



**REVISTA
ASTRONOMICA**

**NOVIEMBRE
1988
Nº 244**

REVISTA ASTRONOMICA

N° 244

Noviembre 1988

TOMO LVIII

AG ISSN 0044-9253

REGISTRO NACIONAL
DE LA PROPIEDAD
INTELLECTUAL N° 86109

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:

Sra. Susana Aiello

Sr. Juan Carlos Albenga

REDACTORES:

Dr. Angel Papetti

Sr. Carlos Rúa

Sr. Manuel López Alvarez

Ing. Cristián Rusquellas

TRADUCTORES:

Lic. Carlos Castiñeiras

Dr. Angel Papetti

TIPEADO Y CORRECCION:

Sra. Silvia Temporetti

DIAGRAMACION:

Ing. Cristián Rusquellas

CANJE:

Sra. Flora B. Claire

EFEMERIDES:

Ing. Cristián Rusquellas

COMISION DIRECTIVA

PRESIDENTE:

Ing. Cristián Rusquellas

VICEPRESIDENTE:

Dr. Angel Papetti

SECRETARIO:

Lic. Carlos Castiñeiras

PRO-SECRETARIO:

Sr. Alejandro Blain

TESORERO:

Sr. Eduardo De Tommaso

PRO-TESORERO:

Sr. Adolfo Brenman

VOCALES TITULARES:

Sra. Gloria Roitman

Sr. Osvaldo Moreno

Dr. José C. Caldararo

Sr. Ricardo Gil Hutton

Sr. Carlos Manuel Rúa

Sr. Jorge Campos

Dra. María Susana Cánepa

VOCALES SUPLENTES:

Sr. José María Aiani

COMISION REVISORA

DE CUENTAS

Dr. Juan Carlos Forte

Sr. Claudio Apelbaum

Sra. Flora B. Claire

Impreso en:

Agencia Periodística CID

Avda. de Mayo 666, 2° Bs. As.

Tel. 30-2471



REVISTA ASTRONOMICA



Fundador: CARLOS CARDALDA

Organo de la Asociación Argentina
Amigos de la Astronomía

SUMARIO

LOS INICIOS DE LA ASTRONOMIA EN EL PERU

por el Dr. Jorge Sahade

Pag. 2

LAS VARIACIONES DEL DIAMETRO SOLAR

por el Dr. Angel Papetti

Pag. 6

EL METODO DE BEYER

por Santiago Paolantonio

Pag. 9

MONOGRAFIAS SOBRE PLANETAS: PLUTON

por Alberto Ballardini

Pag. 15

EL CINTURON DE ASTEROIDES

por Ricardo Gil Hutton

Pag. 18

SEGUNDA REUNION REGIONAL DE ASTRONOMIA EXTRAGALACTICA

por el Dr. José Luis Sérsic

Pag. 22

OPTICA E INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS

Conducido por la Comisión de Optica

Pag. 24

NOTICIAS DE LA ASOCIACION

Pag. 29

NOTICIERO ASTRONOMICO

Pag. 31

INDICE AÑO 1987

Pag. 32

Nuestra Tapa:

Telescopio de 76 cm de
la Estación de Altura
"El Leoncito", en la
Provincia de San Juan.

Los inicios de la Astronomía en el Perú

Por el Dr. Jorge Sahade

Pareciera que en esta nueva visita que efectúo a Lima - la primera data de un cuarto de siglo atrás - la Universidad Nacional Mayor de San Marcos me quiere colmar de honores. El honor de integrar la Alta Casa de Estudios como Profesor Honorario, el honor de ocupar la cátedra en este salón de Grados cuyo nombre recuerda toda una gran revolución en nuestra concepción del Universo.

Quisiera, pues, que mis primeras palabras sean para expresar mi más profundo reconocimiento a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por la honrosa distinción que me ha conferido al designarme Profesor Honorario de esta ilustre Casa, la Universidad Decana de América.

No necesito destacar cuán honrado me siento y cuánta satisfacción me proporciona esta ceremonia que toca a mis fibras más sensibles y con la que se profundiza aún más, si cabe, la vinculación afectiva que me une a la Universidad de San Marcos y al Perú desde que firmáramos, a principios de 1984, el convenio que implementó el Primer Programa de Profesores Visitantes de la Unión Astronómica Internacional y se materializara mi primer contacto con San Marcos.

Sin duda, la distinción a mi persona debe interpretarse más bien como un homenaje a la Unión Astronómica Internacional, en cuya asociación la Universidad Nacional de San Marcos ha retomado el camino por el que Perú transitara en la época dorada del imperio incaico, una de cuyas características más salientes fue el desarrollo extraordinario que alcanzaron los conocimientos astronómicos.

Esta suerte de volver a abreviar en las fuentes, seguramente fructificará en aportes de importancia de los astrónomos peruanos, de un futuro que estamos tocando con la mano, a nuestro conocimiento e interpretación de los fenómenos del Universo.

Estoy convencido de que la distinción que se me ha otorgado y que me alaga y me compromete, equivale a testimoniar la importancia que la Universidad Nacional Mayor de San Marcos asigna al desarrollo de la ciencia básica - que es, como todos lo sabemos, fundamento y sostén de la ciencia aplicada y de la tecnología - y, en particular, la importancia que asigna al desarrollo de la Astronomía.

Tal vez existan todavía algunas pocas personas que se preguntan a sí mismas qué importancia puede tener el desarrollo de la Astronomía para un entorno que posee urgencias de otro orden.

La Astronomía es, por su naturaleza, la más antigua de las ciencias y satisface una curiosidad natural, permanente y creciente del individuo, que es acuciada actualmente por los logros, que se suceden uno tras otro, desde hace treinta años, con el advenimiento de la era espacial.

Por otra parte, la Astronomía ofrece un laboratorio único para la Física, un laboratorio que permite el análisis y la verificación de teorías como la Teoría de la Relatividad, el estudio del comportamiento de la materia en condiciones extremas de densidad, y de una serie de problemas que configuran una larga lista que no es necesario repetir en este momento.

En la actualidad la interacción entre la Astronomía y la Física es tan fuerte que los físicos no pueden ignorar la disciplina astronómica ni los astrónomos pueden hacer abstracción de los conocimientos de la Física. Así resulta encomiable que San Marcos inicie su tradición astronómica moderna dentro de una Facultad de Física, permitiendo que el bagaje de Física de los astrónomos peruanos sea el que requiere la época presente y facilitando la interacción tan necesaria entre astrónomos y físicos.

En tercer término, **last but not least**, como dicen las personas de habla inglesa, agreguemos que la Astronomía es una ciencia que genera progresos en otras ramas de la ciencia y en la tecnología, y que se está convirtiendo, cada vez más, en una disciplina multiinterdisciplinaria.

Como ejemplos elocuentes de elementos de carácter práctico que han sido generados por la Astronomía, mencionaré sólo tres, la vajilla de pyrex y de pyroceram, las emulsiones fotográficas de gran sensibilidad y los relojes de cuarzo. El pyrex nació a raíz de la necesidad de los astrónomos de contar, para la óptica de los telescopios, con material caracterizado por un coeficiente de dilatación extremadamente pequeño o nulo.

Con respecto a las emulsiones fotográficas, digamos que el astrónomo necesita observar objetos celestes de muy poco brillo y ello aparejaba la necesidad de contar con material fotográfico capaz de registrarlos con

una resolución temporal adecuada, es decir, relativamente pequeña. Hoy en día se puede recurrir y se recurre a otros métodos, pero, hasta no hace muchos años, la placa o película fotográfica constituía el elemento único e imprescindible.

Finalmente, los relojes de cuarzo surgen de la necesidad del astrónomo de "conservar" la hora, o tiempo cronológico, con una gran precisión.

Convendremos, pues, en que el apoyo al desarrollo astronómico condice muy bien con la necesidad de nuestra época de desarrollar la ciencia y la técnica, que progresan con un ritmo vertiginoso, y de las cuales dependen estrechamente todas nuestras actividades, incluido el presente y el futuro de nuestras naciones.

Todo apoyo al desarrollo científico es una verdadera inversión para el futuro. Nuestros países no podrán emerger de su situación, denominada genéricamente subdesarrollo, si no se insertan en el mundo moderno creando una tecnología propia, de punta. Pero, para ello, es imprescindible desarrollar la ciencia básica.

Japón nos da un ejemplo magnífico de lo que acabamos de afirmar. El desarrollo científico y tecnológico de este país marchan parejos y muestran el resultado de esa continua "inversión para el futuro". Y, así, un país sin recursos naturales, que "debiera ser pobre", según esa clasificación de países que una mente aguda propusiera alguna vez, está hoy a la cabeza del mundo tecnológico y por encima de países que tradicionalmente se habían destacado en los campos que ahora son dominados por el país oriental. Los recursos sustanciales que Japón dedica al desarrollo de la ciencia, al desarrollo del conocimiento científico, han permitido tal resultado.

No creo que sea necesario que sigamos con este tema, que es importante, pero seguramente estará presente constantemente en la mente de todos ustedes. Digamos, en cambio, algunas palabras relacionadas con Astronomía en Perú.

He pensado que, tal vez valdría la pena recordar, en esta ocasión, que a fines del siglo pasado el Observatorio de Harvard, una de las tres o cuatro grandes instituciones astronómicas norteamericanas de la época, instaló en Arequipa instrumental destinado esencialmente a obtener material observacional para un catálogo famoso e importante que aún hoy se utiliza ampliamente, el **Henry Draper Catalogue** o Catálogo Henry Draper.

¿Qué es el Catálogo Henry Draper? Se trata de un catálogo que proporciona información sobre los espectros de casi 400.000 estrellas de los dos hemisferios celestes.

El concepto del espectro de una fuente como el Sol se conocía desde la época de Newton, es decir, desde la segunda mitad del siglo XVII. Pero no se tenía la menor idea acerca de su posible significación.

Recién después de las observaciones de Fraunhofer en la primera mitad del siglo XIX (1814-1815) y, en particular, después de que Kirchhoff enunciara sus leyes en 1859, que se desarrolló interés por la observación e interpretación de los espectros de las estrellas, cuyo estudio adquiere, entonces, gran relevancia.

En los espectros estelares distinguimos a) un espectro continuo cuya distribución de energía en función de la longitud de onda depende de la temperatura superficial de la estrella, y b) un espectro de líneas, comúnmente en absorción, pero muchas veces en emisión, que depende de las condiciones físicas de la atmósfera; y que se origina en los átomos y/o iones que la componen.

La aplicación de la fotografía a la observación astronómica al comenzar la última década del siglo XIX, dió impulso al estudio de los espectros porque ya era posible registrarlos sobre una placa fotográfica y estudiarlos a voluntad en el laboratorio. Con anterioridad, los estudios eran visuales de modo que requerían un gran esfuerzo de atención y gran disponibilidad de tiempo, todo lo cual implicaba un avance lento y posibilidades pobres de realizar intercomparaciones.

No obstante lo difícil de la tarea, el sacerdote jesuita Pietro Angelo Secchi, en el curso de los tres años que van de 1866 a 1868, llegó a examinar visualmente los espectros de más de 4000 estrellas y a proponer, teniendo en cuenta la menor o mayor presencia de líneas de absorción y el aspecto de bandas anchas de absorción que aparecen en los espectros de estrellas muy rojas, un sistema de clasificación de las estrellas en cuatro grupos que correspondían

- I) a las estrellas blancas y azules,
- II) a las estrellas amarillas,
- III) a estrellas muy rojas con bandas de absorción anchas,
- IV) a estrellas muy rojas con bandas de absorción degradadas hacia las longitudes de ondas más largas.

El objetivo del estudio del padre Secchi fue comprobar según afirmaba en un informe, en 1868, "si la composición de las estrellas es tan variada como innumerables son las estrellas".

En verdad, según se comprobó más tarde, los grupos en los que el Padre Secchi dividió a las estrellas, formaban una secuencia de temperaturas. Las estrellas del grupo I son las más calientes y las estrellas más rojas son las más frías.

Varios sistemas de clasificación de los espectros o clasificación espectral, fueron propuestos con posterioridad a la propuesta del P. Secchi. Citemos sólo el de H.C. Vogel, quien, en 1874, propuso un sistema similar al del P. Secchi, comprobó que la temperatura era el parámetro fundamental de su clasificación y estimó que la secuencia establecida debía ser una secuencia evolutiva en que las estrellas más calientes - blancas - serían las más jóvenes, mientras que las estrellas rojas serían las de menor temperatura y a la vez, las más viejas. Esto, en realidad, no era así - pero su creencia simplemente reflejaba la preocupación que los astrónomos siempre han tenido acerca de cómo evolucionan las estrellas.

En tal contexto se inscribe el esfuerzo que significó observar y clasificar los espectros de esas casi 400.000 estrellas distribuidas en los dos hemisferios celestes, que constituyen el Catálogo Henry Draper. Las estrellas del hemisferio norte fueron observadas en el Observatorio de Harvard, y las estrellas del hemisferio sur en Arequipa.

En verdad, el Observatorio de Harvard había programado la instalación de una estación astronómica para observar el cielo austral y con tal fin decidió investigar las condiciones meteorológicas en distintos lugares del territorio peruano, y lo hizo durante un buen número de años. De ese estudio surgió la decisión de efectuar las observaciones desde Arequipa donde se instalaron telescopios de 20, 25 y 32 centímetros de abertura, pequeños de acuerdo a los criterios actuales, pero respetables para la época de que estamos hablando, fines de siglo pasado a principios del siglo actual.

La instalación de Arequipa - caracterizada por "condiciones atmosféricas casi sin rival", según afirma

el informe del Director del Observatorio Astronómico del Colegio de Harvard correspondiente al año que finalizaba el 30 de septiembre de 1895, recibía la denominación de Observatorio Boyden. El nombre asignado a la estación peruana era el de un ingeniero mecánico de nombre Uriah A. Boyden, quien vivía en Boston y, en 1872, dejó en su testamento 238.000 dólares "con el propósito de que se realicen observaciones astronómicas que eviten, dentro de lo posible, los efectos negativos de la atmósfera terrestre". Ese fondo fue transferido a Harvard y de allí nació la estación de Arequipa u Observatorio Boyden. En 1926, este Observatorio fue trasladado a Sud Africa, a Mazelspoort, a menos de 25 kilómetros de Bloemfontein, a pesar de que en cierta oportunidad se había afirmado que era dudoso que se pudiese encontrar en Sud Africa una ubicación mejor que la de Arequipa. Pero aparentemente en los últimos años la nubosidad había aumentado considerablemente en Arequipa y tal vez esto haya constituido la razón principal o una de las razones del traslado.

Los trabajos realizados en Arequipa fueron variados, y creo que es conveniente enumerar una buena parte de ellos para poner de relieve que, desde estas latitudes, en un período de poco más de treinta y cinco años, se contribuyó en forma destacada al conocimiento del cielo austral. Los temas que se cubrieron en el Observatorio Boyden van desde la confección de cartas de cúmulos y de cartas de las Nubes de Magallanes y de algunas regiones interesantes de nuestra Galaxia, hasta la obtención de espectros estelares, pasando por búsquedas de estrellas variables en ω Centauri, fotometría de todas las estrellas, con declinación más austral que -30° , de magnitud 7a o más brillantes, brillos relativos de las componentes de estrellas dobles visuales, etc., etc.

Todas las contribuciones tienen importancia pero ciertamente las de mayor relieve fueron la toma de material para que el Catálogo Henry Draper incluyera también las estrellas del hemisferio austral, y las observaciones de variables cefeidas en las Nubes de Magallanes que condujeron al descubrimiento de la trascendente relación Período- Luminosidad.

Durante más de treinta y cinco años Arequipa estuvo asociada a un esfuerzo astronómico de la mayor importancia y, el Observatorio Boyden, vinculado a astrónomos ilustres como Solon I. Bailey y León Campbell, entre otros, este último en gran medida responsable del éxito de la Asociación Norteamericana de Observadores de Estrellas Variables. Todo el material obtenido en Perú era enviado a Estados Unidos para ser analizado. Esto indudablemente aseguraba la homogeneidad de la clasificación espectral, en el caso de la información para el Catálogo Henry Draper, y hacía innecesario crear una infraestructura en Perú con personal y elementos para el estudio y cálculo.

A su vez, esto impidió, lamentablemente, que el Observatorio de Arequipa se convirtiera en un centro de atracción y de irradiación para los jóvenes peruanos y contribuyera a crear los gérmenes de un renacer más temprano de la Astronomía en Perú, a nivel de investigación. A pesar del interés que siempre existió en este país por la Astronomía como lo prueba el éxito que ha venido acompañando a la muy activa Asociación Peruana de Astronomía, que congrega a todos los aficionados a la ciencia de Urania alrededor de sus instalaciones y actividades en el morro de Chorrillos, la Astro-

nomía a nivel universitario no había llegado a desarrollarse en Perú. Ese renacer es historia presente: comienza luego del regreso de María Luisa Aguilar a Lima, después de graduarse de Astrónoma en Argentina y al asociarse la Universidad Nacional Mayor de San Marcos a la Unión Astronómica Internacional en el Primer Programa de Profesores Visitantes de ese organismo. Ahora ese interés general puede canalizarse y fructificar en una labor de investigación de avanzada.

