tercera ley de Kepler, nos indica una relación

análoga entre los periodos de revolución de los planetas. En efecto, sea T_n el período de una planeta cuya distancia al Sol es R_n . La tercera ley de Kepler indica que existe una constante B tal que

$$R_n = B (T_n)^{2/3}$$

Reemplazando esta expresión en la ley de Bode, puede verse fácilmente que

$$T_n = T_0 (C^n)$$

donde T_0 es el período de traslación de Mercurio y C es una constante igual a A , elevado a la potencia $3/2$. Esta relación para los periodos es también llamada ley de Bode, y a veces se da como expresión fundamental de la ley. Otra consecuencia inmediata de la moderna expresión para la ley de Bode resulta de calcular el cociente entre las distancias R_n y R_{n-1} , de los planetas contiguos. Dado que debe ser $m^n = n + 1$ resulta

$$R_n / R_{n-1} = A$$

que es una constante del sistema planetario. Esta observación nos indica que los radios de las órbitas planetarias forman una progresión geométrica. Si calculamos efectivamente las relaciones R_n / R_{n-1} encontraremos que son números pequeños y cercanos a números enteros; este hecho, que es aún más marcado en los sistemas de satélites, nos introduce en la teoría de las conmensurabilidades sobre la que hablaremos en la siguiente sección. El interés de esta teoría en cuanto a su aplicación en el estudio del origen y la evolución de los sistemas planetarios, nos induce a preferir la expresión moderna de la ley de Titius-Bode, a su expresión original.

Queda, como último problema, la determinación de la constante A , que aparece en la expresión dada, y es aquí donde parece existir mayor desacuerdo entre los diversos autores que trabajan sobre el tema. Si se acepta a priori que los radios de las órbitas planetarias deben cumplir con una ley del tipo de la de Bode, el valor de A puede calcularse de forma que sea el valor para el cual los planetas presentan la menor desviación posible de la ley, y no quedaría ningún tipo de pregunta sobre ese valor.

El punto sobre el cual no hay acuerdo se refiere a qué valor de n corresponde a cada planeta (o satélite). Si bien puede calcularse un valor para A otorgando valores consecutivos de n a cada planeta, en orden de alejamiento del Sol, puede verse que las posiciones planetarias concuerdan mejor con la ley de Bode, si se agregan entre los planetas espacios vacíos o, al contrario, se eliminan planetas. Así, S. Dermott, autoridad reconocida en el tema, acepta eliminar a la Tierra (o a Venus) y a Plutón del sistema planetario, con lo cual obtiene una muy precisa aproximación de los restantes planetas a la ley, con un valor para A de 1,89. Por el otro extremo, L. Basano y D. Hughes prefieren agregar dos lugares "vacíos" entre Saturno y Urano, con lo que obtienen una aproximación tan precisa como la de Dermott, pero con un valor para A de 1,523. Tanto uno como otro procedimiento resultan bastante antinaturales y forzados, y no encuentran mayor justificación que el intento de forzar a los planetas a que acepten al pie de la letra la ley de Titius-Bode. Estos métodos también son aplicados a los sistemas de satélites, agregando entre los satélites ya conocidos espacios vacíos, correspondientes a satélites todavía no conocidos, según el mismo argumento que usó Bode para referirse al espacio entre Marte y Júpiter, y que, por cierto, resultó válido.

Nos inclinamos a pensar que el hecho de que los

planetas y satélites cumplan sólo en forma aproximada la ley de Bode, corresponde a que esta ley da cuenta de procesos de interacción entre los planetas que en sus últimas etapas llevan a un ordenamiento de los cuerpos acordes a la progresión geométrica. Por otro lado, probablemente, la ley sea estrictamente cierta sólo en casos ideales. Estas posiciones quedan justificadas con la descripción del estado actual de las investigaciones sobre la ley de Titius-Bode, que efectuamos en la siguiente sección.

SIGNIFICADO DE LA LEY

Si bien inicialmente la ley de Bode no fue aceptada como tal, es un hecho que las órbitas planetarias la cumplen aproximadamente, y por lo tanto, es necesario explicar esta característica. La primera pregunta que surge es si la configuración del sistema planetario y de los sistemas de satélites, puede ser producto del azar o, por el contrario, el hecho de que cumplan con la ley de Bode restringe mucho la posibilidad de que existan, lo que indicaría que no se trata de una consecuencia de la casualidad. Este problema, complicado a primera vista, puede ser tratado perfectamente con las técnicas estadísticas modernas. Haciendo uso de ellas, Dermott demostró, en 1968, que la distribución de planetas y satélites no es obra del azar, agregando además que las órbitas planetarias muestran preferencia a situarse de forma que la razón entre los radios de dos de esas órbitas es siempre muy cercana a la razón entre dos números enteros pequeños (menores que 7). Este hecho se expresa diciendo que las órbitas son conmensurables, y da lugar a una relación entre los tamaños de las órbitas similar a la ley de Bode.

Resuelto este primer problema, nos planteamos cuáles son las causas que llevan a un sistema de cuerpos orbitantes, a disponerse de forma de presentar conmensurabilidad. Esta pregunta está todavía sin respuesta definitiva. En efecto, los problemas que involucran fuerzas gravitatorias se complican enormemente cuando el número de cuerpos interactuantes aumenta; en particular, bastan tres cuerpos para que el problema no pueda ser resuelto exactamente. No obstante pueden hacerse, con resultados satisfactorios, conjeturas y estudios aproximados que ayudan a la mejor comprensión de la solución del problema.

En nuestro caso, han tenido éxito algunos estudios sobre la interacción entre los cuerpos que da lugar a fenómenos de marea, cuyos efectos llevarían a los planetas a ubicar posiciones privilegiadas. También se usan como argumentos fenómenos de disipación y frenado del movimiento de los planetas por la presencia de material interplanetario, en épocas cercanas a la formación del sistema. Estos resultados fueron obtenidos por Goldreich y Dermott. Paralelamente se realizaron estudios sobre el tema, en base a simulaciones numéricas de la evolución de varios cuerpos orbitando alrededor de uno central, más masivo. Cabe citar el trabajo de J. Hills que, con una computadora IBM 360/67, calculó los movimientos de cuerpos en once sistemas distintos, formados por planetas distribuidos al azar inicialmente, girando alrededor de un cuerpo de masa igual a la solar.

En todos los casos, Hills encontró que los cuerpos evolucionan de forma que al cabo de un millón de años aproximadamente, empiezan a hacerse notables las pri-

meras conmensurabilidades. En etapas de mayor evolución, un estudio estadístico de los resultados hace evidente la preferencia de los sistemas por disponerse de forma de cumplir con la ley de Titius-Bode.

Si bien no conocemos exactamente las causas que dan origen a las órbitas conmensurables, los resultados que hasta ahora poseemos nos permiten asegurar que éstas son resultado de la evolución del sistema; más aún, podemos decir que los primeros millones de años de la evolución del sistema solar fueron definitivos en el estado actual de las órbitas planetarias. El estudio detallado de las condiciones en el presente nos conducirá, a través de nuestros conocimientos sobre los procesos que determinan la evolución del sistema solar, hacia la respuesta de preguntas relacionadas con el origen y estado inicial de este sistema, pudiendo luego aplicar estos resultados a la cosmogonía de los sistemas de satélites.

Referencias

S. L. Jaki: The Early History of the Titius-Bode Law; *Am. J. Phys.*, 40, 1014 (1972)

S. F. Dermott: On the Origin of Commensurabilities in the Solar System; *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 141, 349 (1968)

J.G. Hills: Dynamic Relaxation of Planetary Systems and Bode's Law; *Nature*, 225, 840 (1970)

L. Basano and D. W. Hughes: A Modified Titius-Bode Law for Planetary Orbits; *Il Nuovo Cimento*, 2C, 505 (1979).

TELESCOPIOS Whittall



VARIOS MODELOS
Reflectores de 100, 150, 200 y 250 mm de diámetro con montura azimutal y ecuatorial, con o sin relojería. Tripodes, monturas, porta-oculares, celdas, tubos, oculares y todas las piezas y accesorios para su telescopio.

225X
telescopio "Orion 100" azimutal

visual de los planetas Saturno y Júpiter

telescopio "Saturno 100" ecuatorial con relojería

tripode regulable con montura ecuatorial para telescopio de 150 mm

CONSULTAS Y ASESORAMIENTO

INSTRUMENTOS OPTICOS WHITTALL

CARABOBO 291 TEMPERLEY P.C.I.A. B.S. AS.

MENSAJES:
tel. 244-5467
de tarde

Microcomputación y Astronomía

Conducido por la Subcomisión de Cálculo

En el número 227 de la "REVISTA ASTRONOMICA" presenté un pequeño programa para el cálculo del día juliano.

Luego recogí las impresiones de algunos lectores interesados en este tipo de cálculos, pero que carecían del equipo adecuado. Deseo por ello, hacer presente que los cálculos pueden llevarse a cabo aún careciendo de una microcomputadora y más aún, de calculadoras de bolsillo, sencillamente demorando unos minutos en realizarlos con las cuatro operaciones elementales.

En efecto, para resolver la formulita general:

$$DJ = 1720994,5 + \text{INT}(A \cdot 365,25) + \text{INT}((M + 1) \cdot 30,6) + D + B$$

donde A es el año, M el mes, D el día de la fecha, mientras que B es una corrección dependiente de los días intercalares seculares agregados desde la reforma del calendario siendo:

$$B = 2 - \text{INT}(A/100) + \text{INT}(\text{INT}(A/100)/4)$$

Efectuaremos un ejercicio práctico paso a paso, simultáneamente con la explicación del procedimiento.

Tomemos de la Efemérides 1985 adjunta al número 230 de nuestra publicación, el día 14 de febrero de 1985 a 0h T.U.

En primer término recordaré que para los dos primeros meses del año, o sea enero y febrero, restaremos uno al año y sumaremos 12 al número del mes. Queda así expresada la fecha en este caso con:

$$\text{Año} \dots A = 1985 - 1 = 1984$$

$$\text{Mes} \dots M = 2 + 12 = 14$$

$$\text{Día} \dots D = 14$$

Con lo que $B = 2 - \text{INT}(1984/100) + \text{INT}(\text{INT}(1984/100)/4)$

$$B = 2 - \text{INT}(19,84) + \text{INT}(\text{INT}(19,84)/4)$$

$$B = 2 - 19 + \text{INT}(4,75)$$

$$B = 2 - 19 + 4$$

$$B = -13$$

Recordando que INT significa tomar los enteros dentro del paréntesis, volvemos ahora a la fórmula principal:

$$\text{INT}(1984 \cdot 365,25) = \text{INT}(724.656) = 724.656$$

$$\text{INT}((14 + 1) \cdot 30,6) = \text{INT}(459) = 459$$

Sumando todos los términos obtendremos el día juliano a 0h T.U.

$$DJ = 1.720.994,5 + 724.656 + 459 + 14 + (-13) = 2.446.110,5$$

cifra que coincide con el valor dado en la Efemérides 1985 de la Asociación: $6.110,5 + 2.440.000 = 2.446.110,5$

En los casos que el mes fuera marzo o siguientes no tenemos que efectuar la conversión inicial sobre el mes y el año.

Creo que con este ejemplo cualquier persona que sepa multiplicar, dividir, sumar y restar puede obtener el número del día juliano para las 0h del primer meridiano, lo que supongo será un ahorro para la Subcomisión de Efemérides, ya que hace innecesario su impresión anual.

CALCULO DE LA HORA SIDEREA

Pasemos ahora a calcular la hora sidérea para las 0h del día juliano mencionado. La hora sidérea es el ángulo horario del equinoccio de primavera para el hemisferio norte, o sea el lugar donde el sol corta al ecuador terrestre pasando del hemisferio sur al norte y es el origen de la ascensión recta. La posición de este punto de la bóveda celeste así como todas las posiciones de planetas, lunas, asteroides y cometas se calculan a partir de sus ubicaciones conocidas para una época, adicionando o restando luego, para momentos posteriores o anteriores a esa época, sus movimientos orbitales. En ese cálculo, la variable es el tiempo medido en siglos tropicales, con años de 365,25 días, desde el día juliano 2.415.020 que corresponde al 0,5 de enero de 1.900 (Día Juliano 2.415.020). Los siglos julianos tropicales S, transcurridos desde esa fecha hasta las 0h T.U. del momento del cálculo JD resultan:

$$S = (DJ - 2.415.020)/365,25$$

$$\text{En nuestro ejemplo } S = (2.446.110,5 - 2.415.020)/365,25 = 0,8512114$$

La fórmula para el cálculo de la hora sidérea es:

$$HS = 0,276919398 + 100,0021359 \cdot S + 0,000001075 \cdot S \cdot S$$

Veamos ahora cuál es su valor a las 0h T.U. del día juliano elegido como ejemplo:

$$HS = 0,276919398 + 100,0021359 \cdot 0,8512114 + 0,000001075 \cdot 0,8512114 \cdot 0,8512114$$

$$HS = 0,276919398 + 85,122958102 + 0,000000778902 = 85,399878278902$$

A este kilométrico número que expresa la hora sidérea en "revoluciones", le substraeremos los enteros quedando 0,399878278902 que es precisamente la hora sidérea expresada en fracciones de día, que reduciremos a horas multiplicándolo por 24, o sea:

$$24 \cdot 0,399878278902 = 9,5970768 \text{ horas}$$

Su decimal puede reducirse a minutos multiplicándolo por 60:

$$0,5970768 \cdot 60 = 35,824608 \text{ minutos}$$

Nuevamente y del mismo modo obtenemos los segundos:

$$0,824608 \cdot 60 = 49,47648 \text{ segundos}$$

La hora sidérea a 0h T.U. será entonces 9h 35m 49,48s. Consultando las efemérides comprobamos que la hora sidérea en ellas es de 9h 35m 49,65s lo cual vuelve a aliviar el trabajo de la futura impresión de este valor ya que la diferencia es insignificante (centésimos de segundo).

Si deseamos obtener una hora sidérea para un momento distinto a las 0h T.U. sólo debemos adicionar el tiempo sidéreo transcurrido, lo que se logra multiplicando por 1,002737908 el tiempo transcurrido desde las 0h T.U.

Calculemos la hora sidérea en nuestro ejemplo anterior. La hora T.U. era 18h 35m 15s. Reduciendo esta cifra sexagesimal a horas y decimales obtengo 18,5875h $18 + (35/60 + 15/3600)$.