Las observaciones para el Catálogo Henry Draper se realizaron utilizando el prisma objetivo (un prisma, más de uno, antepuesto al objetivo del instrumento), que permite obtener sobre una misma placa fotográfica los espectros de todas las estrellas que aparecen en el campo del telescopio. Es un procedimiento ideal para poder producir un Catálogo como el Henry Draper en un tiempo razonable.

La clasificación de las casi 400.000 estrellas que abarca el Catálogo, que se publicó entre 1918 y 1924 (con extensiones que aparecieron hasta 1949), fue esencialmente el resultado de la labor meritoria de Anne J. Cannon, caracterizada por un entusiasmo contagioso y una paciencia y sistematicidad admirables, de todo punto de vista. La clasificación que ella estableció, modificando otra sugerida en Harvard con anterioridad, equivale a una secuencia de temperaturas efectivas de las fotosferas estelares. Ese sistema de clasificación unidimensional se mantiene en uso aún hoy en día, sólo que en la actualidad el sistema bidimensional y los parámetros que lo definen son la temperatura y también la luminosidad intrínseca de las estrellas, que, implica dimensiones relativas e idea de distancia.

En verdad, los espectros son muy ricos en información y además de decirnos cuál es la temperatura superficial y la luminosidad de una estrella, nos proporcionan o nos pueden proporcionar respuesta a interrogantes tales como

- a) con qué velocidad la estrella se acerca o se aleja de nosotros, en la dirección visual;
- b) con qué velocidad rota alrededor de su eje de rotación;
- c) cuál es la intensidad de su campo magnético;
- d) cuál es la densidad de las regiones donde se originan las líneas que los surcan;
- e) si la estrella eyecta material;
- f) si la estrella pulsa;
- g) cuál es la estructura gaseosa que caracteriza a un sistema binario cerrado;
- h) cuáles son las masas y, eventualmente, cuáles son las densidades medias de las componentes de un sistema binario.

Todo lo que hemos dicho hasta ahora se refiere a los espectros tomados con telescopios convencionales ubicados en algún lugar de la superficie terrestre, y cuya información se refiere a la fotosfera y a lo que entendíamos por atmósferas estelares. En ciertos casos, que corresponden a estrellas que designamos como peculiares, los espectros sugieren que la capa gaseosa que rodea a la estrella es muy extendida.

El concepto clásico de atmósfera se refiere a una envoltura gaseosa que rodea a la estrella y cuyo espesor es una fracción muy pequeña del radio estelar, pero las atmósferas extendidas de las estrellas peculiares se extienden a varios radios de distancia, llegando en algunos casos, a densidades un millón o más de veces menores que la densidad de las atmósferas estelares "normales"

o clásicas.

Ahora bien, con las observaciones convencionales, sabemos que el Sol es una estrella de unos 5800° de temperatura superficial, caracterizada por una atmósfera muy extendida en la que distinguimos distintas zonas cuyas temperaturas deben alcanzar valores muy superiores al valor de la temperatura superficial. Por ejemplo, ya de antiguo sabíamos de la existencia de la corona solar y sabíamos que el espectro de la corona solar sólo puede explicarse si atribuimos a esa zona una temperatura muy elevada, del orden del millón de grados. Lo que no sabíamos es que todas las estrellas están caracterizadas por una formación gaseosa similar a la del Sol.

Este conocimiento ha resultado de las observaciones con satélites, es decir, en rangos de energía que son absorbidos por la atmósfera terrestre.

La existencia en las envolturas que rodean a las estrellas de regiones en que la temperatura es varias veces mayor que las temperaturas superficiales, que no son superiores a los 50000° , sugiere que en las estrellas se deben generar fuentes de energía de origen no térmico, por disipación de ondas de choque o fenómenos similares.

El intento de estudiar los espectros estelares para sistematizarlos en una secuencia que está vinculada con la evolución de las estrellas, lo que no tiene, en realidad, asidero, llevó a la producción del Catálogo Henry Draper, parte de cuyo material fue obtenido en Perú.

Con el transcurso del tiempo aprendimos a analizar los espectros estelares desde distintos puntos de vista y en zonas del espectro electromagnético que no se pueden observar desde los observatorios convencionales. El re-

sultado final es que de la concepción de la estrella caracterizada por una cierta temperatura superficial y rodeada de una atmósfera de un espesor sumamente pequeño en relación con su radio, hemos pasado, en mucho menos de un siglo, a la concepción de la estrella caracterizada por una cierta temperatura superficial pero rodeada de una atmósfera que se extiende a varios radios de distancia y disipa energía mecánica dando lugar a regiones de muy alta temperatura electrónica, varias veces superior a la temperatura superficial. La estructura de esta atmósfera extendida es semejante a la que caracteriza al Sol pero la importancia relativa de las distintas regiones puede ser distinta según el objeto o el tipo de objeto de que se trate.

Dentro de muy poco tiempo creemos que ha de comenzar el aporte peruano al progreso de la Astronomía. Esperamos que dentro de algunos años podamos agregar detalles a nuestra concepción actual de la estructura gaseosa de las estrellas y que en esa nueva concepción hayan contribuido los jóvenes universitarios que hoy están entusiasmados por dedicarse a la investigación astronómica y desean superar etapas en esa búsqueda del conocimiento científico.

La Unión Astronómica Internacional estará siempre dispuesta a prestar apoyo y a acompañar al Perú en su esfuerzo por contribuir en forma destacada al conocimiento del Universo. En cuanto a quien les habla, que vive la emoción y el orgullo de ser Profesor Honorario de San Marcos, se sentiría muy feliz y satisfecho si pudiese coadyuvar de alguna manera, a ese esfuerzo del Perú. Quedo a disposición de ustedes en todo lo que pudiera ser útil a San Marcos y a la Astronomía Peruana. Muchas gracias.

NUEVO

ATLAS FOTOGRAFICO PARA LA BUSQUEDA DE SUPERNOVAS TOMO I

Incluye 125 fotografías de galaxias entre las declinaciones -20° y -90° .

Por Manuel López Alvarez

En preparación el Tomo II, para las declinaciones -20° a $+20^{\circ}$.

EN VENTA EN NUESTRA ASOCIACION. CONSULTE.

Las Variaciones del Diámetro Solar

por el Dr. Angel Papetti

El Sol se nos presenta como un disco de un diámetro aparente de alrededor de 32 minutos de arco, que varía, naturalmente, en el curso del año, en razón inversa de su distancia a la Tierra, entre un máximo de 32' 35" a principios de Enero cuando nuestro planeta pasa por el perihelio de su órbita, y un mínimo de 31' 31" a principios de Julio cuando pasa por su afelio. Pero, si a los diámetros aparentes medidos se les hacen las correcciones correspondientes para reducirlas a una distancia media: ¿se han medido variaciones en el curso de los siglos que correspondan a una variación real progresiva o a una pulsación del diámetro del globo solar?

En otras escalas de tiempo, no quedan dudas sobre pulsaciones solares o muy probables variaciones progresivas de las dimensiones del Sol.

Por ejemplo, recientemente varios grupos de investigadores han detectado y analizado pulsaciones de toda la atmósfera solar, las llamadas "pulsaciones coherentes", entre las cuales se destaca una de un periodo de alrededor de 2 horas 40 minutos, cuya amplitud es del orden de un diezmilésimo del diámetro solar, que corresponde angularmente a unos 2/10 de segundo de arco.

Por otra parte, en el otro extremo de la escala temporal, la que podríamos llamar escala cósmica, dentro del modelo de Sol aceptado en la actualidad y de la evolución futura compatible con el mismo, los cálculos demuestran que el Sol permanecerá en su actual fase evolutiva por unos 5000 millones de años durante la cual continuará en su región central el proceso de fusión del hidrógeno en helio que está en marcha desde hace unos 4500 millones de años. Cuando en la región central se haya consumido casi todo el hidrógeno, el desequilibrio entre la presión de las capas interiores y el "peso" de las exteriores provocará una contracción gravitacional que calentará los estratos adyacentes e intensificará el proceso de fusión del hidrógeno remanente en helio. Esta energía adicional así generada tenderá a dilatar las capas exteriores del Sol que se enfriarán en un proceso de expansión adiabática, transformándose el mismo, de esta manera, en una "gigante roja". En este estadio, el diámetro solar prodrá alcanzar y aún superar el diámetro de la órbita terrestre y, por supuesto, se extinguirá entonces cualquier forma de vida que todavía podría subsistir sobre la Tierra.

En general, se admite que después de que el Sol alcance la etapa de gigante roja, con una temperatura central de unos 100 millones de grados, se iniciará la reacción de fusión del helio en carbono y que, luego de agotarse el helio, se repetirá el proceso que tuvo lugar cuando se agotó el hidrógeno. La región central del Sol deberá, entonces, contraerse tendiendo hacia una etapa

final que lo transformará en una estrella "enana blanca", mientras sus capas superficiales se expandirán hasta dispersarse en el espacio interestelar.

Dentro de algunas incertidumbres que plantean las eventuales pérdidas de masa y la mayor o menor velocidad de los procesos evolutivos, hay general consenso en que el diámetro del Sol experimentará sustanciales cambios durante los milenios de su vida futura.

Pero, el objeto del presente artículo es mucho más limitado y específico y se refiere a una escala de tiempo que podríamos denominar "intermedia" entre los dos extremos considerados. Concretamente, la pregunta correspondiente podría ser: desde que se iniciaron mediciones precisas del diámetro solar, ¿se han detectado variaciones confiables, de un orden mayor de los errores instrumentales, las ecuaciones personales, los factores atmosféricos, o las limitaciones intrínsecas de los diferentes métodos de medición empleados en cada caso?

Básicamente, son tres los procedimientos empleados para medir el diámetro aparente del Sol:

- 1) mediante el heliómetro o,
- 2) el círculo meridiano
- 3) por mediciones de imágenes fotográficas del Sol.

El heliómetro, inventado a mediados del siglo XVIII, se empleó ya a partir de las primeras décadas de siglo pasado para la medición de paralajes diferenciales y, desde mediados del mismo, para mediciones sistemáticas del disco solar. Como es un instrumento prácticamente en desuso y, en general, poco conocido por los aficionados, describiremos brevemente los fundamentos de su operación. Se trata de un refractor ecuatorial con su lente objetivo dividida en dos mitades que pueden desplazarse recíprocamente a lo largo de su diámetro común mediante un tornillo micrométrico. Cada mitad de la lente proporciona sendas imágenes focales de la estrellas en el campo del instrumento y, desplazando adecuadamente una mitad del objetivo respecto de la otra, puede hacerse coincidir las imágenes de dos estrellas diferentes, si previamente se ha rotado el lente de manera que el desplazamiento recíproco de sus dos mitades tiene lugar paralelamente a la recta que pasa por las dos estrellas. La separación angular de las mismas se lee, entoces, en el tambor graduado solidario al tornillo micrométrico, adecuadamente calibrado.

El mismo principio permite medir el diámetro aparente del Sol: cuando se observa al mismo con las dos sendas imágenes no desplazadas, se obtiene una imagen única como la que proporciona un objetivo común. Deslizándose una mitad del lente, dejando fija la otra, la imagen del Sol se desdobra y, cuando las dos imágenes llegan a ser tangentes, el desplazamiento angular que se lee en el tambor da el diámetro aparente solar.

Como ya se ha indicado, para este tipo de mediciones se empleó, también, el círculo meridiano. Estas observaciones se continúan aún en algunos observatorios tomando los tiempos de pasaje por el meridiano de los dos limbos solares, que dan el diámetro angular Este-Oeste, mientras que la diferencia de altura o de distancia cenital entre los bordes superior e inferior proporcionan el diámetro Norte-Sur del Sol.

Las series de observaciones más largas y homogéneas realizadas con esta finalidad son las que se llevaron a cabo en los observatorios de Greenwich, Roma y en el observatorio naval de Washington.

Por ejemplo, este tipo de mediciones se efectuaron en el observatorio de Roma durante 63 años, entre 1874 y 1937, todos los días de cielo despejado, con el círculo meridiano de Ertel, proyectando la imagen del Sol sobre una pantalla blanca en la que se veían, asimismo, proyectados los hilos del micrómetro del instrumento. Tres o cuatro astrónomos, sentados alrededor de la pantalla, determinaban con total independencia unos de otros, los instantes precisos en que los bordes Oeste y Este del disco solar proyectado (de unos 50 cm. de diámetro) cortaban los diferentes hilos del micrómetro.

Se tuvo, así, una serie de varias decenas de miles de mediciones realizadas todas en las mismas condiciones y con el mismo instrumento. Como los integrantes del grupo de astrónomos fueron cambiando con los años, las observaciones se redujeron luego a un sistema único en el que se tomaron en cuenta las ecuaciones personales.

Como ya lo mencionamos, series de mediciones de este tipo suficientemente prolongadas como para prestarse a un análisis crítico que permita detectar eventuales variaciones del diámetro aparente del Sol fueron realizadas también en Greenwich y Washington. Más adelante comentaremos los resultados de esos análisis.

Antes, comentemos brevemente las limitaciones inherentes a esta clase de mediciones.

Como todo observador solar sabe, es normal que las imágenes del Sol presenten un mayor o menor grado de turbulencia, con bordes permanentemente ondulares. Ello es el resultado de las corrientes convectivas que el mismo Sol genera en nuestra atmósfera con intensidades muy variables que dependen de la naturaleza del suelo, grado de estabilidad del aire y otros factores locales. A esta turbulencia térmica se suma la originada por la circulación atmosférica de escala sinóptica que, en general, afecta a toda la troposfera, y que puede influir tanto o más que la convección local en el deterioro de la calidad de la imagen. A estos factores, que podríamos llamar exteriores, debe agregarse la turbulencia generada en el mismo instrumento que, a su vez, depende de su tipo, accesorios y dispositivos adicionales al mismo, etc.

Tanto los heliómetros como los círculos meridianos son refractores, cuya turbulencia instrumental es la mínima, a igualdad de factores exteriores. Con todo, cuando se trata de mediciones que requieren extrema estabilidad y definición de imagen, aún en el mejor de los casos, la turbulencia residual, tanto atmosférica como instrumental, hace prácticamente imposible definir el borde solar con precisión mayor que $0,5''$, es decir, medio segundo de arco, y ésta es una seria limitación cuando se trata de investigar variaciones angulares de aproximadamente el mismo orden.

Como ya se mencionó, el otro método empleado para investigar este problema es el fotográfico, que con-

siste en medir la imagen del Sol registrada en las placas obtenidas con exposiciones muy cortas, con lo cual se consigue suprimir o disminuir en gran medida la reverberación. Pero, el calentamiento del objetivo y, en general, de todo el tren óptico, hacen variar constantemente la distancia focal, de manera que es prácticamente imposible saber con exactitud cual es su valor en el instante de la exposición y, por consiguiente, conocer con la misma necesaria exactitud la escala de la fotografía. Por otra parte, estas fotografías solares están muy afectadas por el fenómeno de irradiación, que también influye, aunque en menor grado, en las mediciones hechas con heliómetros o círculos meridianos.

El efecto de irradiación, que es del orden de $3''$, se pone en evidencia por una variación estacional de las mediciones, resultando tanto el diámetro solar ecuatorial como el polar, mayores en verano que en invierno. Esto está indicando una variación también estacional en el valor del contraste entre el disco luminoso del Sol y el fondo del cielo, que, a su vez, es función de la absorción atmosférica que, como se sabe, es proporcional a la secante de la distancia cenital. En mediciones angulares de tan alta precisión como las que requieren estas investigaciones, no resulta fácil separar este efecto de irradiación de las eventuales variaciones del diámetro solar.

Comentados someramente los métodos empleados en estas mediciones, así como sus limitaciones, veamos ahora qué conclusiones pueden extraerse de las mismas.

Hemos mencionado ya una pulsación coherente del Sol con un periodo alrededor de 2h 40m. Pulsaciones solares con periodos de decenas o centenares de años parecerían resultar de otras series de observaciones.

Ya los Padres A. Secchi y P. Rosa habían sugerido, hace más de un siglo, un periodo de aproximadamente 11 años, coincidente con el de la actividad solar, que pareció confirmado luego por el análisis que hizo Wolf de las observaciones realizadas por Hilfiker con círculo meridiano. Esa correlación fue llamada la "Ley Secchi-Rosa".

Como ya se ha dicho, las mediciones realizadas en Roma durante 63 años fueron luego corregidas de las ecuaciones personales de los diferentes observadores intervinientes; posteriormente, fueron sometidas a un análisis de Fourier por M. Cimino, quien encontró que las variaciones observadas en el valor angular del diámetro solar resultaban de la suma de dos oscilaciones armónicas: una principal con una amplitud de cerca de $1''$ y un periodo de 22 años, y una secundaria de amplitud menor, aunque no despreciable, con un periodo de 8 años. Es de destacar que la oscilación de 22 años coincide con lo que podríamos llamar el verdadero periodo de la actividad solar, si tomamos en cuenta no sólo la cantidad de manchas, sino también la polaridad magnética de las mismas.