Multiplicando por el factor sidéreo mencionado obtengo:

$$18,5875 \cdot 1,002737908 = 18,63839h$$

que debemos sumar a la hora sidérea anteriormente calculada para las 0h T.U.:

$9,5970768 + 18,5875 = 28,184576h$ que es la H.S. en horas y decimales.

A este número le restamos 24h y calculamos los minutos y segundos:

$$\text{Hora} = 4h$$

$$\text{Minutos} = 0,184576 \cdot 60 = 11,074608 \text{ o sea } 11m$$

$$\text{Segundos} = 0,074608 \cdot 60 = 4,47648 \text{ o sea } 4,47s$$

La H.S. a las 18h 35m 15s T.U. es 4h 11m 04,47s.

En los cálculos "manuales" efectuados, hemos utilizado todos los decimales que resultaban de las operaciones. Las calculadoras no permiten utilizar cifras de más de ocho números, tampoco las microcomputadoras comunes disponen de más de ocho decimales, (al menos las que tienen 8 bits, ya que algunos equipos avanzados usan 16 bits), por lo que puede resultar que nuestro cálculo manual sea más exacto que el de una microcomputadora o calculadora, a menos que por algunos artilugios separemos en sus programas el procesamiento de los números, consolidando luego los valores, pero esto es otro problema que no encararé por ahora en esta colaboración.

Lo que es evidente es que debemos respetar los decimales hasta el octavo lugar para lograr resultados precisos. Si esta precisión no es un requisito podemos olvidar el último término cuadrático en la fórmula de la hora sidérea y conformarnos con los minutos (caso de ajuste del círculo horario de nuestro ecuatorial que normalmente no requiere mayor precisión)

PROGRAMA DE CALCULO DEL DIA JULIANO Y HORA SIDEREA

Pasemos ahora a considerar como podemos obtener inmediatamente los valores dejando a cargo de nuestra computadora el trabajo de efectuar todos los cálculos.

El programa que detallo a continuación consta del INPUT que será la hora (T.U.) el día, el mes y el año, luego se especificará el cálculo a efectuar por la máquina y a continuación el OUTPUT que nos mostrará el

día juliano a 0h T.U. y la hora sidérea en el momento indicado.

```
100 HOME: CLEAR: TEXT: REM PROGRAMA DE CALCULO DEL DIA JULIANO Y HORA SIDEREA
```

```
110 INPUT "HORA T.U., DIA, MES Y AÑO EN LA FORMA HH, MM, DD, MM, AAAA:"; HL, DI, ME, AN
```

```
120 HL = INT(HL) + (HL-INT(HL))*100/60: REM CONVERSION A DECIMALES DE HORA
```

```
130 D = DI + HL/24: REM CONVERSION A DECIMALES DE DIA
```

```
140 IF ME 2 THEN MS = ME: AO = AN
```

```
150 IF ME = 2B THEN MS = ME + 12: AO = AN - 1
```

```
160 BI = 2 - INT (AO/100) + INT (INT(AO/100)/4)
```

```
170 DJ = 1720994.5 + INT (AO*365.25) + INT ((MS + 1)*30.6001) + D + BI: REM DIA JULIANO
```

```
180 IF DJ 2299150 THEN 200: REM FECHAS POSTERIORES A LA REFORMA GREGORIANA
```

```
190 DJ = DJ - BI: REM RESTA DIAS INTERCALARES PARA FECHAS ANTERIORES A LA REFORMA GREGORIANA
```

```
200 REM CALCULO DE LOS SIGLOS JULIANOS DESDE EL 0.5 ENERO 1.900
```

```
210 S = (INT (DJ) - 2415020.5)/365.25
```

```
220 REM CALCULO DE LA HORA SIDEREA
```

```
230 HS = .276919398 + 100.0021359*S + 1.075E-06*S*S
```

```
240 HS = (HS-INT(HS))*24: REM HORA SIDEREA DEL PRIMER MERIDIANO A 0h. T.U.
```

```
250 HS = HS + (D-INT(D))*24*1.002737908: REM HORA SIDEREA DEL PRIMER MERIDIANO EN EL MOMENTO DEL CALCULO
```

```
260 IF HS 24 THEN HS = HS - 24
```

```
270 REM REDUCCION SEXAGESIMAL
```

```
280 HS (1) = INT (HS): REM HORAS
```

```
290 HS (2) = INT((HS-HS(1))*60): REM MINUTOS
```

```
300 HS (3) = INT(((HS - HS(1))*60 - HS(2))*60 + .5): REM SEGUNDOS
```

```
310 REM OUTPUT
```

```
320 PRINT "EL DIA JULIANO ES:"; DJ
```

```
330 PRINT "LA HORA SIDEREA ES: "; HS(1)"H"; HS(2)"M"; HS (3)"S"
```

```
340 END
```

Este programa básico puede complementarse a gusto, agregándole el huso horario para entrar con la hora civil local y luego adicionar la longitud del lugar para finalmente obtener la hora sidérea local.

Dejo a los lectores estas mejoras recordándoles que al entrar con la hora local, en nuestro caso del Huso -3, se deben sumar estas tres horas para obtener T.U. Luego de obtenida la hora sidérea del primer meridiano, se deberá restar a ella la longitud en horas, minutos y segundos reducida a la forma decimal.

Este cálculo, de más está decirlo, es correcto para cualquier fecha desde el día cero de nuestra era. Para extenderlo a fechas anteriores el año será negativo y debe modificarse el término $\text{INT} (AO \cdot 365.25)$ por $\text{INT} (AO \cdot 365.25 - 0.75)$.

En el programa debemos introducir tres pasos:

REVISTA ASTRONOMICA

155 IF AN 0 THEN 195

192 GOTO 200

195 DJ = 1720994.5 - INT (ABS (AO*365.25 - .75)) + INT ((MS + 1)*30.6001) + D

El paso 155 saltea todos los cálculos correspondientes a años de nuestra era y usa la nueva fórmula. El 192 saltea la nueva fórmula en el caso contrario. La expresión ABS que en Apple Basic significa valor absoluto, elimina la posibilidad de que al INTERar números negativos, se adopte el valor mayor en lugar del menor. Con lo expuesto hasta ahora, el lector podrá calcular el día juliano de cualquier fecha pasada o futura así como la hora sidérea de cualquier momento de la historia escrita

o por escribir.

Aunque ello no represente por ahora algo interesante, veremos que en próximas colaboraciones estos cálculos nos llevarán a la posibilidad de conocer la posición de los astros en cualquier hora y día, es decir contar con efemérides astronómicas presentes, pasadas o futuras y, por ejemplo, conocer la hora de salida del sol o la fase lunar el día que se descubrió América, o se registró cualquier otro acontecimiento histórico.

Manuel López Álvarez

EL COMETA HALLEY

*La A.A.A.A. ha editado recientemente un folleto titulado:
EL COMETA HALLEY.*

*En él aparecen los datos principales para la ubicación del
cometa, durante su próxima visita.*

*Si Ud. desea adquirirlo envíe A 0,20 (socios), A 0,40 (no socios),
mas A 0,20 por gastos de franqueo.*

En el futuro se editará una segunda parte del folleto.



OPTICA VIGNA S.A.

OPTICA FOTO CINE

“Nuestro nombre es la mejor garantía”

- Todas las tarjetas de crédito.
- Recetas en el día.
- Línea completa de armazones nacionales e importadas.
- Laboratorio color en 24 horas. Todas las marcas.
- Foto carnet en el acto.
- Línea completa de pilas y lámparas especiales.
- Se arman packs especiales.
- Prismáticos - Microscopios. Línea completa de compases náuticos Silva.
- Instrumentos Astronómicos

Su pregunta no molesta, nos gratifica para seguir adelante

SUIPACHA 401 esq. CORRIENTES - TEL. 392-9102/393-9281 (1008) BUENOS AIRES

Actividades Observacionales

Conducido por la Comisión de Observatorio

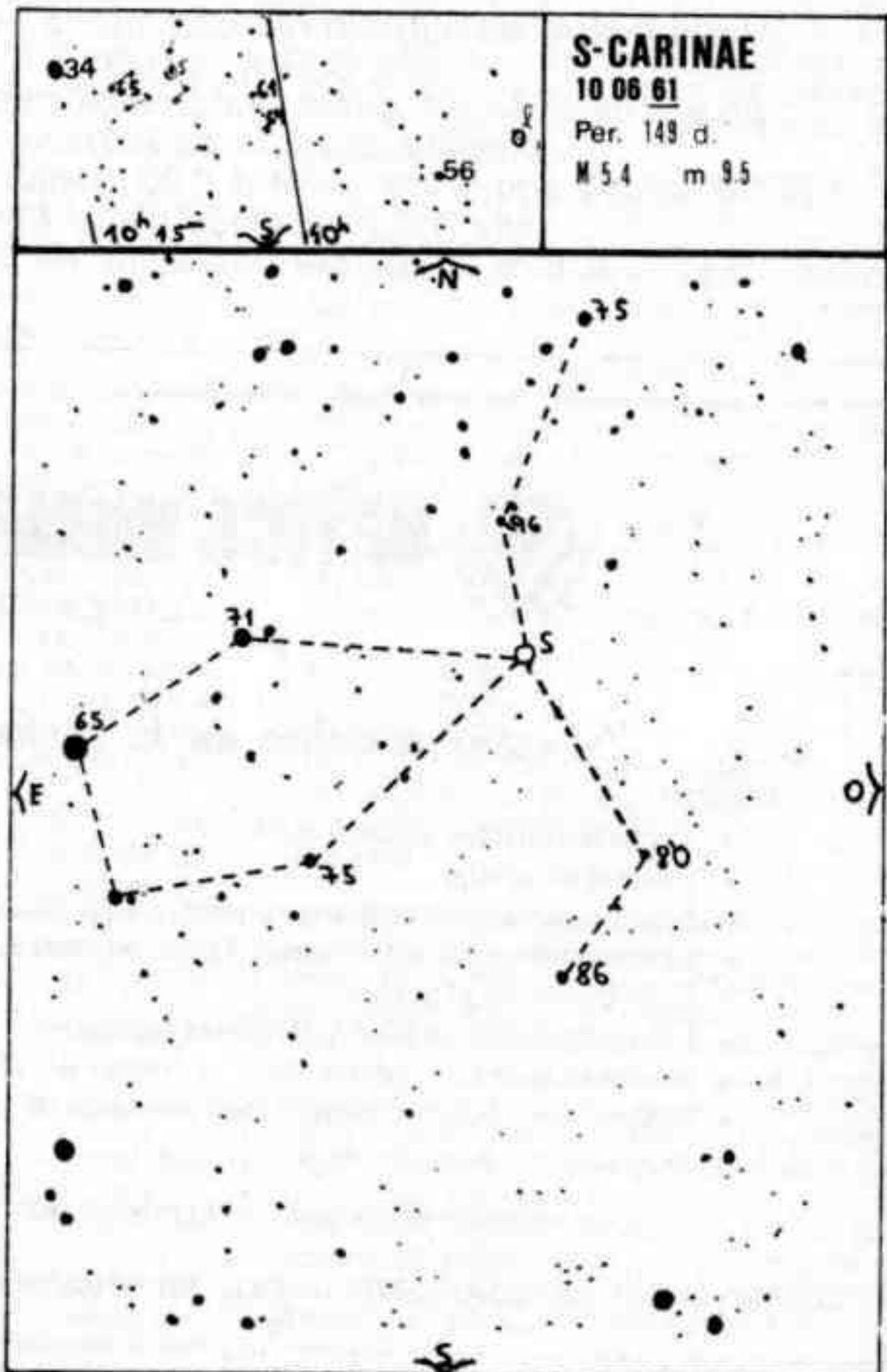
SUBCOMISION DE ESTRELLAS VARIABLES

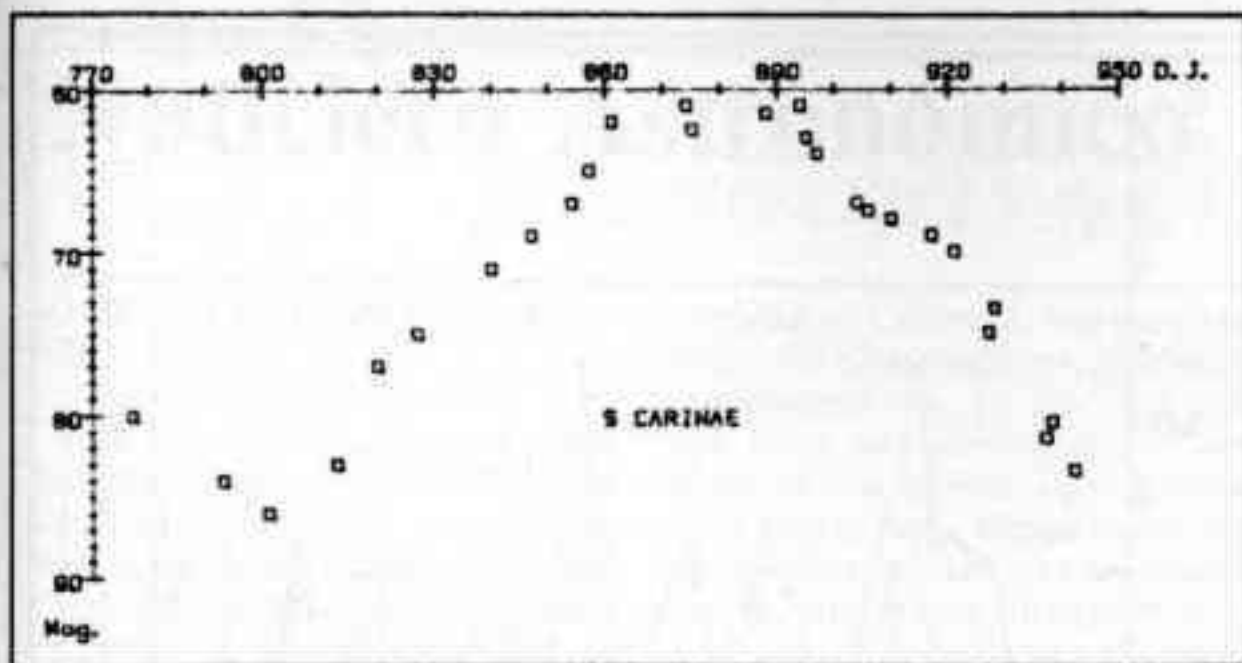
Continuando con la región de Carina publicamos ahora los resultados de la estrella S Carinae.