En cuanto a la oscilación secundaria, también encontrada en una corta serie de observaciones hechas en Gottingen, podría estar correlacionada con un ciclo climático de igual periodo hallado por Maurer para varias localidades de Suiza y Eredia para la ciudad de Milán. Para esas localidades resulta, en particular, un marcado ciclo de 8 años en la marcha de la presión atmosférica y de las precipitaciones, especialmente durante los meses fríos.

Vayamos ahora a las observaciones de Greenwich y de Washington.

En 1979, J.A. Eddy y A.A. Boorzanian, analizan-

do las mediciones del diámetro angular del Sol efectuadas en Greenwich entre 1836 y 1953, y en Washington entre 1894 y 1950, encontraron una disminución sistemática de dicho diámetro, ya detectada antes por otros investigadores en el material de Greenwich. Esa disminución resultó ser de, aproximadamente, 2" por siglo. Si consideramos que el diámetro angular promedio del Sol es de 32 minutos de arco, es decir, de unos 2000", la variación encontrada equivale a un milésimo del diámetro solar por siglo. Si esa contracción se continuara en el futuro con el mismo valor, el Sol debería reducirse a un punto dentro de 100.000 años, lo que resulta astrofísicamente inadmisibles. Viceversa, si extrapolamos al pasado esa variación, el diámetro solar, hace 100.000 años, habría sido el doble del actual, y esto tampoco resulta admisible desde el punto de vista geológico.

No obstante, podrían aceptarse los resultados de las investigaciones de Eddy y Boorzanian si se admite que el Sol pulsa con un período de algunos siglos, contrayéndose y dilatándose alternadamente.

Si el Sol se encuentra actualmente en una fase de contracción, ésta podría proporcionar parte de la energía que admite, lo que permitiría resolver el llamado "problema de los neutrinos faltantes" sin recurrir a la hipótesis de la "oscilación" de los mismos.

Hagamos aquí otro paréntesis para explicar brevemente estos problemas.

En la reacción de fusión del hidrógeno en helio que tiene lugar en la región central del Sol y que se considera que genera toda la energía que emite el mismo, se producen y emiten también neutrinos, partículas sin carga eléctrica y de masa prácticamente despreciable, aún con respecto a la del electrón. La hipótesis de la existencia de los neutrinos ya fue avanzada por W. Pauli en 1931 y luego desarrollada por E. Fermi.

Prescindiendo de detalles digamos que, conociéndose la energía emitida por el Sol por unidad de tiempo y, asimismo, la producción en cada proceso elemental de fusión, que libera dos neutrinos, se puede calcular el número de neutrinos que se generan en la misma unidad de tiempo. A partir de este dato, se puede calcular la cantidad de esas partículas que deberían incidir, por segundo, sobre cada metro cuadrado de la superficie terrestre.

Sin entrar a describir el procedimiento empleado para revelar los neutrinos que llegan a la Tierra, digamos que, a pesar de los esfuerzos realizados para mejorar las evaluaciones teóricas y la sensibilidad de las mediciones, el flujo de neutrinos detectados en diez años de mediciones es, aproximadamente, sólo un tercio del calculado. En este déficit consiste el llamado: "problema de los neutrinos faltantes".

Esta discrepancia entre los valores calculados y los observados, han arrojado ciertas dudas sobre las ideas que actualmente se sustentan acerca de las estructuras y evoluciones estelares y, asimismo, sobre el origen de parte de la energía emitida por el Sol.

Para conciliar dichas discrepancias se han avanzado diversas hipótesis, algunas realmente audaces, aunque en la actualidad existe una tendencia a considerar que la explicación puede residir en la estructura misma de los neutrinos, que estarían permanentemente "oscilando" entre tres tipos diferentes, uno solo de los cuales sería detectable por el procedimiento empleado para revelarlos.

Pero, si la energía producida en el Sol fuese proporcionada no sólo por la fusión del hidrógeno en helio sino también por cierta contracción del astro, para mantener el régimen de emisión observado sería necesaria la fusión de una menor cantidad de hidrógeno y, por consiguiente, resultaría así una menor producción y flujo de neutrinos. Podría explicarse, así, el problema de los neutrinos faltantes sin recurrir a la hipótesis de la "oscilación" de estas partículas que, por otra parte, necesita todavía de confirmaciones experimentales muy delicadas.

En apoyo de la hipótesis de una contracción secular del Sol podríamos mencionar, también, algunas crónicas de eclipses solares que se produjeron en el siglo XVI, donde se describen como anulares eclipses que, según cálculos que pueden hacerse hoy, debieron ser totales. De ello se deduciría que el diámetro del Sol era, entonces, mayor que el actual, a no ser que se hubiera interpretado a una corona muy brillante como un anillo de fotosfera.

Pero, ¿hasta dónde estas variaciones del diámetro solar que resultan de los análisis de las observaciones de Roma, Greenwich y Washington son reales o sólo son variaciones aparentes consecuencia de cambios periódicos o sistemáticos de las condiciones observacionales? Que éstas influyen sobre las mediciones realizadas lo evidencia el hecho que el diámetro ecuatorial del Sol medido en Washington resulta sistemáticamente 1" superior al medido en Greenwich y, viceversa, el diámetro polar medido en Washington es, aproximadamente 1/2" inferior al de Greenwich.

Por otra parte, recientemente, I. Shapiro, después de analizar 23 tránsitos de Mercurio sobre el disco solar ocurridos entre 1936 y 1973, llegó a la conclusión que, durante ese lapso, el diámetro solar se mantuvo constante o que, si hubieron variaciones, éstas resultarían inferiores a 0,3" por siglo.

En síntesis, las variaciones del diámetro solar han sido y siguen siendo muy discutidas y, en la actualidad, la mayoría de los astrónomos se sienten inclinados a pensar que, como dijimos antes, dichas variaciones son el producto de limitaciones inherentes a los diferentes métodos de observación y a influencias residuales de factores atmosféricos no totalmente eliminados de las mediciones.

Abetti decía en 1957: "Dada la precisión necesariamente limitada de las observaciones de pasos de los limbos, el problema de la variación de diámetro solar no puede considerarse resuelto aún. Aparentemente, se hace necesario elegir métodos de medida que proporcionen resultados más seguros y realizar las observaciones en lugares en los cuales las variaciones debidas a causas terrestres se reduzcan al mínimo posible".

Hoy día, 30 años después, la opinión de Abetti mantiene toda su vigencia.

BIBLIOGRAFIA

- Abetti, G.-"El Sol"-Edit. Universitaria de Bs. Aires-1962
Armellini, G.-"I Fondamenti Scientifici della Astrofisica"-Ed. Ulrico Hoepli-Milano-1953
Eddy, J.A.-"The New Solar Physics"-American Association for the Advancement of Science-Washington D.C.-1978
Godoli, G.-"Il Sole"-Ed. Giulio Einaudi-1982

El método de Beyer

Por Santiago Paolantonio
Agrupación Telescopium (ATEL)

OBJETO: Este estudio tiene como fin determinar las bondades y defectos del método de BEYER para la comparación de brillo entre objetos nebulares y estrellas, y cotejarlo con los demás métodos existentes.

Está orientado en especial a las estimas de brillo a realizar por astrónomos aficionados a cometas y galaxias.

INTRODUCCION:

Es bien conocida la dificultad que existe en obtener el brillo global de objetos nebulosos por comparación con estrellas, debido a que se pretende igualar un brillo superficial con otro puntual.

Esta es la causa de la gran discordancia que existe entre las observaciones de objetos de este tipo, por ejemplo cometas.

Existen, al menos, cinco métodos de comparación, enumerados más adelante, que tratan de eliminar este problema. Cada uno de ellos posee sus ventajas e inconvenientes.

Luego de realizado un detenido análisis de cada técnica, rápidamente se llegó a la conclusión que la creada por Beyer es, en la mayoría de los casos, superior a las demás.

Por este motivo el estudio está especialmente dedicado a este último método, del que se cuentan muy pocos antecedentes.

Las cinco técnicas mencionadas son las siguientes:

Directo: El objeto y la estrella de comparación en foco. La comparación es directa entre ambos.

Bobrovnikoff: Las imágenes del objeto y la estrella se desenfocan lo suficiente como para que las mismas resulten de igual diámetro. Comparación entre el brillo de las imágenes extrafocales.

Sidgwick: Comparación realizada entre la imagen del objeto en el foco y la imagen desenfocada de la estrella de un diámetro igual al primero.

Morris: Similar método que los anteriores, pero el objeto se desenfoca ligeramente.

Beyer: El objeto y la estrella se desenfocan al punto de desaparecer sus imágenes. La comparación se hace en función del orden de desaparición.

En la referencia 1 puede encontrarse un comentario sobre los primeros cuatro métodos, y la mención del de Beyer. Mientras que en la referencia 6 se estudia este último método.

Corresponde realizar los siguientes comentarios:

-El método directo ya no es utilizado debido a las tremendas dificultades que encierra comparar un objeto puntual con otro extenso.

-El procedimiento ideado por Bobrovnikoff, es muy utilizado. Trata de eliminar el inconveniente que presenta la comparación directa, formando imágenes de similares diámetros y comparando el brillo de dos imágenes extensas. El tener que desenfocar el objeto nebuloso ocasiona que el mismo deba tener un brillo suficiente para poder realizar la estima. Posee además dos desventajas a considerar:

a) el objeto y las estrellas con las que se compara deben estar situados a una distancia comparable al diámetro angular del campo del telescopio. De lo contrario la necesaria prolongación de la memorización induce a errores.

b) respecto a las imágenes extrafocales, si bien es posible igualar sus diámetros, a veces se hace a costa de una fuerte disminución de brillo. Además los discos extrafocales no poseen una distribución de brillo igual en ambos casos, influyendo también el color de las estrellas de comparación. Los telescopios reflectores poseen la desventaja adicional de que la "araña" porta espejo aparece en el disco de la estrella y no en el del objeto.

-La técnica de Sidgwick es tan empleada como la anterior. Con esta puede llegarse a estimar objetos menos luminosos por no hacer falta desenfocarlos. Pero subsisten los mismos problemas que para Bobrovnikoff, con el agravante de que la memorización de la imagen del objeto es obligada.

-El método de Morris pretende conjugar las ventajas de los dos anteriores, pero mantiene sus inconvenientes.

-La metodología de Beyer posee la gran ventaja de no necesitar memorización, ni comparación de las figuras extrafocales, y tampoco exige la igualación de los diámetros de las imágenes.

Se elimina el problema de tener que contar con estrellas de comparación muy próximas al objeto. En definitiva este método no posee los inconvenientes de los anteriores.

De todos modos quedan dos incógnitas por develar: la influencia, en la exactitud de la medida, de la imprecisión en la determinación del momento exacto de la desaparición de la imagen.

Generalidades de los elementos y metodología de trabajo utilizados

El estudio del método de Beyer se realizó sobre cúmulos globulares, por considerarse a estos suficientemente similares a los cometas, (al menos mientras la cola no es muy extensa), y sobre galaxias.

La selección de los cúmulos y galaxias se realizó por disponer sus magnitudes visuales globales. Se tomó en cuenta que los mismos cubrieran un intervalo de brillo lo más extenso posible, y que se encontraran, para la fecha y hora de observación, sobre los 45° por sobre el horizonte. Con esto último se pretendió eliminar la influencia de la atmósfera.

Las condiciones del cielo bajo las que se observó fueron como mínimo buenas, esto significa, totalmente despejado y magnitud límite próxima a la máxima.

El telescopio utilizado fue un reflector newtoniano de 145 mm. de diámetro, aluminizado, con una distancia focal de 540 mm. Se empleó un aumento de 25 con un campo de 2°.

Las estrellas de comparación fueron extraídas de cartas de estrellas variables de la AAVSO y del atlas de la misma institución, por ser estas fuentes confiables y encontrarse a disposición de cualquier aficionado.

CUADRO I: Objetos nebulosos observados

NGC	M	Nº	tipo objeto	Diám. ang. (')	Magnitud visual ref. 2 y 3	global ref. 4
288		1	cg	12.4	8.56	-
1904	79	2	cg	7.8	7.84	8.4
5128		3	g	10x8.0	6.9	-
5139		4	cg	65.4	3.65	3.7
5236	83	5	g	10x8.0	7.40	10.1 ??
5904	5	6	cg	12.7	6.03	6.2
6121	4	7	cg	22.8	5.96	6.4
6266	62	8	cg	6.3	6.53	6.6
6273	19	9	cg	5.3	6.83	6.6
6496		10	cg	2.2	8.80	-
6541		11	cg	6.3	6.90	-
6626	28	12	cg	4.7	6.99	7.3
6638		13	cg	1.4	9.03	9.8
6652		14	cg	1.7	8.90	-
6681	70	15	cg	2.5	8.18	9.6
6715	54	16	cg	2.1	7.61	-
6723		17	cg	5.8	7.30	-
6809	55	18	cg	10.0	6.33	-

cg: cúmulo globular, g: galaxia

Los diámetros angulares coinciden en todas las referencias.

El desenfoque se realizó "extrayendo" el ocular, es decir, alejándolo del espejo secundario.

Se marcó la posición del ocular estando éste perfectamente enfocado. Este punto se tomó como referencia para medir los desplazamientos del ocular y fue determinado para cada noche de observación.

Se procedió a la realización de una curva de calibración del instrumento empleado, con un conjunto de estrellas extraídas de las cartas antes mencionadas.

En cada caso se ubicó la estrella de comparación en el centro del campo del telescopio, teniendo especial cuidado que estuviera alejada de otras estrellas de similar magnitud. Se desenfocó su imagen hasta lograr que se diluyera totalmente, para luego marcar la posición del ocular. La diferencia entre esta marca y la de enfoque es el desplazamiento.

De la misma manera se procedió con 60 estrellas en una primera tanda de observaciones (1984) y con 20 en una segunda (1986).

Con los pares de valores brillo-desplazamiento se confeccionó la curva de calibración para cada noche y luego una global.

En general, de noche a noche, se pudo comprobar que las curvas mantenían la forma, pero se desplazaban paralelamente al eje de los desplazamientos un valor de hasta 0,5 magnitudes. Este corrimiento, debido seguramente a las condiciones del fondo del cielo, fue eliminado tomando en forma arbitraria una de las curvas como referencia, y desplazando las restantes hasta obtener el mayor ajuste posible entre ambas.

De este modo la máxima diferencia con la curva de referencia fue de 0,2 magnitudes.

Con un computador Olivetti P6060 se determinó la curva de máximo ajuste entre las siguientes: exponencial, parábolas y parábola cuadrática.

La curva de mayor ajuste en ambos casos fue una

parábola cuadrática de la forma:

$$\text{Magnitud} = M = A X^2 - B X - C$$

donde X es el desplazamiento y A, B, C son constantes positivas.

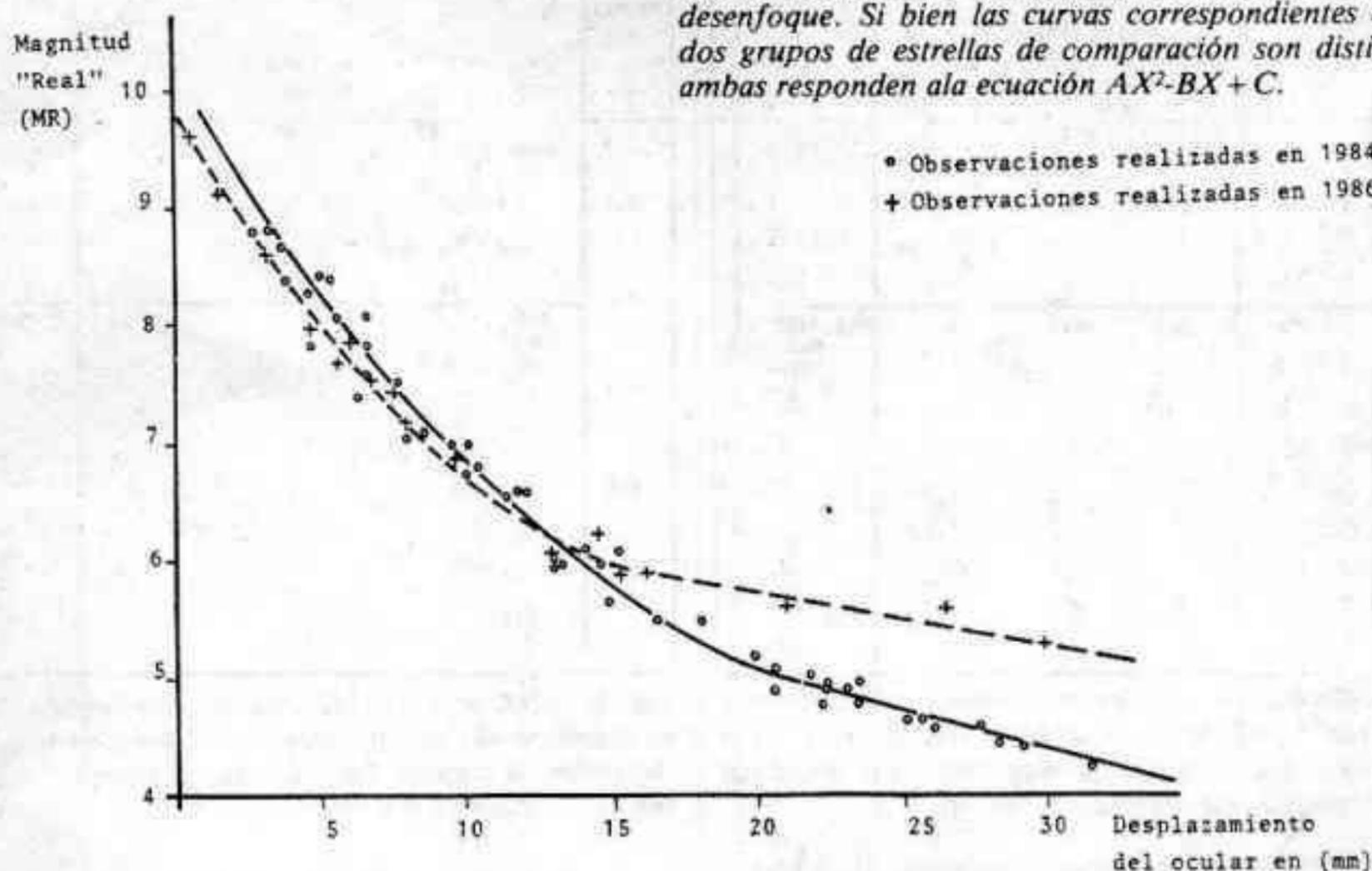
CUADRO II: Magnitudes estimadas

Nº	NGC	ME	(ME-MR)
1	288	8,78	+0,22
2	1904	7,96	+0,04
3	5128	6,90	0,00
4	5139	3,50	-0,15
5	5236	7,55	+0,15
6	5904	6,20	+0,17
7	6121	5,95	-0,01
8	6266	6,71	+0,18
9	6273	6,97	+0,06
10	6496	8,85	+0,05
11	6541	6,90	0,00
12	6626	7,30	+0,31
13	6638	8,83	-0,20
14	6652	8,88	-0,02
15	6681	7,83	-0,35
16	6715	7,57	-0,04
17	6723	7,23	-0,07
18	6809	6,55	-0,22

Cada objeto nebuloso estimado fue observado tres veces en distintas noches, de similar forma a lo hecho para las estrellas.

En la misma noche se observaron tres estrellas de comparación (no necesariamente las mismas que fueron empleadas para hacer la curva de calibración) con la

Fig. 1: Magnitud de las estrellas de calibración versus desenfoque. Si bien las curvas correspondientes a los dos grupos de estrellas de comparación son distintas, ambas responden a la ecuación AX^2-BX+C .



que se determinó el desplazamiento de la curva respecto a la de referencia.

Luego, entrando con el valor encontrado para el desplazamiento se obtuvo la magnitud estimada.

En el cuadro II aparecen las magnitudes encontradas para cada objeto, determinadas como promedio entre las estimas que no diferían en más de 0,3 magnitudes.

Debe tomarse en cuenta que los objetos N° 1,2,4,7,8 y 9 fueron estimados a fines de 1984, mientras que los restantes a mediados de 1986, estos últimos en base a la curva de calibración de 20 estrellas.

Se intentó la estima del cúmulo globular NGC 6441. En este caso el objeto se encuentra a muy escasa distancia angular de una estrella brillante de la cola del escorpión, por lo que no se pudo estimar ya que el disco de la imagen de la estrella tapaba totalmente la del cúmulo. Las estimas, como era de esperar, resultaron sistemáticamente subestimadas hasta en 0,65 magnitudes.

Otro caso similar se presentó con M69, ubicado a corta distancia de una estrella de similar magnitud. Si bien las estimas resultaban cercanas a la real, no se podía saber si se estimaba al cúmulo o a la estrella.

En la Figura 1 se muestran las curvas de calibración obtenidas.

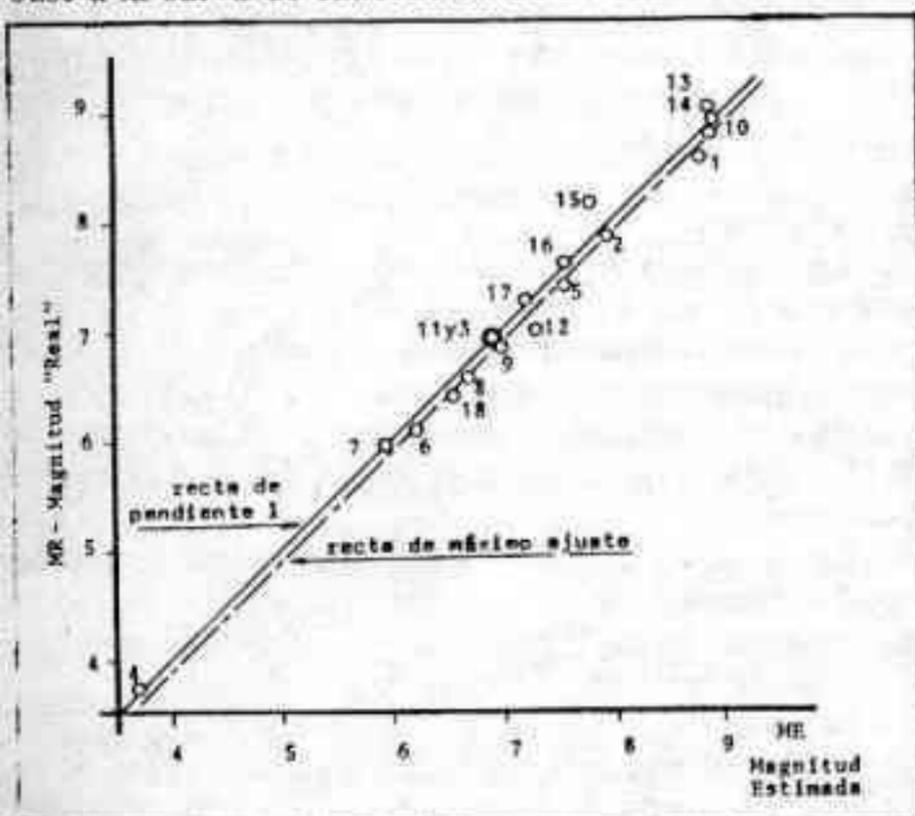


Fig. 2: La gráfica muestra la comparación entre las magnitudes "reales" de los objetos nebulosos tomadas de catálogo y las estimadas por el método de Beyer. La recta de raya y punto corresponde al máximo ajuste para las observaciones realizadas. Los números se corresponden con los cuadros I y II.

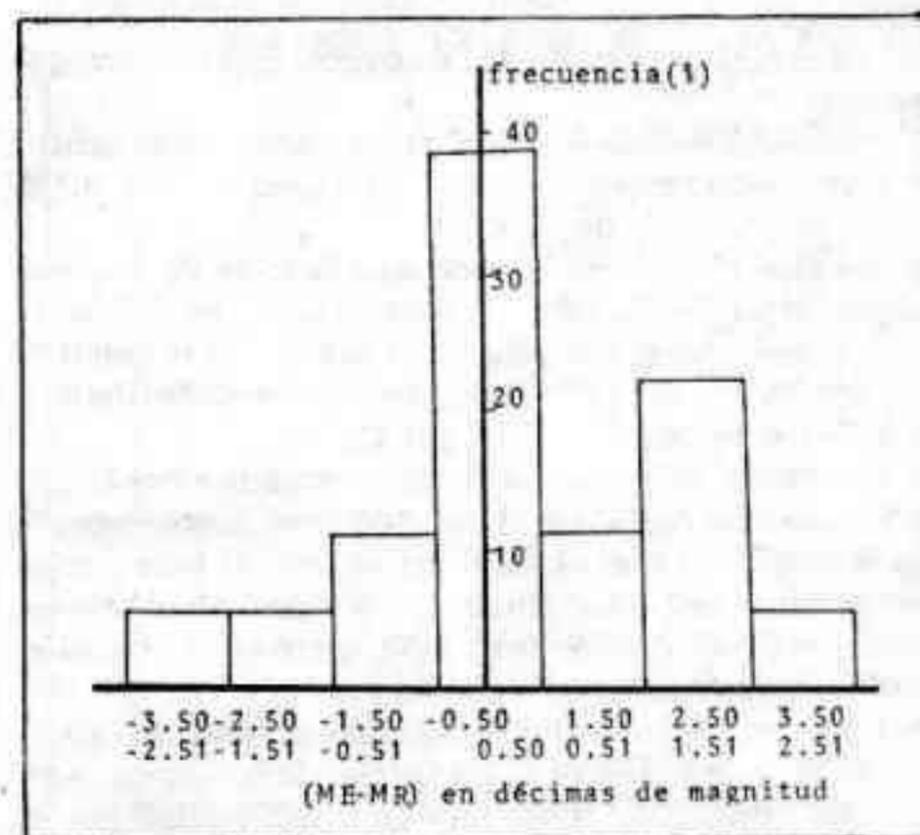


Fig. 3: La figura muestra las frecuencias de las diferencias ME-MR. Nótese que casi un 40% de las estimas poseen diferencias menores en valor absoluto de 1,2 décima de magnitud.

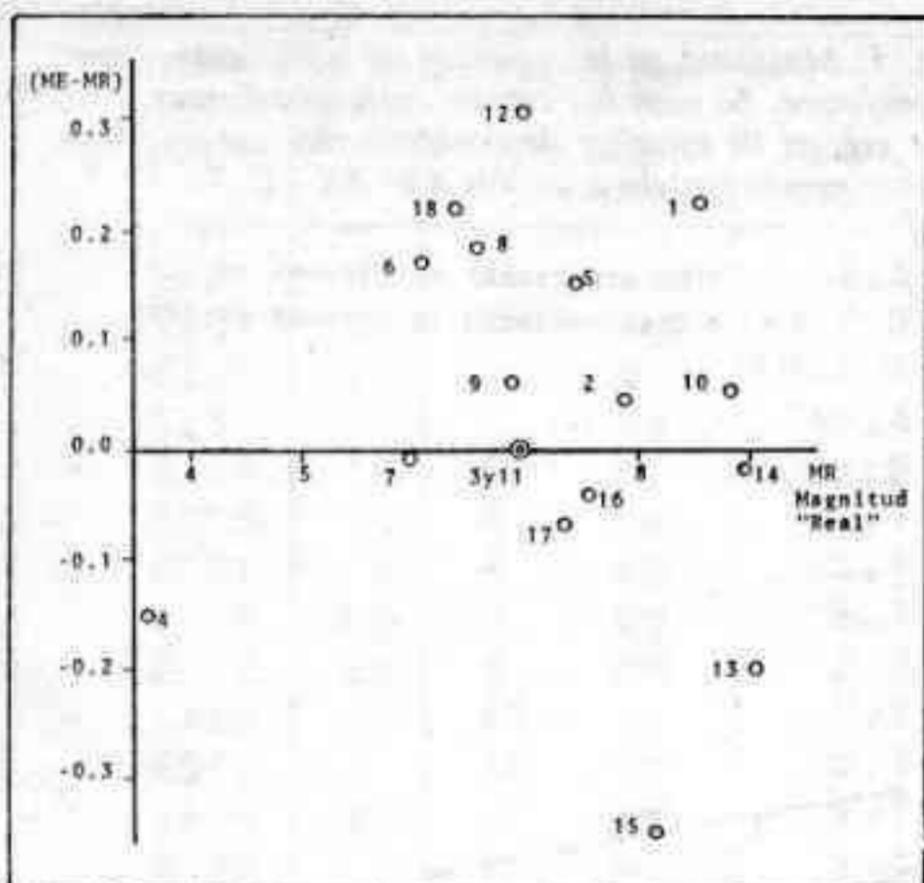


Fig. 4: Diferencias entre las magnitudes estimadas menos la "real" (ME-MR) versus la magnitud "real". No se observa ninguna tendencia manifiesta. Los números se corresponden con los cuadros I y II.

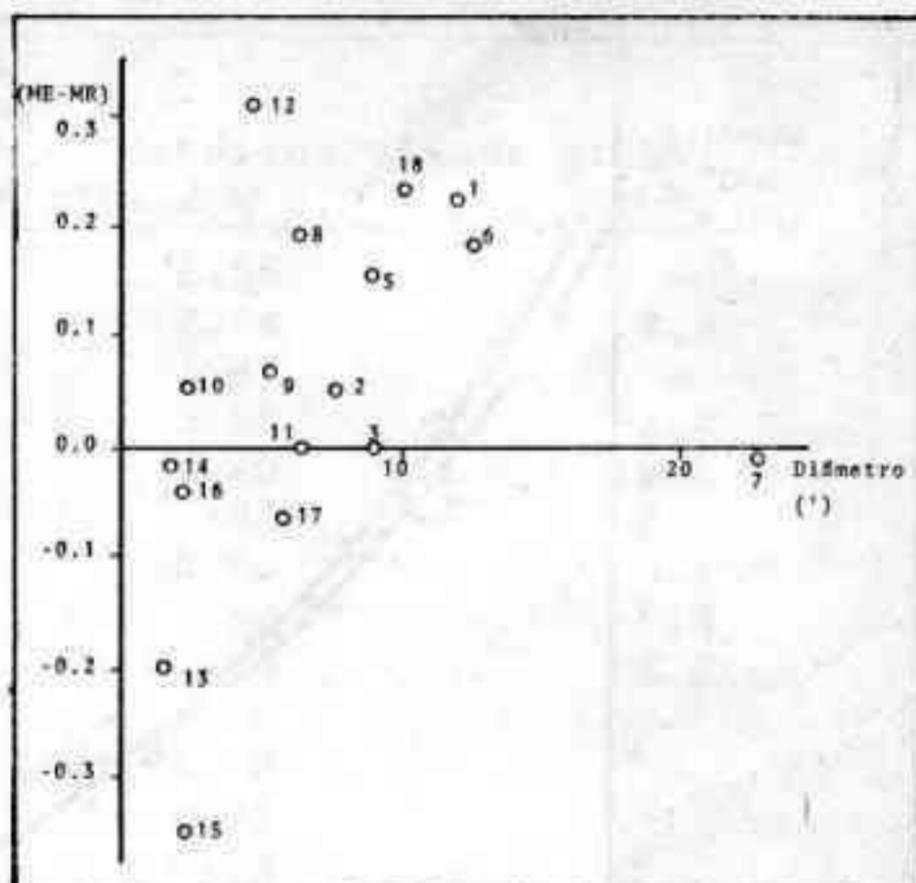


Fig. 5: Diferencia ME-MR esta vez comparada respecto al diámetro del objeto nebuloso. Tampoco se observa dependencia alguna. Los números se corresponden con los de los cuadros I y II.

En la Figura 2 se graficó la magnitud real (según ref. 2 y 3) del objeto, versus la magnitud estimada. Si ambas coinciden el punto se ubica sobre la recta de pendiente 1 dibujada en la gráfica.

La Figura 3 muestra la frecuencia de las diferencias de magnitudes.

En la Figura 4 se graficó la diferencia entre la magnitud estimada y la real, respecto de esta última, y respecto al diámetro angular del objeto en la Figura 5.

La Figura 6 muestra la dispersión de las estimas respecto a la magnitud real, y por último en la Figura 7 la dispersión respecto al diámetro del objeto.

En la Figura 8 se pueden ver las magnitudes estimadas al cometa Halley durante 1986, comparadas con las suministradas por la IAU.

Resumen:

Realizadas y estudiadas las experiencias, se concluye que:

1- Tomando los valores de magnitud dados en el cuadro I como reales, el error absoluto promedio es de 0.125 mag. y el máximo de 0.35.

2- En la Figura 2 puede verse que la recta de máximo ajuste es prácticamente paralela a la de pendiente 1, aproximadamente 0.07 mag. por debajo. Si se corrigen las observaciones por este error, el promedio baja a 0.055, y el máximo se eleva a 0.42.

3- No parece haber una relación acentuada entre las diferencias y las dispersiones de las observaciones respecto de la magnitud o el tamaño del objeto. Si bien parece haber una pequeña tendencia a considerar menos brillante a los objetos, pero debe tomarse en cuenta el reducido número de objetos observados.

4- En cuanto a las estimas realizadas al cometa Halley, puede verse la similitud de las formas de las curvas, y en especial el notable incremento de brillo sufrido por el cometa entre el 5 y 9 de junio del año 1986. La dispersión media es de 0.15, próxima a la de 0.12 de las observaciones de la IAU. Sin embargo las curvas se hallan desplazadas una de otra en un valor de 0.4 mag.

¿Causa?, pueden ser la diferencia de los métodos e instrumentos utilizados. (ref. 7)

5- Todo lo dicho en los puntos anteriores se da por igual en ambas tandas de observaciones, siendo ambos absolutamente concordantes, a pesar que las observaciones realizadas durante 1986 solo fueron utilizadas de un tercio de estrellas de calibración respecto a la de 1984.

6- Las formas de las dos curvas de calibración son iguales, pero los coeficientes A,B,C son distintos. Esto se explica por el hecho de que si bien el telescopio utilizado es el mismo, entre una tanda y otra, el instrumento fue desmontado para aluminizar, y se cambió la distancia entre espejos.

7- Para las estrellas u objetos de un brillo mayor al de la magnitud 3.5, el método tropieza con la limitación práctica de que el ocular debe extraerse una distancia considerable lo cual tiene un límite.