Es difícil dilucidar si esta variable debe ser catalogada en el grupo de las semirregulares o en el de las de largo periodo. Sus magnitudes en el máximo y en el mínimo suelen variar bastante de un periodo a otro pudiendo llegar a tener una magnitud de 5,4 en el máximo y de 9,5 en el mínimo en los casos extremos. Dicho periodo es de aproximadamente 149 días. En conclusión es bueno dedicarse a observarla para poder tener datos más precisos sobre el comportamiento de su curva de luz, la cual presenta generalmente la particularidad de "detenerse" bastante en su máximo y por el contrario cambiar de brillo bastante bruscamente en su mínimo, cosa que precisamente se hace visible en el gráfico que presentamos en esta ocasión. En este gráfico están representados en cada día el promedio de las magnitudes observadas en ese día por los miembros de la Subcomisión Variables. El periodo abarca los días julianos comprendidos entre el 2.445.777 al 2.445.942 y para determinar la curva de luz se utilizaron con datos 22 estimas de J. Marioni, 8 de C. Kurtz, 6 de R. Fiadone, 6 de P. Varela y 3 de F. Fucci.

Publicamos para la localización de la variable una carta buscadora. Notar que la estrella queda casi en la misma declinación que I Carinae, y cerca de esta variable, cuya carta fue publicada en el número anterior de REVISTA ASTRONOMICA.

Como en anteriores oportunidades agradecemos los aportes particulares de Juan C. Marioni, Damián





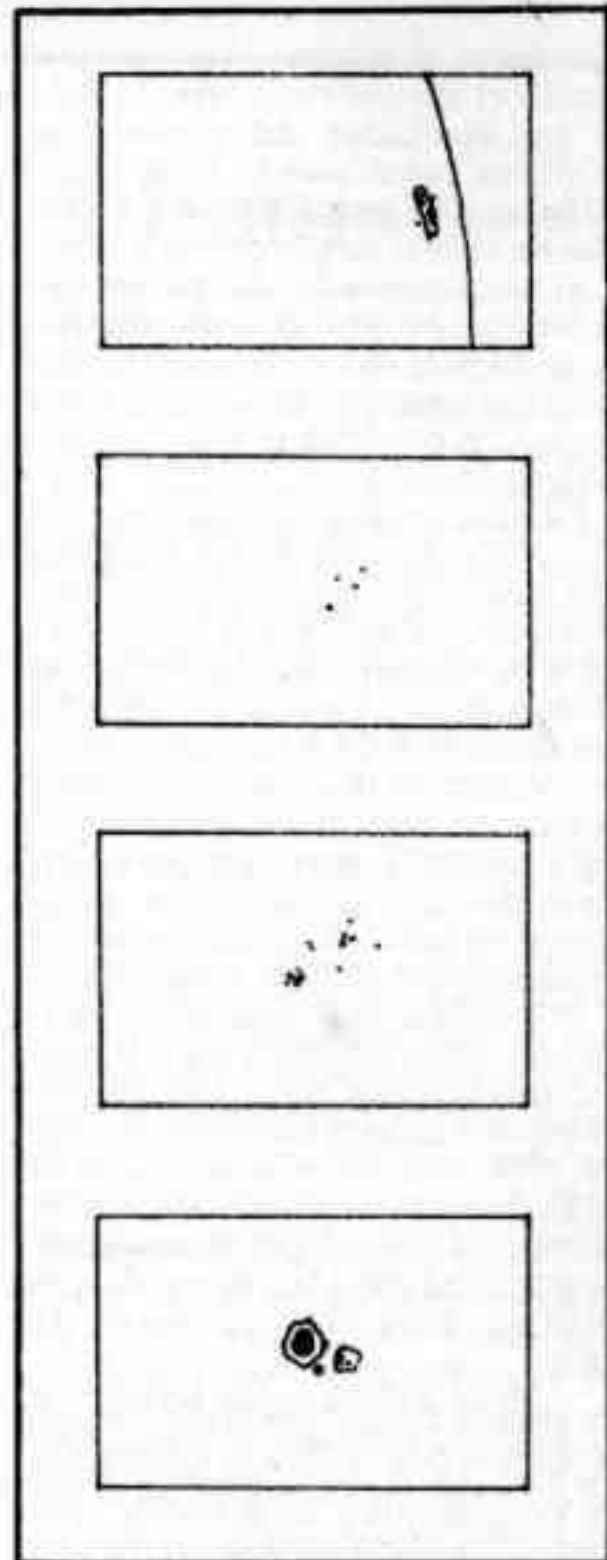
H. Zanette, Roberto G. Fiadone, Ricardo S.J. Castiñeiras y Rubén Thomsen. El número de observadores, la cantidad de estimas por observador y el entusiasmo de cada uno de ellos nos permiten vaticinar con cierto optimismo que en el año 1985 seguramente serán realizadas más de 1000 estimas. Mientras tanto nuestros trabajos estan siendo enviados a al L.I.A.D.A (Liga Iberoamericana de Astronomía), a la A.A.V.S.O (American Association of Variable Star Observers) y a la R.A.S.N.Z. (Royal Astronomical Society of New Zealand).

Nos despedimos hasta la próxima.