Conclusiones:

A- La precisión de este método es ligeramente menor que una décima de magnitud (0.125). Este es un valor muy bueno comparado con la precisión de los demás métodos que según las referencias es de 0.4. En la referencia 6 se mencionan valores de errores promedios de 0.15 a 0.19 magnitudes para Beyer, las que coinciden plenamente.

B- La ventaja de no tener que memorizar imágenes, igualar tamaños de éstas y principalmente el hecho de poder contar en cualquier caso con suficiente número de estrellas de comparación es muy importante.

C- La no linealidad de la función brillo-desplazamiento del ocular no presenta problema alguno. Dentro de un intervalo pequeño de magnitudes (1 aproximadamente) puede considerarse la función como lineal sin cometer un error apreciable.

D- Realizando una serie de por lo menos tres estimas para un mismo objeto nebuloso puede minimizarse la incertidumbre en la determinación del momento de la total desaparición de la imagen extrafocal.

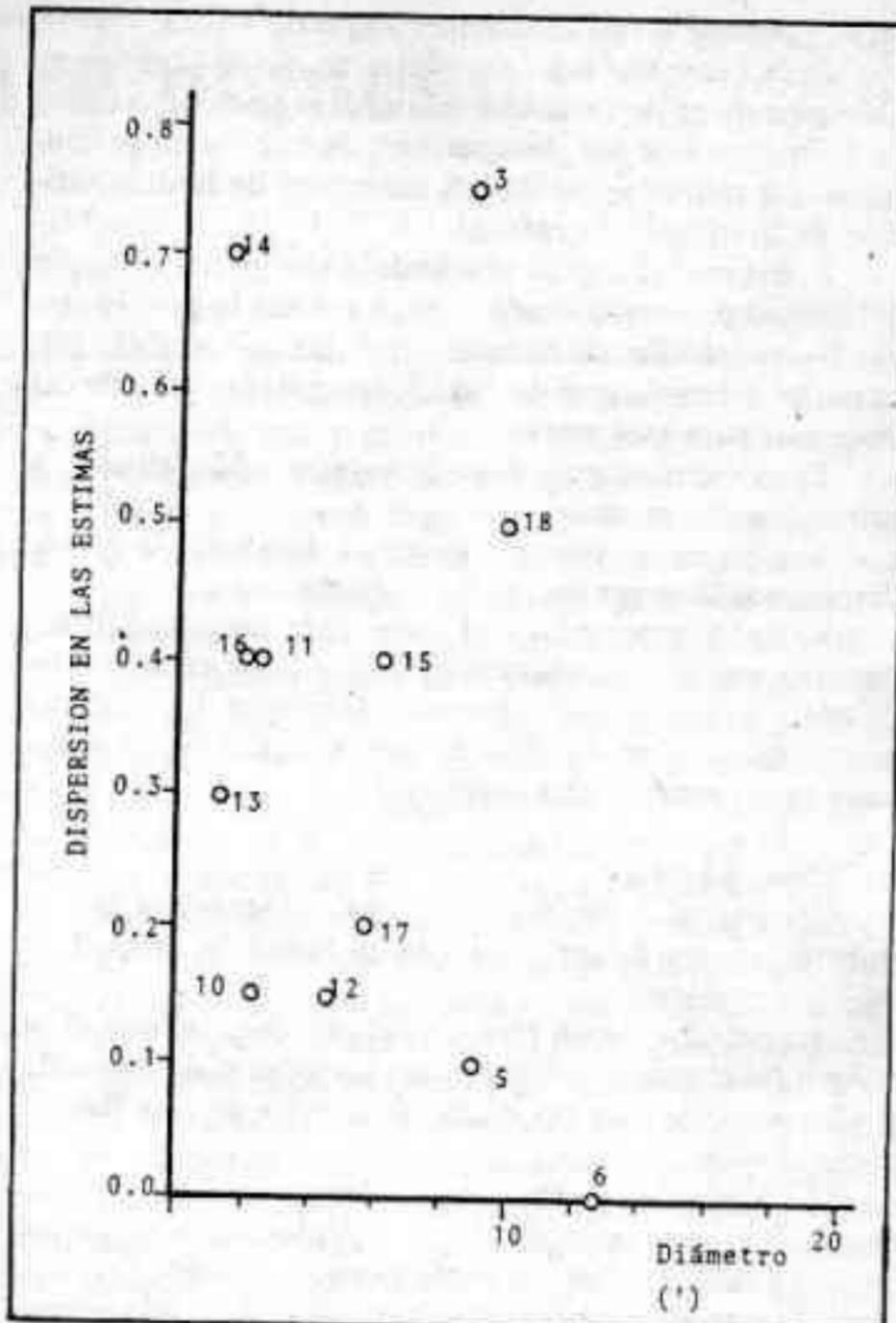
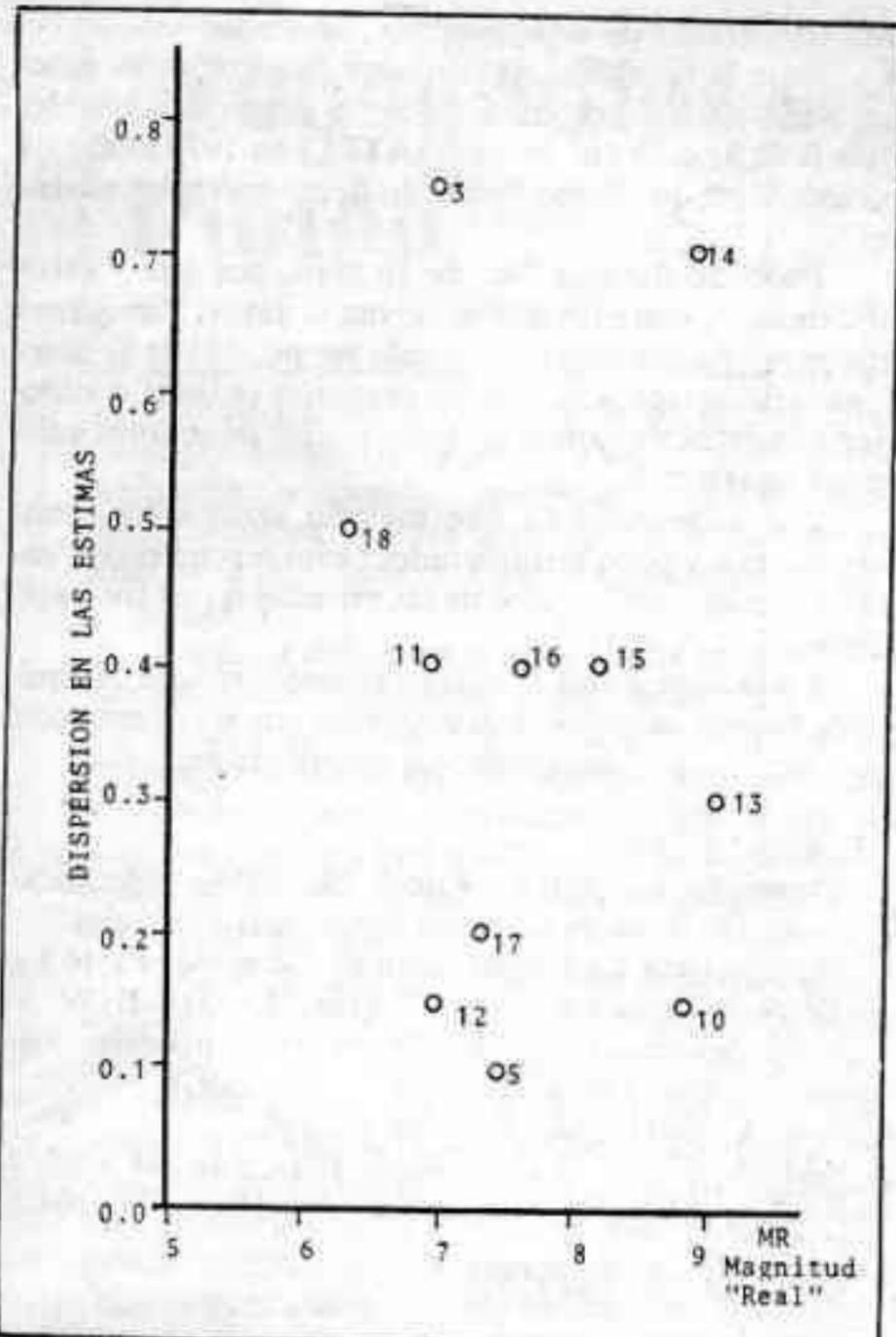


Fig. 6: Cada objeto fue estimado de 3 a 5 veces, en la gráfica se muestra las dispersiones entre estas medidas comparada con la magnitud "real" del objeto. Indudablemente no hay ninguna función que relaciona estos valores.

Fig. 7: Esta gráfica es similar a la de la figura 6 pero la dispersión se compara con el diámetro del objeto. Tampoco existe vínculo alguno entre éstos.

E- Para un telescopio reflector de 150 mm. de diámetro el intervalo práctico de magnitudes posibles de estimarse está entre la 5ª y 10ª.

F- Cuando el objeto a estimar se encuentra cerca de estrellas de magnitudes similares o menores a la de éste, los errores son mayores. Puede darse el caso que la estima sea imposible. Por similares razones no deben emplearse estrellas de comparación situadas en zonas nebulosas tal como lo es la de M 42.

Conclusión final

Por todo lo visto considero que el método de Beyer aplicado de acuerdo a la metodología más adelante enunciada, es muy superior a los demás métodos para ser aplicados por los aficionados.

La curva de calibración no se modifica mientras no cambie el instrumento utilizado.

El método independiza en gran medida el valor estimado de la experiencia del observador.

Metodología de trabajo recomendada:

En virtud de la experiencia adquirida, la técnica recomendable para aplicar este método es la siguiente:

- 1- Con un ocular con una escala grabada (arbitraria) se confecciona una curva de calibración para el instrumento, con por lo menos 20 estrellas de comparación extraídas de una misma fuente de información de reconocida confiabilidad.

Es conveniente que esta curva se confeccione en

una misma noche, de lo contrario deben desplazarse las diferentes curvas obtenidas tomando una en forma arbitraria como referencia.

Deben elegirse estrellas de comparación aisladas de otras de similar o mayor brillo.

Trate de emplear el aumento adecuado, esto es, el

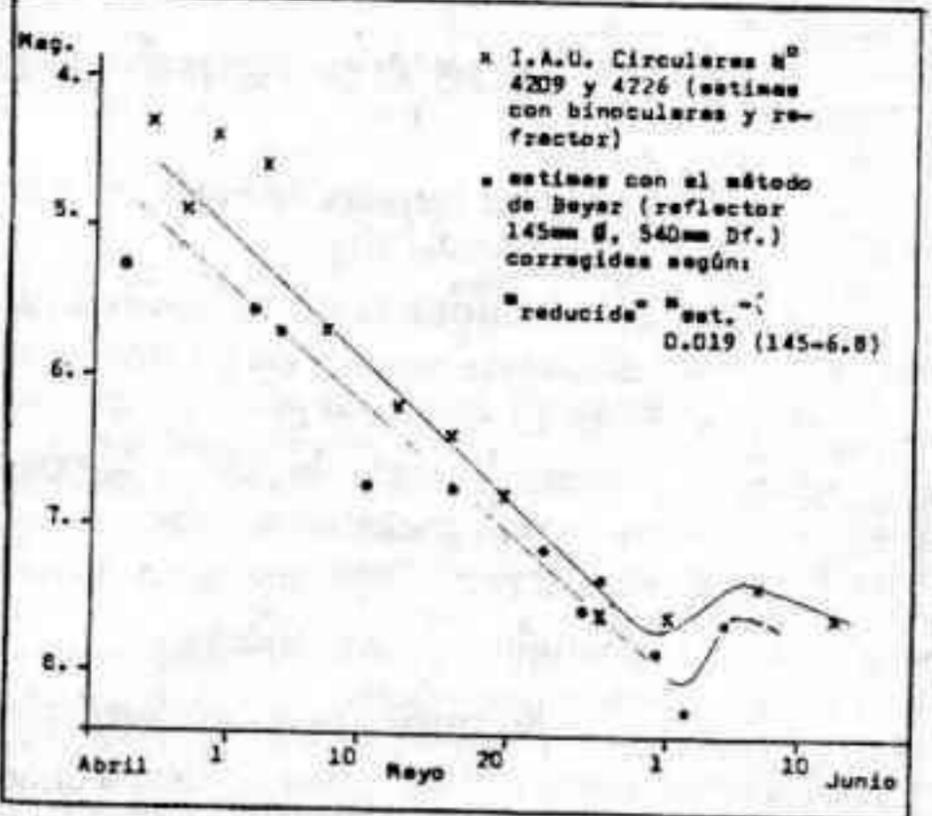


Fig. 8: Estimas reducidas realizadas al cometa Halley por el método de Bever comparadas con las estimas editadas en las circulares de la IAU.

menor posible y con el mayor campo de visión.

Es útil emplear la visión indirecta, y desplazar alternativamente en dos sentidos distintos el telescopio cuando la imagen esté por desaparecer, de este modo se consigue con mayor seguridad el momento de la desaparición de la imagen extrafocal.

2- Estimar el objeto ubicándolo siempre en el medio del campo del instrumento. Luego se hace lo propio con dos o tres estrellas de comparación, las que servirán para poder determinar el desplazamiento de la curva de calibración para esta noche.

Es conveniente estimar tres veces cada objeto, y promediar las estimas.

3- Con estos valores y luego de desplazar la curva, determinar la magnitud por extrapolación

4- Puede interpolarse el valor de la magnitud directamente con los desplazamientos obtenidos en la noche de observación. En este caso es conveniente disponer del mayor número de estrellas de comparación en un intervalo de no más de una magnitud.

Imágenes ausentes

Una técnica similar a la vista, adaptada a la circunstancia, puede ser empleada en la estima de brillo a objetos estelares.

La ventaja de un método tal es evidente, con él se soluciona el mayor problema en las determinaciones de brillos visuales que sin duda, es la falta de estrellas de comparación.

Mientras las condiciones del cielo no varien, esto es, la absorción atmosférica o el fondo causado por las luces en las ciudades; es perfectamente posible "trasladar" la estrella a estimar a una o más zonas con secuen-

cias de estrellas de comparación adecuadas.

Ante la necesidad de disponer de estrellas de comparación para el seguimiento de un grupo de variables tipo R CrB, el Sr. E. Minniti (ATEL) en 1979 ideó esta metodología que llamó "método de las imágenes ausentes".

Probado durante más de 10 años, por éste y otros aficionados, entre los que se cuenta el autor, "imágenes ausentes" ha demostrado no solo ser posible de aplicarse prácticamente, sino que su precisión es igual o superior a la de cualesquiera de los métodos de estimas aplicados usualmente.

Por su naturaleza este método resulta ser semi-impersonal y poco influenciado, tanto por un cielo "lavado", como por el color de las estrellas o por sus posiciones.

La técnica de las imágenes ausentes resulta insuperable cuando el objeto estelar a estimar, no cuenta con una secuencia de comparación apropiada cercana.

REFERENCIAS:

- 1- Comet New Service - Enero 28, 1983, "Methods-Relating Differences in comet Brightness Estimates".
- 2- Manual Para La Observación de Cometas, Parte I y II. Stephen Edberg e Ignacio Ferrín - LIADA-IHW.
- 3- Webb Society, Deep-Sky Observers Handbook, Volumen 3, Open and Globular Clusters - 1979.
- 4- Atlas Coeli-II 1960, Antonín Beevár.
- 5- BARM, V3-Nº 10 Abril-Junio 1983, pág. 94 a 97.
- 6- BARM, V3-Nº 11 Julio-Septiembre 1983, pág. 164 a 177.
- 7- SKY and TELESCOPE



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

Monografías sobre planetas: Plutón

Por Alberto Ballardini

Como conclusión de la serie de monografías iniciada por nuestro querido consocio, el malogrado Don Ambrosio Camponovo, presentamos aquí la correspondiente al último planeta conocido (1) de nuestro sistema solar, a la que queremos dar el carácter de homenaje a su memoria.

Según la mitología griega, Hades (al que los romanos llamaban Plutón) era el dios de los Infiernos y las Tinieblas, hijo de Cronos y Rea y hermano de Zeus y Poseidón. Sin embargo al planeta Plutón se lo bautizó así por dos motivos: el primero y quizás el más importante, se explicará por sí solo con el transcurrir de las líneas y el segundo, porque se halla en el confín (por ahora) del sistema solar.

Desde su posición, el Sol es una minúscula esfera de diámetro comparable al que subtiende Júpiter visto desde la Tierra, pero con una magnitud aparente de -18,7.

Naturalmente no es mucho lo que se sabe de este hermano de la Tierra debido principalmente a su lejanía. Su descubrimiento estuvo rodeado, irónicamente, de cálculos precisos, voluntad y mucha suerte. Su presencia fue intuida inicialmente hacia 1900 debido a una muy pequeña irregularidad en la órbita de Urano. Para ese año se había observado al planeta descubierto por Herschel durante 118 años y se lo había seguido durante 1,4 revoluciones. La perturbación que lo afectaba se explicaba en un 98% por la presencia de Neptuno, sin embargo quedaban un 2% de origen desconocido.

Desde su descubrimiento, Neptuno recién había cumplido 0,32 partes de su órbita y esto no era suficiente como para intentar la gran empresa de localizar el objeto perturbador tras su órbita. El problema no era de fácil solución porque si Neptuno tiene una magnitud aparente de 7,8 encontrándose a 4.520.000.000 de kilómetros, el nuevo planeta debería tener una magnitud de 11,0 ó 12,0, en principio un diámetro similar a los últimos dos planetas y una distancia que quizás duplicaría a la de Neptuno.

Esto implicaba que alrededor de él habría muchísimas estrellas de igual magnitud que dificultarían la identificación. A medida que las magnitudes se debilitan, aumenta el número de estrellas observables, aunque lo favorecería el hecho de que el planeta desconocido transitaría por la eclíptica, zona por donde se desplazan todos los demás.

Había sin embargo, dos puntos a favor para el desconocido: 1) si su tamaño era similar al de Urano y Neptuno presentaría un diminuto disco que lo delataría inmediatamente y 2) se movería lentamente con respecto a las estrellas de fondo.

Los cálculos iniciales fueron realizados principalmente por dos astrónomos estadounidenses: Percival Lowell y William Pickering. Ambos tenían una trayectoria bastante amplia y reconocida y en cierta medida, opuesta, porque Lowell era el gran defensor de los canales marcianos que decía ver desde su observatorio de Flagstaff y Pickering estaba en el grupo contrario.

Independientemente calcularon la órbita que tendría el nuevo cuerpo con el solo dato de una pequeña perturbación sobre una pequeña fracción de la órbita de Neptuno. Lowell llegó al resultado después de calcular de forma muy elaborada los parámetros fundamentales del noveno planeta, que incluía una órbita muy e líptica e inclinada. Estableció su perihelio en unos 5.100 millones de kilómetros y su afelio en 7.700 millones de kilómetros. Por su parte, Pickering localizó mucho más lejos al nuevo planeta en base a cálculos más intuitivos. Todos estos cálculos fueron relativamente fáciles de hacer frente a lo que se avecinaba, es decir, la búsqueda.

Para el descubrimiento de Neptuno la técnica fue verdaderamente a pulmón, ya que se observaba la región celeste donde se estimaba la presencia del planeta y se cotejaban una por una las posiciones de los objetos con respecto a una carta. Si algo se había movido o no figuraba, seguramente no se trataba de una estrella.

Sin embargo, para el noveno planeta que sería por lo menos tres o cuatro magnitudes menos luminoso, la tarea sería mucho más difícil porque habría también más estrellas tenues que comparar. A pesar de que ya se disponía de la técnica fotográfica que aliviaría notablemente el trabajo, pronto se percataron de que el método era poco práctico, fundamentalmente por la presencia de estrellas variables o por deficiencias en las propias emulaciones.

Percival Lowell comenzó la búsqueda en 1905 y su método fue el de fotografiar una región del cielo y unos tres días más tarde, hacia lo mismo para encontrar posibles alteraciones posicionales. Con envidiable tenacidad comparó miles de fotografías durante 11 largos años sin descubrir otra cosa que algunos asteroides.

Con el correr del tiempo y acumularse las observaciones de Neptuno, Lowell revisaba sus cálculos y variaba la dirección del cielo donde buscar. Ya enfermo anunció que finalmente renunciaba a la búsqueda del planeta transplutoniano hasta que falleció en 1916 a los 61 años de edad.

Pickering, que había empleado métodos similares, también abandonó la tarea pocos años después que Lowell. En 1919 Milton Humason, que fuera colaborador de Edwin Hubble en Monte Wilson, continuó la tarea tomando los cálculos de Pickering, pero no fue lo suficientemente constante o quizás no estuvo demasiado convencido de lo que hacía. Años más tarde, revisando las placas tomadas, observó con resignación que había fotografiado dos veces al planeta que buscaba, pero en una oportunidad una falla del revelado cubrió la imagen puntual y en otra, una estrella la ocultó con su luz.

Los años transcurrían y a pesar de que la perturbación de Neptuno era cada vez más evidente, no podían localizar al objeto que lo causaba. Lowell había muerto, pero ni su espíritu científico ni su dinero habían desaparecido. Un fondo financiero creado por él posibilitó en 1928 adquirir un telescopio Schmidt que permitía fotografiar gracias a su gran campo, una zona mucho más

vasta del cielo que la que presentaba el principal telescopio de su observatorio (un refractor de 61 centímetros de diámetro). Con este nuevo telescopio, una placa expuesta durante una hora registraba objetos hasta las 17a, magnitud.

En 1929 un joven astrónomo aficionado llamado Clyde William Tombaugh había construido su propio telescopio puliendo un espejo de 23 centímetros de diámetro, con el que realizó un estudio detallado del planeta Marte y en especial de sus supuestos canales. Lo envió al observatorio Lowell donde pensó, con razón, que se interesarían por todo lo referente a este planeta, y causó tan buena impresión que le fue ofrecido un puesto. Para esa época, Tombaugh contaba con 22 años y mucho entusiasmo como para asumir la tarea que se le encomendó: continuar la tarea de Lowell.

Con los cálculos mejorados, Tombaugh comenzó a fotografiar el cielo noche tras noche y analizar las placas en el comparador de imágenes recientemente adquirido. Este instrumento permitía alternar las placas obtenidas en rápida sucesión, pudiéndose apreciar más eficazmente si había algún cuerpo extraño en ellas.

Para inicios de 1930 se hallaba fotografiando la región de Aries, Tauro y Géminis, donde las estrellas se apiñaban de tal manera que en ciertas zonas había cerca de 400.000 astros. Ante tal profusión y al solo hecho de tomarse un respiro, arbitrariamente pasó a la zona opuesta de Géminis, donde había unas 50.000 estrellas. El día 18 de febrero de 1930, Tombaugh descubrió que un objeto de magnitud 15,0 había cambiado de posición 3,5 milímetros en el intervalo de dos tomas fotográficas.

Lo siguió detenidamente durante las frías noches del invierno. Su lento movimiento confirmó la mayoría de las predicciones.

El anuncio oficial fue hecho el 13 de marzo de 1930, fecha en que se conmemoraba el 149º aniversario del descubrimiento de Urano y el 75º aniversario del nacimiento de Lowell.

A pesar de que había muerto hacía 14 años, Lowell seguía íntimamente ligado al nuevo planeta, y como ya dijimos, no fue por casualidad que le fue impuesto precisamente el nombre Plutón: al margen de su distancia y de que se halla en las tinieblas del sistema solar, las dos primeras letras eran las iniciales de Percival Lowell.

Fue una suerte que Plutón estuviera del mismo lado que Neptuno en su órbita, porque de otra manera habría que haber esperado 246 años para que Neptuno alcanzara a Plutón en su revolución y quizás recién se lo hubiera descubierto en el próximo siglo.

Resultó tener, como se había previsto, una gran inclinación, de 17º con respecto al plano de la eclíptica, y también en este caso fue una suerte que Plutón se encontrara cerca de uno de sus nodos, cruzando el plano orbital de los demás planetas.

Los principales parámetros se muestran en el cuadro 1 y llama la atención que, debido a su gran excentricidad, se acerque mucho más al Sol que el propio Neptuno.

La mayoría de las publicaciones que hacen referencia a este hecho, intentan explicarlo a partir de la teoría de que Plutón fue un satélite de Neptuno que por causas ignoradas se salió de su órbita y fue catapultado hacia su actual posición. Esa excentricidad, que implica un perihelio menor que el de Neptuno es la circunstancia que se aprovecha para tal hipótesis, aunque particularmente considero algo bastante difícil, por no decir im-

posible, que un satélite se salga de su órbita. De haber sucedido esto, también habría sido expulsado el satélite Nereida, de tamaño inferior a Plutón, y haberse alterado notablemente la órbita de Tritón, que sabemos posee una excentricidad nula (2).

Por el momento, la única hipótesis para explicar la presencia de Plutón es la misma que explica a todos los demás planetas. Las elevadas excentricidad e inclinación orbital deben interpretarse como consecuencia de algún desorden que evidentemente afectó solamente a Plutón, pues es el único cuerpo que muestra esas peculiaridades.

Particularmente, opino que para este caso, cualquier teoría es buena con excepción de las "catastróficas", que no tienen sustento científico.

Para explicar esto también podríamos imaginar que Plutón es el primero y más grande miembro de un segundo cinturón de asteroides. Pensémoslo bien. Esas dos características anteriormente mencionadas lo convierten en un objeto del tipo asteroidal clásico. Su diámetro es apenas el doble del mayor asteroide conocido ($2.200/1.015 = 2,1$) y la presencia de Caronte no es obstáculo ya que se conocen asteroides con satélites, aunque naturalmente no de la magnitud de la dupla Plutón-Caronte.

Una posible solución para este problema es que las mareas gravitatorias presentes a esa distancia (5.900 millones de Kms) son de mucha menor intensidad que las habidas a 450 millones de Kms. Recordemos que a 5 UA se halla Júpiter, mientras que a 40 UA no hay masas de tales características que impidan la creación de cuerpos de tamaño más grande que los asteroides, aunque todavía estarían influenciados por la presencia de Neptuno a 10,1 UA.

Nada impediría suponer, en principio, que hay un cinturón exterior de asteroides, cuyo mayor representante y el único conocido hasta el presente es Plutón.

Otra hipótesis podría ser que se trata de un gran núcleo cometario doble nacido en la Nube Oort que fue capturado por el Sol y que no llegó a acercarse a éste para convertirse en un cometa desarrollado porque fue perturbado por el campo gravitacional de Neptuno, del que pudo haber pasado tan cerca que alteró su órbita hasta convertirse en la elipse actual.

Se estima que la superficie de Plutón está compuesta por metano, anhídrido carbónico y amoníaco, es decir, tres compuestos gaseosos en condiciones normales en la Tierra pero que debido a la baja temperatura a que se halla este planeta (-220°C) se encuentran solidificados.

Tanto el metano como el amoníaco están presentes en los cometas y ambos son sólidos más allá de Saturno. Más cerca del Sol, la irradiación los vaporiza y elimina. No llama por tanto la atención que Plutón tenga estos compuestos si aceptamos que en realidad provino de la Nube de Oort. Su baja densidad (1/3 la terrestre) confirma este dato, mientras que su también bastante bajo albedo (0,15) denota que su superficie, a pesar de estar compuesta de hielos diversos, está sucia, como lo que ocurre con los cometas.

Plutón es un planeta bastante pequeño, difiriendo completamente de sus vecinos los planetas gigantes. Su diámetro fue bastante difícil de determinar y desde que se lo descubrió, fue reduciéndose progresivamente desde un tamaño cercano al de Marte hasta sus actuales 2.200 Kms., valor hallado en 1986 en el Observatorio Europeo Austral de La Silla, Chile.

También hubo bastante inseguridad con respecto a su masa, la que inicialmente era similar a la de Marte, pero que actualmente se estima en 1/1000 de la terrestre.

En el año 1955, a partir de variaciones de brillo bastante regulares pudo establecerse su periodo de rotación, que es de 6,39 días.

Recientemente en 1978, a través del estudio de ciertas peculiaridades en las imágenes fotográficas tomadas de él, pudo descubrirse que poseía un gran satélite, de unos 1.160 Kms. de diámetro, que fue bautizado con el nombre de Caronte. Este cuerpo, su único satélite conocido hasta el presente, fue descubierto por el astrónomo estadounidense James W. Christy el 22/06/78.

Debido al gran diámetro que posee Caronte con relación a Plutón, el periodo de traslación del satélite es igual al periodo de rotación del planeta, por lo que ambos se muestran continuamente la misma cara, pero con una particularidad: si pudiéramos posarnos sobre la superficie de Plutón desde donde se observe el satélite, lo veríamos achicarse y agrandarse sin moverse de su posición, presentando un diámetro de $2,17^\circ$ en su punto más alejado, y $14,78^\circ$ en su punto más cercano al planeta. Esto implica que la distancia varía desde un mínimo de 4.392 kms. a 30.607 kms. como máximo entre los centros gravitacionales y paralelamente, su velocidad de traslación oscila entre 0,055 km/seg. y 0,007955 km/seg. respectivamente. Desde una determinada zona del planeta, Caronte jamás sale y desde otras, jamás se pone.

En el cuadro 2 se muestran los datos más importantes del satélite Caronte.

La idea de un planeta localizado más allá de Plutón es algo que surge espontáneamente, sin embargo hay que considerar que los planetas más alejados del Sol que Neptuno son sumamente difíciles de detectar por su baja luminosidad y lento movimiento, características que se agudizan con la distancia. A modo de ejemplo, si el décimo planeta estuviera localizado a 60 UA del Sol, tardaría 464,8 años en cumplir una revolución y su movimiento aparente, sería a razón de 7 seg. de arco por día.

Nada impide imaginar un planeta transplutoniano, pero para descubrirlo hace falta tiempo para que Plutón describa una parte significativa de su órbita para detectar una posible perturbación. Desde su descubrimiento hasta la fecha, el planeta localizado por Tombaugh describió sólo 1/4 de su órbita, porción muy pequeña como para aventurarse en la búsqueda de otro planeta.

Los telescopios orbitales facilitarían grandemente la tarea aunque para encontrar al ya mítico décimo planeta pasarán varios años. Mientras tanto, aquellos planetas hasta hoy ignorados continuarán imperturbables su camino en torno del Sol y esperarán pacientemente para engrosar la lista de los miembros del sistema solar.

1) Desde hace unos años y hasta 1999, Plutón no será el planeta más alejado del Sol por una circunstancia que se explicará más adelante. Sin embargo este hecho no afecta para nada la idea general expuesta.
2) No pensemos siquiera en la posibilidad de que originalmente Tritón haya tenido una órbita extremadamente excéntrica y que precisamente debido a la perturbación que causó la expulsión de Plutón del sistema de Neptuno, se haya normalizado de tal manera que ahora es circular.

CUADRO 1

Diámetro	2.200 + 100
Distancia media	5.915.840.000 kms (39,44 UA)
Perihelio	4.435.473.000 kms (29,57 UA)
Afelio	7.396.210.000 kms (49,30 UA)
Periodo de traslación	247 años, 250 días
Velocidad media de traslación	4,758 km/seg.
Periodo de rotación	6d 9h 21min 36seg.
Masa (e)	10^{19} tm
Aceleración de la gravedad	0,55 mts/seg ²
Magnitud media aparente	15,05
Excentricidad	0,250238
Inclinación orbital	$17,1^\circ$
Velocidad critica	1,11 kms/seg
Diámetro aparente	0s102 / 0s06
Revolución sinódica	366d 17h 24min 43seg
Albedo	0,15
Longitud del perihelio	$222,35^\circ$
Longitud del nodo ascendente	$109,22083^\circ$

CUADRO 2

Diámetro	1.160 + 100 kms
Periodo de traslación	6d 9h 21min 36seg
Magnitud aparente	19,5
Inclinación orbital	$26,1^\circ$
Excentricidad	0,749
Periodo de rotación	6d 9h 21min 36seg
Distancia media al planeta	17.500 kms
Masa (estimada)	$3,3 \times 10^{17}$

El cinturón de asteroides

Por Ricardo Gil Hutton
Observatorio Astronómico Municipal
Ciudad de Mercedes

En la noche del 1 al 2 de Enero de 1801 el astrónomo italiano José Piazzi estaba trabajando en la elaboración de un buen catálogo de estrellas. Desde el Observatorio de Palermo (Sicilia), del cual era director, y con el antejo de pasos de 13 cm de diámetro, construido por Ramsden en Inglaterra, determinaba posiciones de estrellas con mayor precisión que todos los catálogos precedentes. La rutina de Piazzi consistía en trabajar con grupos de seis estrellas y registrar su paso por el meridiano, pero esa noche pudo observar dentro de un grupo ya reconocido un objeto nuevo de apariencia estelar. La siguiente noche repitió su programa de observación y comprobó que el nuevo objeto se desplazaba lentamente hacia el Noroeste. Continuó observando mientras el es-

tado del cielo lo permitía, viendo que el desplazamiento hacia el Norte se mantenía uniforme, mientras que el movimiento en Ascensión Recta hacia el Oeste disminuía, llegando a anularse e iniciar su retroceso hacia el Este el 11 de Enero de 1801. Luego de esta fecha, Piazzi debió suspender sus observaciones al caer enfermo el 11 de Febrero, pero cuando se recuperó tampoco pudo observar el nuevo objeto pues éste se ponía en el crepúsculo.

En Mayo de 1801, Piazzi publica una órbita provisoria circular suponiendo que el objeto en cuestión era un planeta, el faltante entre Marte y Júpiter según la Ley de Titius-Bode, al que puso el nombre de Ceres, diosa tutelar de Sicilia.