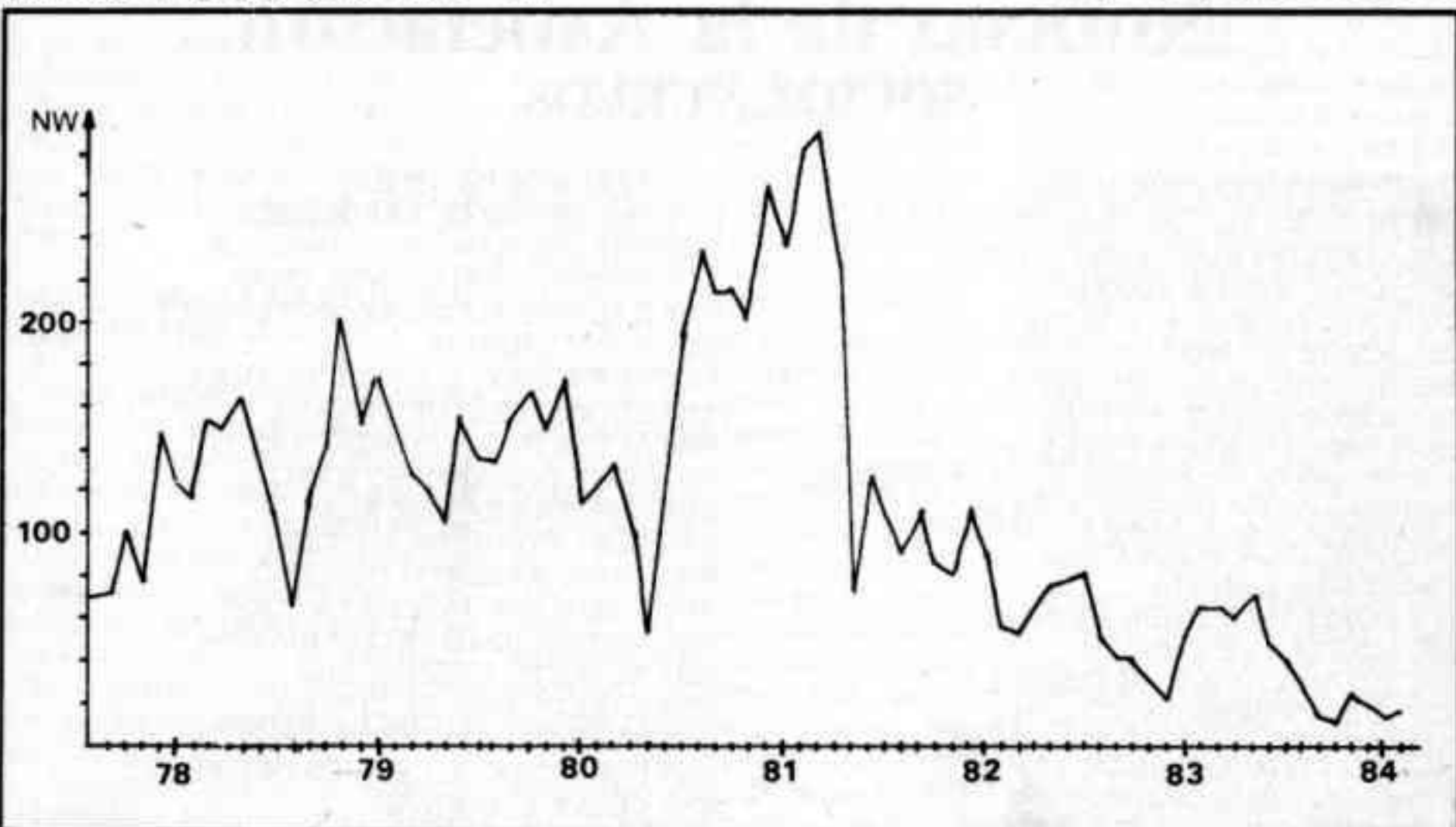
OBSERVACIONES SOLARES

La Subcomisión de Observaciones Solares de la AAAA presenta su informe de actividad solar correspondiente al periodo enero-marzo

de 1985. Lo más notorio del gráfico trimestral adjunto es la inactividad solar relativa que refleja (número de Woldf: trazo continuo número de grupos: trazo a cargas). Se nota en él que la curva del número de Wolf relativo pasas abruptamente del valor 0 (Sol quieto) a describir una curva de gran amplitud pero de corto periodo. Tal es el caso de la última quincena de enero, el mes de febrero y la última quincena de marzo. El valor máximo del gráfico es de 63 aproximadamente, logrado el 24 de enero. Esta curva de muy baja separación del eje horizontal obedece al ciclo de 11 años de crecimiento de la actividad del Sol. Este ciclo es bien conocido por los radioaficionados y operadores radiales. La característica de la presencia de dicho ciclo es que pueden interrumpirse severamente las comunicaciones de tierra a causa de la estática originada.



Mediante el gráfico de la actividad se prueba el lento descenso de



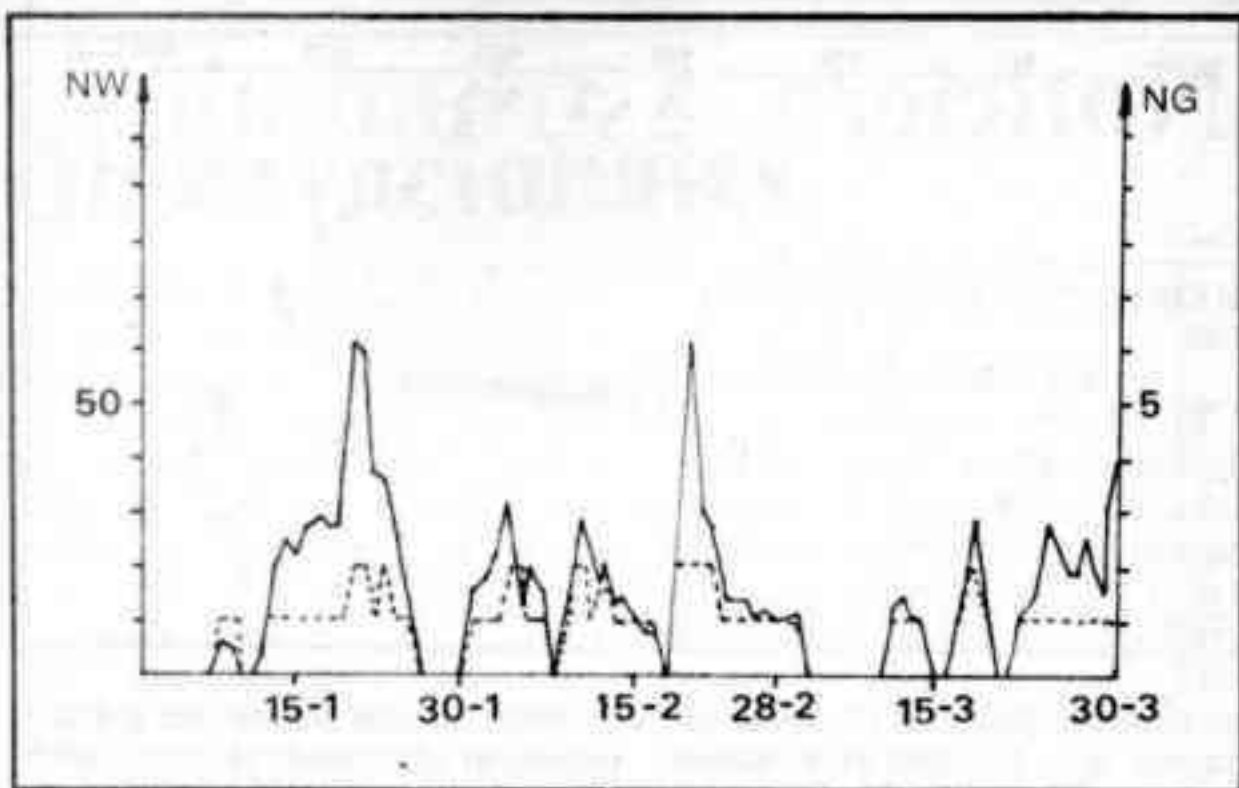
ésta hacia el mínimo, fenómeno a ocurrir el año próximo 1986. Si ahora los resultados del número de Wolf son bajos, más lo serán cuando se registre en la mayoría de los días de 1986 el estado del sol quieto.

El valor promedio del gráfico para número de Wolf es de 14, repartido en 14 para enero, 17 para febrero y 10 para marzo. En cuanto a los grupos, la cantidad se mantuvo notablemente en 1.

La Subcomisión adjunta a este informe los detalles de las manchas que más se destacaron durante este trimestre. La primera se observó el día 9 de febrero y las tres últimas el 30 de marzo. Todas fueron observadas desde la AAAA. Nótese la escasez de detalles de éstas, compuestas la mayoría por simples puntos diseminados unos alrededor de otros. Cabe destacar que el último grupo (abajo de todo) es el más notable y destacable del período mencionado.

Por último, la Subcomisión agrega un gráfico que representa la actividad semicíclica registrada del Sol. El gráfico inicia el semiciclo en julio de 1978 y lo termina en enero de 1985. Este es un período de seis años en número redondo, el necesario para que el Sol complete la mitad de su ciclo de variación, que es de 11 años.