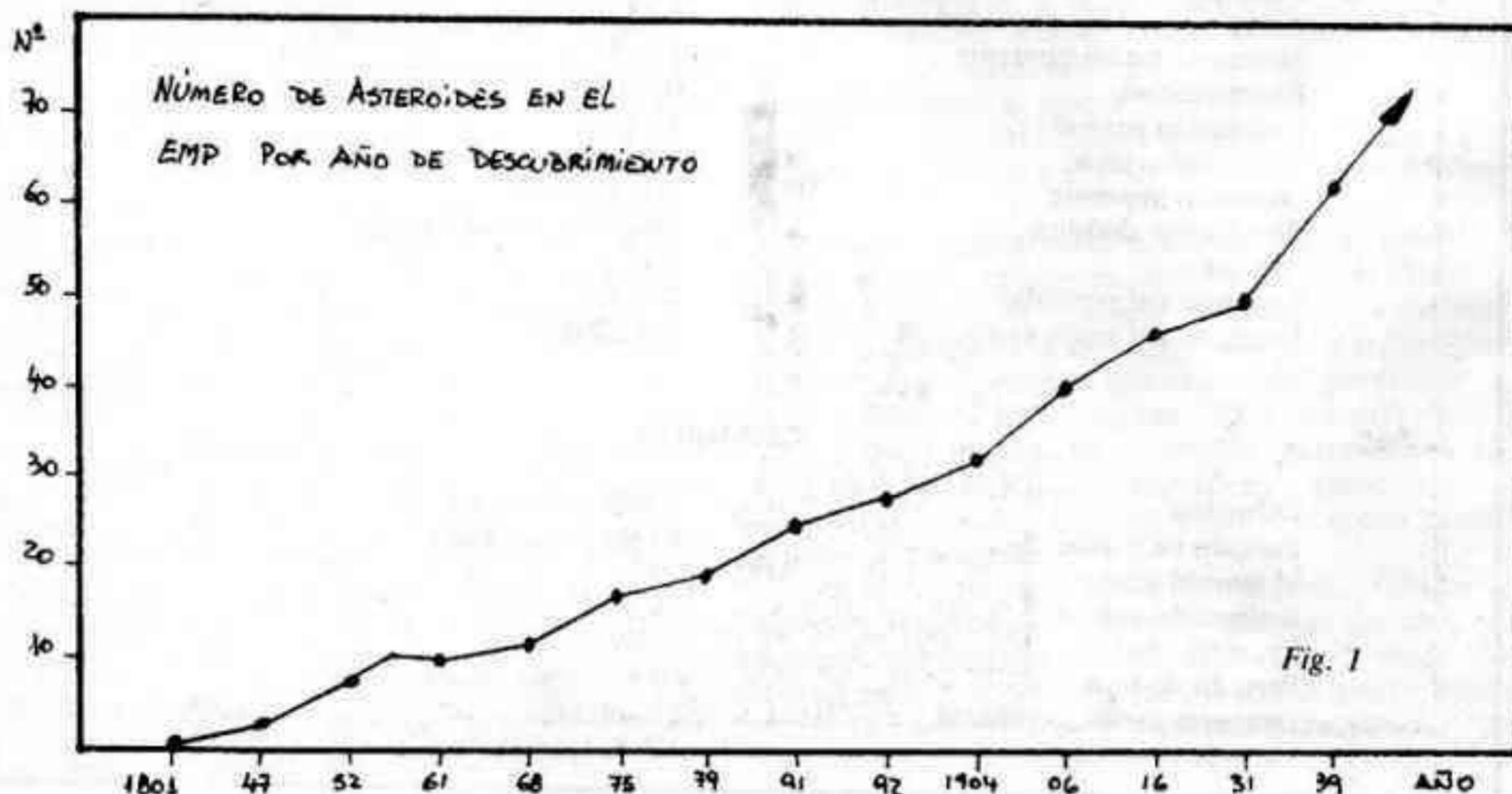


Fig. 1

A pesar de esta órbita provisoria, y otras calculadas por diversos astrónomos, en Octubre de 1801 el nuevo objeto seguía sin aparecer. En ese instante aparece Carlos Federico Gauss, que desarrolla un método de cálculo de órbitas elípticas a partir de tres observaciones y luego lo aplica al caso de Ceres utilizando las observaciones de Piazzi. A partir de esta órbita elíptica, Gauss calcula las efemérides de Ceres para todo el mes de Diciembre de 1801, las cuales fueron enviadas al astrónomo Von Zach que había informado a Gauss sobre el problema de Ceres.

Durante todo el mes de Diciembre Von Zach luchó con un cielo generalmente encapotado, pero el 1 de Enero de 1802, exactamente un año después de su descubrimiento, pudo confirmar definitivamente la recuperación de Ceres. Este fue solo el comienzo. En Marzo de 1802 Olbers descubre el segundo asteroide, Pallas, durante su búsqueda para recuperar a Ceres. En 1804 Harding descubre el tercero, Juno, y en 1807 nuevamente Olbers descubre el cuarto, Vesta. Luego de 38 años sin ningún descubrimiento, en 1845 Hencke descubre el quinto, Astraea, y de ahí en más se multiplican facilitados desde fines de 1891 con la aplicación del método fotográfico (Fig. 1). Ante el creciente número de descubrimientos se decidió numerar y registrar los nuevos "asteroides", nombre que recuerda su imagen a través del telescopio. ¿Cómo se hace esto?. Cuando se descubre un nuevo asteroide se le otorga una designación provisoria que, desde 1925, está formada por el año del descubrimiento seguido por dos letras, la primera indica la quincena del año en que se realizó el descubrimiento (no se usan I y Z) y la segunda el número de orden del descubrimiento dentro de la quincena. Cuando todas las combinaciones de letras posibles han sido usadas se agregan números (Ej.: 1979 AB, segundo asteroide descubierto en la 1ª quincena de Enero de 1979; 1984 BA1, vigésimo séptimo asteroide descubierto en la 2ª quincena de Enero de 1984). Si el asteroide se observa durante dos oposiciones más y se confirman los elementos orbi-

tales calculados, se le asigna un número permanente. A partir de este momento el descubridor tiene diez años para sugerir a la UAI el nombre del asteroide, para lo cual sólo existe regla en este momento para los Troyanos: los objetos en el punto de Lagrange "precedente" en el sistema Sol-Júpiter se nombran según los guerreros griegos y un espía troyano (624 Hektor), y en el punto "siguiente" se nombran como los guerreros troyanos y un espía griego (617 Patroclus).

A fines de 1987 estaban registrados alrededor de 3500 asteroides con elementos orbitales conocidos. Ahora bien, ¿estos 3500 cuerpos se encuentran todos entre las órbitas de Marte y Júpiter como lo indica la Ley de Titius-Bode? ¿Dónde comienza y dónde termina la región asteroidal?. Para contestar a esta pregunta podemos confeccionar un gráfico con el número de asteroides según su distancia media al Sol, lo que nos dará una primera idea sobre la distribución de estos cuerpos en el Sistema Solar. En la Fig. 2 presento un gráfico de este tipo para los 3516 asteroides registrados con número definitivo en las "Ephemerids of Minor Planets for 1988" del Instituto de Astronomía Teórica de Leningrado, excepto 2060 Chiron que posee un semieje mayor muy grande para incluirlo.

El grupo que se encuentra entre 2.12 y 3.56 Unidades Astronómicas constituye el anillo principal, siendo ésta la región del espacio donde debiera encontrarse el planeta faltante según la Ley de Titius-Bode (2.8 UA). También se observa en el gráfico otros grupos pequeños que se distribuyen entre 0.7 y 5.7 UA, los cuales guardan una relación con el período orbital de Júpiter: en órbitas con períodos de revolución que se encuentran en relación 1:1, 4:3 y 3:2 se concentran asteroides; en órbitas con períodos de revolución con relaciones 4:1, 3:1, 5:2, 7:3 y 2:1 no se encuentran asteroides, denominándose estas regiones como "Vacíos de Kirkwood", pero sí se concentran a sus alrededores. Por qué se producen vacíos en las resonancias de orden bajo (alejadas de Júpiter) y concentraciones en las de orden alto (cercanas a

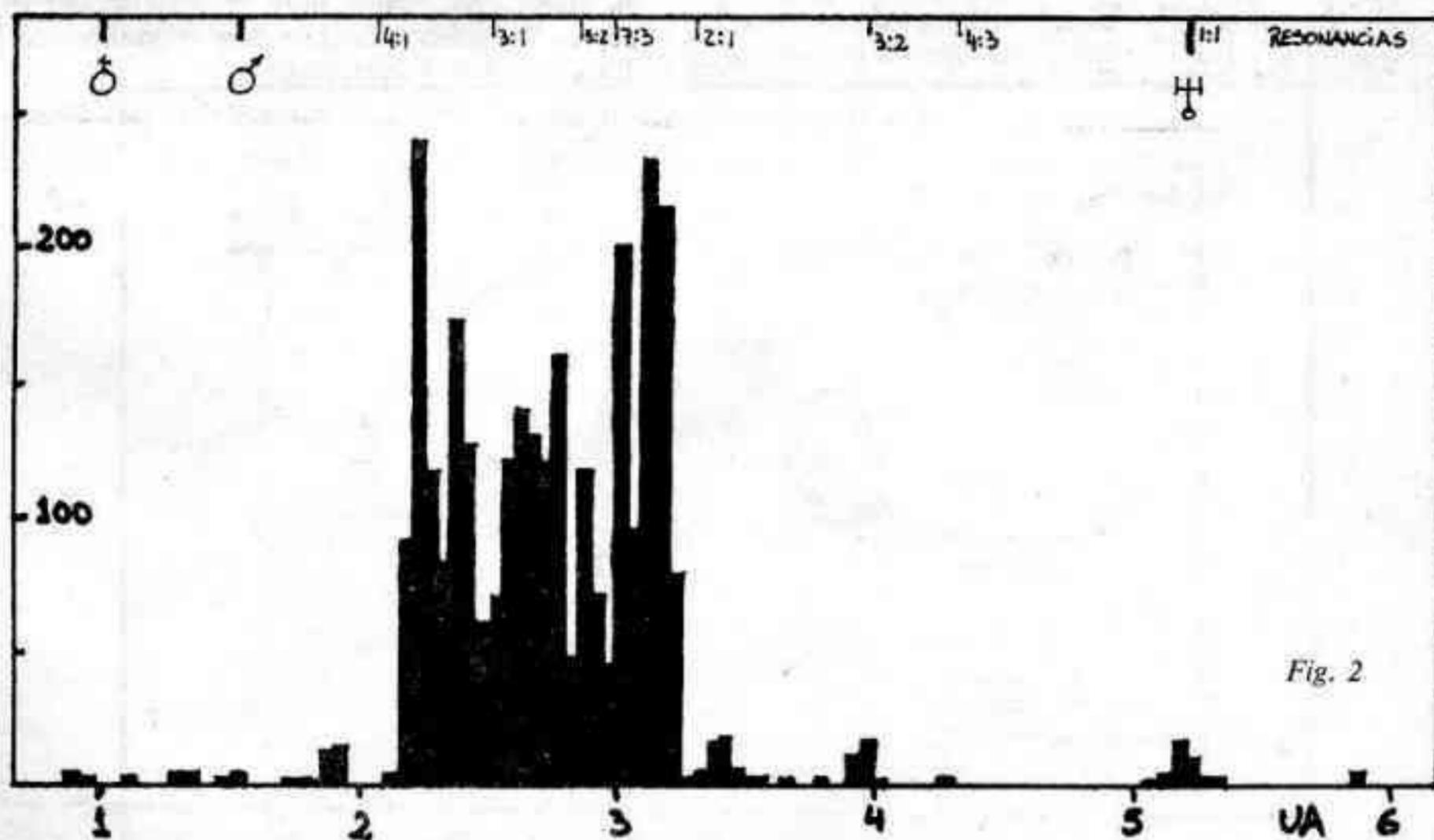


Fig. 2

TABLA I

GRUPO	a(S.Eje)	q	Q	i°
ATEN	< 1.00	-	> 1.00	-
APOLLO1	1 ≤ a ≤ 1.52	< 1	-	-
AMOR1	1 ≤ a ≤ 1.52	1 ≤ q ≤ 1.38	-	-
APOLLO2	1.52 ≤ a ≤ 2.12	1	-	-
AMOR2	1.52 ≤ a ≤ 2.12	1 ≤ q ≤ 1.38	-	-
HUNGARIAS	$\bar{a}=1.904$	-	-	$\bar{i}=23.53$
APOLLO3	2.12 ≤ a ≤ 3.56	< 1.	-	-
AMOR3	2.12 ≤ a ≤ 3.56	1 ≤ q ≤ 1.38	-	-
A. PRINCIPAL	2.12 ≤ a ≤ 3.56	-	-	$\bar{i}=7$
HILDAS	$\bar{a}=3.862$	-	-	i=var.
THULE(279)	4.272	4.228	4.316	2.33
TROYANGS E	$\bar{a}=5.205$	-	-	-
TROYANOS W	$\bar{a}=5.202$	-	-	-
HIDALGO(944)	5.850	2.014	9.685	42.39
CHIRON(2060)	13.632	8.451	18.812	6.93

Júpiter) es tema de estudio aún hoy, pero la principal causa es la acumulación de fuerzas perturbadoras generadas por la presencia de Júpiter que se acumulan al encontrarse siempre los dos cuerpos en la misma posición relativa sobre sus órbitas.

Por desgracia, un gráfico como la Fig. 2 no representa la realidad debido a que ningún cuerpo de nuestro Sistema Solar posee una órbita dependiente sólo de su semieje mayor (órbita circular). Al tener en cuenta la excentricidad se puede considerar la distancia perihélica,

q, y la distancia afélica, Q, definidas por:

$$q = a(1-e) \qquad Q = a(1+e)$$

y si también tenemos en cuenta la inclinación, i, podemos confeccionar la Tabla I, donde encontramos las características orbitales de los diferentes grupos oficialmente reconocidos. Como se puede advertir, nuestro "Cinturón de Asteroides" se ha extendido por todo el Sistema Solar.

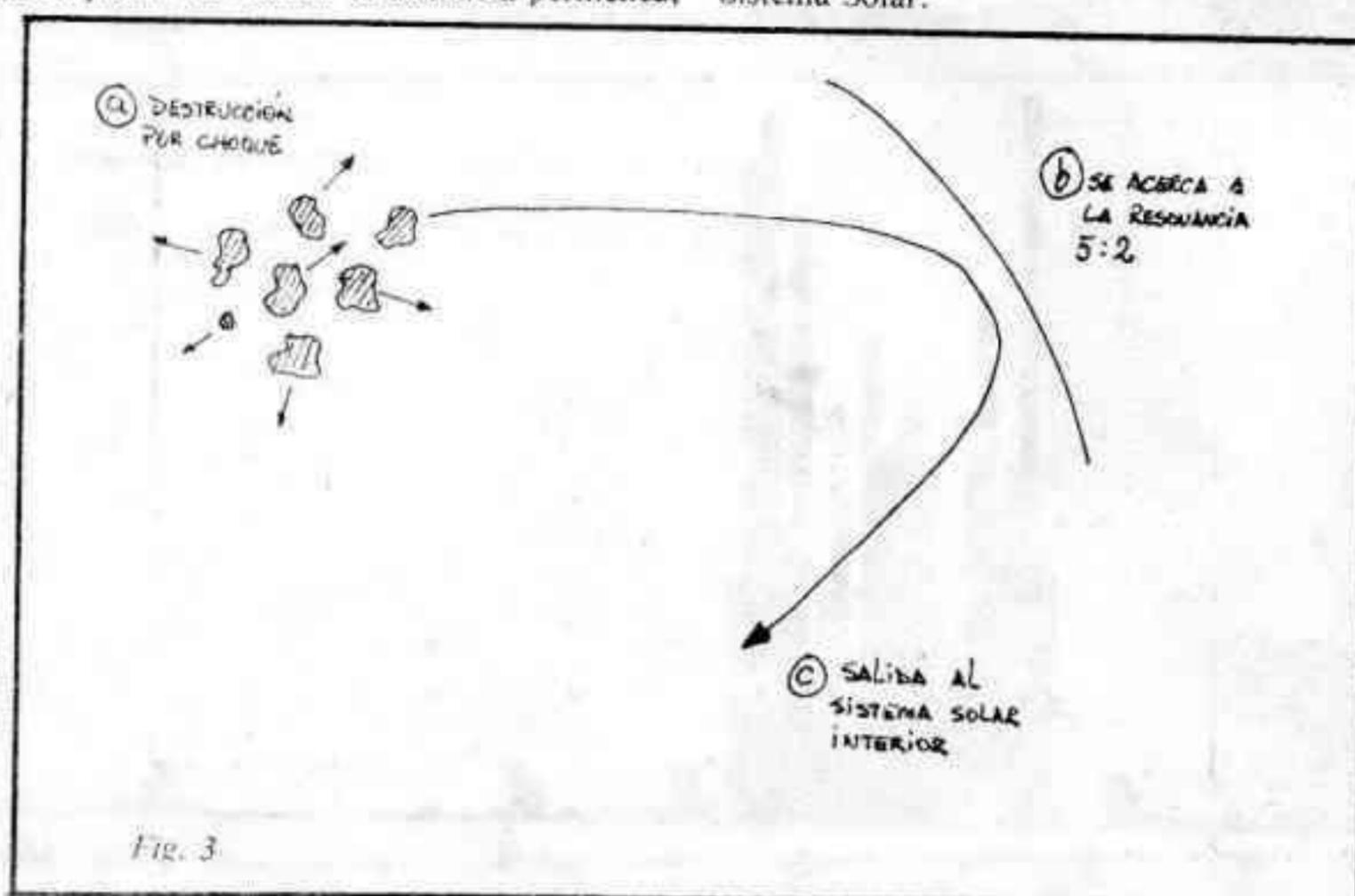


Fig. 3

Ya conocemos que existen cuerpos menores en todo el Sistema Solar, pero aún no mencionamos de donde han venido o como se han formado. Durante la formación de nuestro Sistema Solar, luego de enfriarse la nebulosa original, se condensaron pequeños cuerpos alrededor de partículas que nunca se vaporizaron durante el proceso de contracción de esa nebulosa. Mediante atracción gravitatoria estas partículas se unieron para formar cuerpos de tamaño considerable (hasta algunos Km), de los cuales una buena parte formaron los planetas mayores, otro grupo fue directamente expulsado del Sistema Solar y el resto formaron pequeños cuerpos que fueron lentamente "barridos" por los planetas o perturbados por el gigante Júpiter, que los afectó gravitatoriamente y los obligó a tomar órbitas que generaron infinidad de encuentros, fraccionando por choques parte de la población original.