En el gráfico puede observarse un pequeño aumento de la actividad durante 1979, observándose luego un salto abrupto entre 1981 y 1982 para decaer notadamente al mínimo del gráfico (como se dijo antes,



ocurrirá en 1986). El valor aproximado del número de Wolf promedio del gráfico está entre 90 y 100. El detalle que más resalta del mismo es su salto a la mitad de los años graficados. Este salto, aparentemente sin motivos, es peculiar por la forma en que "recupera" inmediatamente después de tocar uno de sus puntos de menor valor. Nótese que las graduaciones del eje horizontal corresponden al mes de diciembre del año que indican.

En Resumen: la actividad solar registrada durante el trimestre fue muy baja. La mayoría de los días en que no se observó Sol quieto se registró muy bajo índice de cantidad de grupos (casi siempre uno solo). Enero-marzo fue un período que

precede al mínimo de actividad solar, cosa que prueba el gráfico trimestral, con pocos penachos de máximo.

El informe fue concretado gracias a las observaciones enviadas a la Subcomisión por el Dr. Angel Pappetti, Washington Villar y Marcelo Monópoli, y los centros astronómicos siguientes: Astronomía Sigma Octante (Bolivia), Observatorio de Capricornio (Brasil), Observatorio Real de Bélgica y SIDC (Sunspot Index Data Center, los dos de Bélgica).

Invitamos a las personas que estén interesadas en colaborar en los trabajos que desarrolla la Subcomisión a acercarse a la AAAA para interiorizarse de todos los detalles.

Noticias de la Asociación

SOCIOS NUEVOS

5056 ROBERTO ETCHENIQUE
 5057 DIMITRA SUSANA BACOPULOS
 5058 ALFREDO RUBEN ORLANDO
 5059 JORGE PABLO TORRENT
 5060 CAROLINA M. R. CALVO
 5061 JORGE SCLIFO
 5062 HECTOR HUGO MAURO
 5063 JORGE RUBEN PELLIZA
 5064 LUIS SALVADOR LATRELLE
 5065 MARIA L. BALDONEDO DE STAMPONI
 5066 LEONARDO CAVIGLIA GRIGERA
 5067 GRACIELA NORA COLL
 5069 RUBEN J. HEVIA
 5070 ROBERTO DANIEL HEINZ
 5071 MARTA FERRARI
 5072 SUSANA ALICIA M. GIMENEZ
 5073 SERGIO GERMAN STINCO
 5074 CYNTHIA ALEJANDRA VISCELLINO
 5075 GUSTAVO ENRIQUE LASCALEA
 5076 RUBEN PEDRO PESSINA
 5077 GUSTAVO IUD

5078 ALBERTO VASQUEZ
 5079 SERGIO OMAR BALDONEDO
 5080 CARLOS RAMON SCHWEIZER
 5081 SERGIO ADRIAN WOLANOW
 5082 GABRIEL MARCELO ROTBAUM
 5083 RAUL STEHLIK
 5084 FRANCISCO MANUEL GUERRA
 5085 EDISTO DELFOR TORRES
 5086 ALBERTO LEONARDO BARUJ
 5087 GUSTAVO ANDRES BARUJ
 5088 NORMA BEATRIZ RIOS
 5089 MIRTA GABRIELA PARISI
 5090 ARIEL ALBERTO DESSENO
 5091 CAROLINA JASCHEVATZKY
 5092 MAURICIO OSVALDO RIVERA
 5093 ALBERTO HERNANDEZ
 5094 CARLOS DANIEL SIMONE
 5095 ALBERTO ALEJANDRO AGOTE
 5096 FERNANDO J. CHAVES DEL PINO
 5097 CÉSAR E. BOCZAR
 5098 JOSE OSCAR CHAMORRO

Noticiero Astronómico

por Mario Vattuone

SOBRE LA FUENTE 0453 + 44 P03

Esta fuente infrarroja que fuera descubierta por el satélite IRAS ha sido también buscada por astrónomos indios con el telescopio Naini Tal de 1m del Observatorio de Uttar Pradesh. El 30 de Noviembre de 1983 se efectuaron observaciones en la longitud de onda de 2,2 m sobre un área de 3' x 3' con centro en las coordenadas suministradas por el IRAS y se encontró con bastante seguridad una fuente infrarroja no catalogada anteriormente en la posición: AR: 4h 52m; D: +44° 26',5 (1950-0). Dicha fuente no presenta ninguna contrapartida óptica más brillante que mV: 15. Se están efectuando búsquedas espectroscópicas y en el IR lejano a fin de confirmar o no la identificación de la fuente descubierta por el satélite IRAS, que algunos periódicos se apresuran a llamar el décimo planeta del Sistema Solar.

Por otra parte, astrónomos del UKIRT (United Kingdom Infrared Telescope Unit) han identificado la fuente IRAS citada en la posición: AR: 4h 53m 6,8s; D: +44° 27' 59" (1950-0) que no coincide con la de los astrónomos indios. La posición y el flujo observados permitieron confirmar con certeza la identificación de la nueva fuente cuyo espectro infrarrojo muestra también una fuerte absorción debida al hielo, en la longitud de onda de 3,05 m.

NOVEDADES EN LA PEQUEÑA NUBE DE MAGALLANES

Según parecen revelar los estudios hechos con el radiotelescopio de Parkes y últimamente con los reflectores de 1m y 3m90 de Siding Spring (todos éstos instrumentos en Australia), la Pequeña Nube de Magallanes estaría aparentemente compuesta por dos partes distintas, separadas unos 30.000 años-luz. Dichas partes presentan movimientos que las van apartando a una velocidad de 40 Km/seg.

A tal conclusión han arribado los australianos Matthewson y Vinceford, de Mont Stromlo y de la Uni-

versidad de Canberra, tras sintetizar todas las observaciones efectuadas precedentemente. La interpretación que éstos astrónomos dan de este hecho es una colisión entre galaxias en la cual la Nube Menor ha resultado dividida en dos tras un choque con la Nube Mayor. El hecho habría ocurrido -de acuerdo con el modelo creado por los citados astrónomos- hace más de 200 millones de años.

Si ésto es lo que ocurrió, si éstas galaxias enanas (Nube Mayor y las dos Nubes Menores) no son restos de la nube primigenia que formó la Vía Láctea, sería la primera vez que una colisión entre galaxias podría ser estudiada "al alcance de la mano" y, consecuentemente, con todo detalle.

A todo ésto resulta curioso que hasta éste momento los astrónomos no se hallan percatado de la duplicidad de la Nube Menor, a sólo 160.000 años-luz de distancia.

LA MAS PEQUEÑA

Las galaxias más pequeñas que se conocen son las compañeras esferoidales enanas de nuestra Vía Láctea. De ellas, siete se encuentran en el halo más externo de la misma, juntamente con cierto número de cúmulos globulares y estrellas aisladas de Población II. Si consideramos dichas siete galaxias en orden decreciente de brillo tenemos Fornax, Leo I, Sculptor, Leo II, Ursa Minor, Draco y Carina, que es la última descubierta por su escaso brillo, comparable al de sesenta mil soles. Se la encontró en 1977 durante la exploración del cielo austral (Southern Sky Survey) en placas tomadas en la cámara Schmidt de 1m20 de Siding Spring (Australia).

Se encuentra a una distancia de 300.000 A.L. lo que hace que sea un miembro lejano del halo de nuestra galaxia. Debería, por lo tanto, ser muy vieja. Sin embargo un estudio reciente de sus estrellas indica que no es así; J. Mould, del Observatorio de Monte Palomar y M. Aaronson, del Observatorio Steward, midieron los colores de estrellas tan débiles como mag. 24 mediante una cámara acoplada con carga (CCD) en el reflector de 4m de Cerro Tolo-

lo. El diagrama color-magnitud, al ser acomodado a los cálculos teóricos, indicó una edad promedio estelar de unos 6 a 9 mil millones de años, o sea, la mitad de la edad de los cúmulos globulares. Por otra parte, no se han encontrado estrellas mucho más viejas que este promedio. Se trata sobre esta pequeña galaxia en el número del 15 de Octubre de 1983 del "Astrophysical Journal".

LA "USINA" DE RAYOS X DE M33

El minúsculo núcleo de la galaxia M33 en el Triángulo hospeda probablemente el objeto más poderosamente energético en todo el grupo local de galaxias. Fue detectado por el satélite Einstein conjuntamente con otras diez fuentes de rayos X en dicha espiral. De todas ellas, el objeto central es con mucho el más luminoso; su potencia energética en rayos X solamente, es un millón de veces mayor que la de nuestro Sol en todas las longitudes de onda. Como término de comparación, los núcleos de M31 y de nuestra Galaxia son respectivamente 10 y 10.000 veces más débiles que el objeto citado.

T. H. Markert y A. D. Rallis, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, hacen notar que no existe una explicación sencilla de la fuente de rayos X de dicho núcleo. Podrá deberse a una cantidad de sistemas binarios estelares de elevada o baja masa, pero su brillo decreció a la mitad entre Agosto de 1979 y Enero de 1980, lo que hace más probable que se trate de un único objeto compacto, como ser, una estrella de neutrones o un agujero negro.

Una posibilidad razonable es que M33 contenga un núcleo galáctico activo semejante a los de las galaxias Seyfert y los cuasares. Si de ellos se tratara, la fuente de rayos X del Triángulo (llamada M33 X-8), sería uno de los miembros menos importante de su clase y el más débil conocido, mostrando pocos o ningún indicio de actividad en otras longitudes de onda. Este objeto es tratado con detalle en el número de Diciembre 15 del "Astrophysical Journal".

Indice General Año 1984

Tomo LVI

AUTORES:

Bahcall, John y Spitzer, Lyman			
"El Telescopio Espacial"	228-9		
Cersósimo, Juan Carlos:			
"Una Nueva Visita del Cometa Halley"	230-5		
Delsemme, A. H.			
"Los Cometas y el Origen de la Vida" (parte 2)	228-22		
Di Baja, Alejandro			
"Construcción de un Espejo Diagonal Newtoniano de Grandes Dimensiones"	230-16		
de Loore, C.			
"Estrellas Dobles"	231-2		
Mirabel, I.F.			
"Búsqueda de Vida Extraterrestre: Desarrollos Recientes y Nuevas Perspectivas"	230-2		
Osorio, Augusto E.			
"El Radiospectrómetro"	230-14		
Queirolo, Carlos F.			
"Las Calculadoras Programables de Bolsillo en Aplicaciones a la Astronomía"	231-18		
Ruffo, Miguel			
"Historia de la Astronomía - La Astronomía en Egipto"	230-10		
Rusquellas, Cristian			
Bibliografía Comentada: "Solar System Photometry Handbook"	230-18		
Bibliografía Comentada: "Astronomical Tables of the Sun, Moon and Planets"	231-16		
"Reloj Astronómico"	231-20		
Sahade, Jorge			
"Coronas Estelares"	228-2		
Vattuone, Mario			
Bibliografía Comentada: "Advances in Photoelectric Photometry - Vol. 1"	230-18		
"Noticiero Astronómico"	230-24		
Zadunaisky, Pedro E.			
"Cometas"	231-2		
SECCIONES FIJAS			
EDITORIAL	228	Retiración de tapa	
ACTIVIDADES OBSERVACIONALES			
"Subcomisión de Estrellas Variables" y "Observaciones de Sol"	230-20		
OPTICA E INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS	231-22		
"Construcción de un Espejo Diagonal Newtoniano de Grandes Dimensiones"	230-16		
MICROCOMPUTACION Y ASTRONOMIA			
"Las Calculadoras Programables de Bolsillo en Aplicaciones a la Astronomía" y "Reloj Astronómico"	231-20		
BIBLIOGRAFIA COMENTADA			
"Solar System Photometry Handbook" y "Advances in Photoelectric Photometry - Vol 1"	230-18		
"Astronomical Tables of the Sun, Moon and Planets"	231-16		
NOTICIERO ASTRONOMICICO			
"Nova en Libra" - "Nueva definición del Metro" - "NGC 6240, un par singular de galaxias en fusión" - "Nombres a satélites de Júpiter y Saturno" - "Cometa Hartley - IRAS"			230-24
NOTICIAS DE LA ASOCIACION			
"Asamblea Ordinaria 1984" y "Socios Nuevos 4904-4945"			228-31
"Socios Nuevos 4946-5013" y "Primer Congreso Argentino de Aficionados a la Astronomía"			230-22
"Socios Nuevos 5014-5055"			231-21
EFEMERIDES			
"Efemérides 1985"			separata (incluida con el 230)
"Ocultación de Planetas y Estrellas Brillantes por la Luna - Abril-Junio 1985"			231-24
TEMAS			
COMETAS:			
"Los Cometas y el Origen de la Vida", A. H. Delsemme (parte 2)			228-22
"Una Nueva Visita del Cometa Halley", Juan Carlos Cersósimo			230-5
"Cometa Hartley-IRAS", Not. Astr.			230-24
"Cometas", Ing. Pedro E. Zadunaisky			231-2
ESTRELLAS Y EVOLUCION ESTELAR:			
"Coronas Estelares", Dr. Jorge Sahade			228-2
"Estrellas Dobles", C. de Loore			231-6
"Nova en Libra", Not. Astr.			230-24
"Estrellas Variables", Act. Obs.			230-20
			231-22
GALAXIAS:			
"NGC 6240, un par singular de galaxias en fusión", Not. Astr.			230-24
HISTORIA DE LA ASTRONOMIA:			
"La Astronomía en Egipto", Miguel Ruffo			230-10
MATEMATICAS Y ASTRONOMIA:			
"Las Calculadoras Programables en Aplicaciones a la Astronomía", Carlos Queirolo, y "Reloj Astronómico", Ing. Cristian Rusquellas. Micr. y Astr.			231-18
PLANETAS Y SATELITES:			
"Nombres a Satélites de Júpiter y Saturno", Not. Astr.			230-24
"Observaciones del Sol", Act. Obs.			230-22
			231-22
TECNICAS OBSERVACIONALES:			
"El Radiospectrómetro", Ing. Augusto E. Osorio			230-14
Bibliografía Comentada: "Solar System Photometry Handbook" y "Advances in Photoelectric Photometry, Vol 1"			230-18
TELESCOPIOS:			
"El Telescopio Espacial", John N. Bahcall y Lyman Spitzer, Jr.			228-9
"Construcción de un Espejo Diagonal Newtoniano de Grandes Dimensiones", Alejandro Di Baja (h), Opt. e Instr. Astr.			230-16
VIDA EXTRATERRESTRE:			
"Los Cometas y el Origen de la Vida", A. H. Delsemme (parte 2)			228-22
"Búsqueda de Vida Extraterrestre: Desarrollos recientes y Nuevas Perspectivas", I.F. Mirabel			230-2