Estos "fragmentos" que ahora se llaman asteroides adquirieron diferentes órbitas, todas perturbadas por la presencia de Júpiter, pero si alguno se movía por una órbita coincidente o cercana a los Vacíos de Kirkwood eran expulsados de esta región en órbitas de considerable excentricidad e inclinación (Fig. 3). Este mecanismo permitió poblar otras regiones fuera del cinturón principal y es una posible explicación sobre el origen de los asteroides del tipo apollo y amor junto con algunos meteoritos. A pesar de todo, algunos de los grupos que podemos encontrar hoy en día pueden ser el resultado de un proceso netamente local, sin mayor transferencia de material del cinturón principal. Este último sería el caso de los Troyanos, del grupo de los Aten y del asteroide 2060 Chiron.

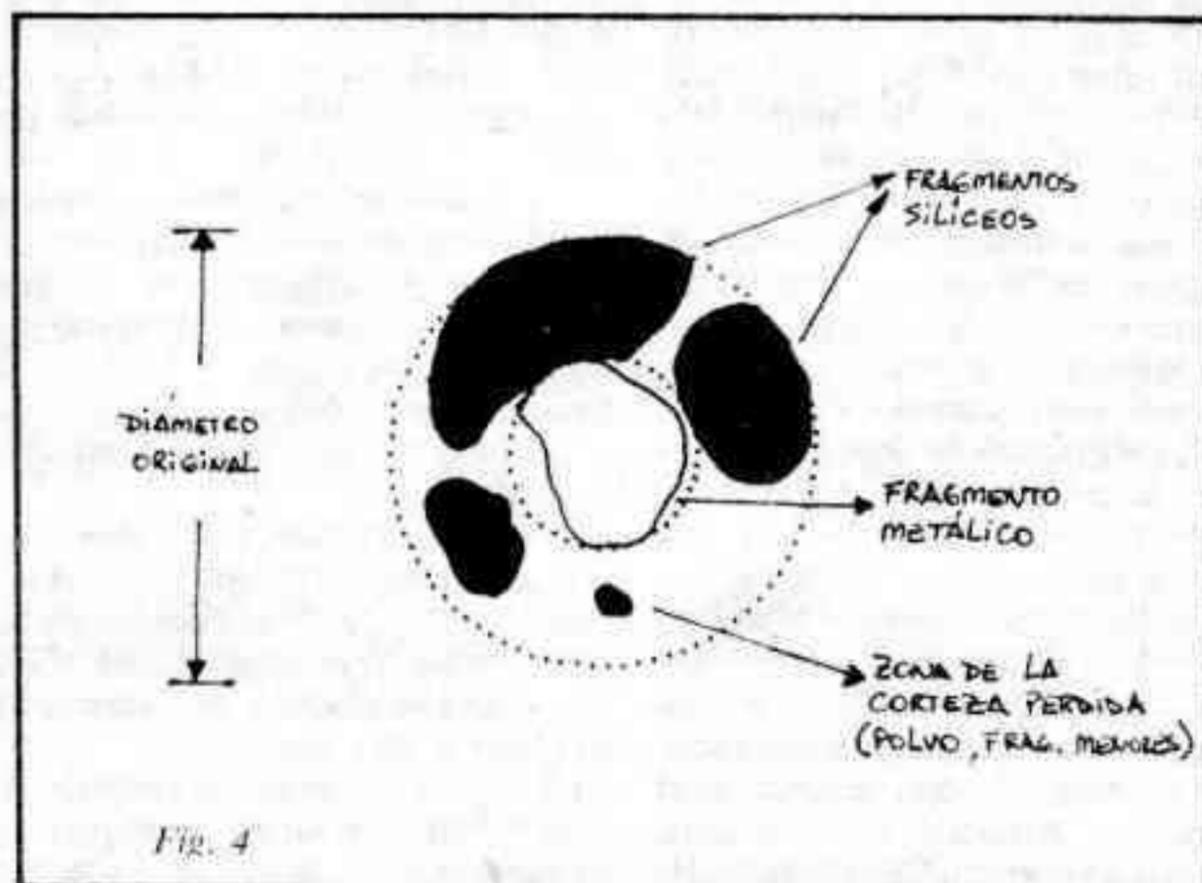
¿Se puede demostrar que este proceso fue real? Por suerte sí. Si se corrigen los elementos orbitales de los actuales asteroides por las perturbaciones gravitatorias de los planetas mayores, se obtienen grupos de asteroides, llamados "familias", con elementos orbitales CORREGIDOS muy similares, o sea, con órbitas corregidas casi coincidentes. Esto solo se explica si los miembros de estas familias han sido formados de un mismo cuerpo padre por fraccionamiento, luego del cual se han separado en órbitas parecidas. Cerca del 50% de los asteroides con número definitivo son

miembros de alguna familia y el 20% de éstos se concentran en tres familias principales. El asteroide 4 Vesta, debido a sus características orbitales, su tamaño y su composición, parecería ser un cuerpo original intacto, formando una familia de un solo miembro.

Si armamos este rompecabezas astronómico juntando nuevamente en un cuerpo único todos los pedazos (o sea, los asteroides miembros de la familia), obtenemos algo parecido a lo mostrado en la Figura 4. A pesar de la pérdida de parte del material constituyente (polvo, pequeños fragmentos, etc.), se puede reconstruir bastante bien al cuerpo padre original de la familia basándonos en estudios físicos que nos indican la composición química de sus integrantes. Todo asteroide miembro de la familia que posea principalmente características metálicas habrá formado parte del núcleo, mientras que los que tienen una composición basada en silicatos y otros minerales habrán sido parte de la corteza. Esta diferenciación basada en la composición química de los miembros de una familia nos ofrece la oportunidad sin precedentes de estudiar la composición interna de los cuerpos originales y, si se obtienen datos sobre el tamaño, forma y períodos de rotación de los integrantes, junto con los respectivos datos orbitales, nos ofrecerá además información acerca de los acontecimientos por los cuales se fraccionaron estos cuerpos en los orígenes de nuestro Sistema Solar. Cómo es posible obtener este tipo de información y qué sabemos acerca de ellos será tema de otro artículo.

REFERENCIAS

- T. Gehrels (1979) "The Asteroids: History, Surveys, Techniques and Future Work", en "Asteroids", pp. 3-24
 J.C. Gradie (1979) "Families of Minor Planets", en "Asteroids", pp. 359-390
 Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 1984
 Ephemerids of Minor Planets for 1988-ITA (1987)
 D. Zanette (1985) "La Ley de Titius-Bode", Revista Astronómica N° 232
 J.C. Muzzio (1981) "Los Troyanos", Revista Astronómica N° 219



2ª Reunión Regional de Astronomía Extragaláctica

Por el Dr. José L. Sérsic

Entre el 30 de noviembre y el 5 de diciembre de 1987 tuvo lugar en Córdoba la Segunda Reunión Regional de Astronomía Extragaláctica. Ella se realizó bajo los auspicios de la Academia Nacional de Ciencias (Córdoba) y la Universidad Nacional, a través de su Observatorio Astronómico.

La razón de ser de estas Reuniones Regionales es la de poner en contacto a los astrónomos del cono sur de América entre sí y con especialistas de relevancia en esos temas provenientes de otras partes del mundo. En esta ocasión la Reunión en sí fue precedida y sucedida por visitantes que también hicieron su aporte a la temática elegida. Esta fue definida por un Comité de Organización de suerte que resultase de interés a aquellos grupos que activamente trabajan en dos vertientes muy definidas en nuestros observatorios, a saber: simulaciones dinámicas de sistemas extragalácticos y estructura en grande escala del universo por una parte, y los aspectos observacionales y técnicos de la morfología y fotometría de galaxias.

Como los lectores de Revista Astronómica seguramente saben, en el Observatorio de La Plata existe un fuerte grupo teórico, liderado por nuestro consocio J.C. Muzzio, que se interesa en el tema de las simulaciones, mientras que otro consocio nuestro, J.C. Forte, es responsable de otro grupo, en IAFE y en el Observatorio de La Plata, que está trabajando en morfología y fotometría de galaxias con modernas técnicas CCD, y cuyas observaciones provienen de sitios transandinos.

Lo que nuestros lectores quizás ignoren, por razones de distancia y menor vinculación con la Asociación, es que en Córdoba existe un grupo de investigaciones en astronomía teórica e instrumental (IATE), creado hace cinco años en base al Departamento de Astronomía Extragaláctica del Observatorio. Las líneas de acción de dicho grupo son esencialmente tres: Dinámica y Simulaciones de sistemas, Desarrollo instrumental y Astronomía observacional. El grupo de Dinámica lo integran D. García Lambas (Estructura en grande escala), M. Mosconi (Dinámica de colisiones, formación de galaxias), J. Navarro (Dinámica de colisiones, Cúmulos de galaxias, Materia oscura), M. Abadi (Fricción dinámica, modelos de galaxias). En cuanto al de Desarrollo instrumental, éste es conducido por H. Calderon y está integrado por cuatro ingenieros, tres en electrónica y uno mecánico. Su objetivo es el desarrollo de instrumental de aplicación astronómica. Entre sus realizaciones debemos mencionar un sistema Reticon de adquisición de datos y un microdensitómetro digital con computadora dedicada. Finalmente el grupo de Astronomía observacional, en el que revistan H. Calderon y V. Arreguine (Galaxias activas), V. Alonso (Fotometría superficial de galaxias), H.

Muriel (Regiones HII), no necesariamente realiza observaciones, al menos por ahora, sino más bien procesa material ya adquirido. Algunos de los astrónomos mencionados mantienen también colaboración con otros colegas de instituciones similares, como por ejemplo H. Calderon con J.C. Forte (IAFE) y B. Quintero (IAR).

Frente a este panorama, el Comité de Organización decidió invitar a dar las siguientes series de exposiciones a cuatro especialistas, a saber:

- S. Aarseth, Universidad de Cambridge: Técnicas de simulación numérica.
- S. White, Universidad de Arizona: Modelos de cúmulos de galaxias y estructura en grande escala.
- J.L. Nieto, Universidad de Toulouse: Propiedades de las galaxias tempranas.
- M. Capaccioli, Universidad de Padova: Galaxias tempranas y la ley de Vaucouleurs.

A las cuatro series de conferencias mencionadas debemos agregar dos discursos invitados:

- D. García Lambas: propiedades estadísticas de la distribución de galaxias y sistemas de galaxias.
- J.C. Forte: Morfología CCD de galaxias eruptivas.

El programa original contemplaba otros dos discursos invitados, solicitados a H. Quintana (U.C. Chile) y a L.A. Nicolasi da Costa (Observatorio Nacional, Brasil), pero ambos astrónomos no pudieron concurrir por inconvenientes de último momento.

De esta suerte se cubrió con esas exposiciones un panorama razonablemente completo e informativo para las especialidades de desarrollo local e, inclusive, regional. La concurrencia de astrónomos de Brasil, Chile, Perú y naturalmente, de Argentina en un total de 35 es una muestra de la oportunidad de la elección de los temas.

Las sesiones se efectuaron por las mañanas en el salón de actos de la Academia, mientras que a la tarde se realizaron en el Observatorio. El programa se completó con sendas recepciones (Inaugural y de clausura) y una excursión a las sierras que culminó con un asado en la Estación Astrofísica de Bosque Alegre.

Los temas específicos desarrollados en los cursos invitados fueron:

- S. Aarseth: Dinámica de nubes moleculares * Simulación de cúmulos abiertos * Modelos numéricos para el colapso del "core" en cúmulos globulares.
- A. White: Cosmología CDM (Cold Dark Matter) * Estructura de cúmulos de Galaxias * Efectos dinámicos en Galaxias de Cúmulos.
- J.L. Nieto: Propiedades generales de las galaxias elípticas * Subcomponentes, comparación con los SO's * Extremó inferior de la función de luminosidad.

- M. Capaccioli: Fotometría de galaxias tempranas * Nuevas técnicas observacionales: la distribución de brillo en galaxias * Apartamientos de la Ley de de Vaucouleurs en las galaxias elípticas.

- D. García Lambas: Reseña sobre la estructura en gran escala del Universo * Alineamientos en la orientación de galaxias y su relación con la orientación de los sistemas de galaxias.

- J.C. Forte: Procesado de imágenes CCD de NGC 7552 y su interpretación como una galaxia que sufre un proceso eruptivo de formación de estrellas.

La realización de este tipo de Reuniones, en una escala moderada, es sumamente útil para el estímulo de investigaciones específicas en la región. Su costo no es elevado, se halla dentro de nuestras modestas posibilidades, y el rendimiento -medido por los conocimientos

que se intercambian y por los contactos y oportunidades que se establecen- es alto.

Cuando en 1975 realizamos la Primer Reunión Regional, tuvimos algunas dificultades de comprensión e interpretación que ahora no se presentaron: señal que la mentalidad de la comunidad astronómica está más abierta hacia este tipo de experiencias. A veces surgen consecuencias inesperadas... por ejemplo, en 1975 culminamos con una mesa redonda y en ella la delegación chilena propuso continuar los encuentros en un ámbito más amplio y formal: tal fue el origen de las Reuniones Regionales de la IAU, que ya va por su quinta edición..! (1978 Santiago, 1981 Mérida, 1983 Buenos Aires, 1984 Río, 1986 México).

Tanto el CONICET cuanto el CONICOR contribuyeron económicamente a la realización de la reunión.

INFORMAMOS A LOS SOCIOS QUE SE ENCUENTRAN AVANZADAS LAS TRATATIVAS PARA FORMAR EL CONVENIO CON EL OBSERVATORIO MUNICIPAL DE LA CIUDAD MERCEDES, PCIA. DE BUENOS AIRES; POR EL CUAL TODO SOCIO QUE PRESENTE UN PLAN DE TRABAJO PODRA ACCEDER OPORTUNAMENTE A UN TELESCOPIO CASSEGRAIN DE 30 CENTIMETROS. LOS INTERESADOS PUEDEN ACERCARSE A LA DIRECCION DE OBSERVATORIO PARA INFORMARSE SOBRE EL PARTICULAR.

PROXIMAS SALIDAS OBSERVACIONALES

LA DIRECCION DE OBSERVATORIO COMUNICA QUE CONTINUANDO CON LA LABOR INICIADA POR LA ACTUAL ADMINISTRACION CON EL OBJETIVO DE BUSCAR UN MEJOR CIELO PARA LA OBSERVACION ASTRONOMICA, SE HA DIAGRAMADO PARA LOS SOCIOS EL PLAN DE SALIDAS CORRESPONDIENTES AL PRIMER SEMESTRE DE 1989.

EL MISMO CONSISTE:

MARZO: CAMPAMENTO EN CHASCOMUS. LOS DIAS 23, 24, 25 Y 26.

ABRIL: VISITA Y OBSERVACION EN EL OBSERVATORIO MUNICIPAL DE MERCEDES. DIA 15.

MAYO: VISITA Y OBSERVACION EN EL OBSERVATORIO MUNICIPAL DE MERCEDES. DIA 13.

JUNIO: VISITA Y OBSERVACION EN EL OBSERVATORIO MUNICIPAL DE MERCEDES. DIA 10.

PARA INFORMES E INSCRIPCION, DIRIGIRSE A LA DIRECCION DE OBSERVATORIO DE LUNES A VIERNES DE 20:30 A 22:30 HORAS.

Optica e instrumentos astronómicos

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN OBJETIVO REFRACTOR ASTRONÓMICO

por Mariano Dubiansky

Introducción:

El presente artículo tiene como objetivo brindar una guía acerca del diseño y tallado de un objetivo refractor de calidad astronómica, el cual está al alcance del óptico aficionado capaz de encarar un trabajo laborioso, paciente y artesanal, totalmente complementario de la construcción de un objetivo reflector convencional.

Ventajas y desventajas:

Como todo sistema óptico, el mismo tiene sus cualidades, pero también sus inconvenientes, visto desde el punto de vista constructivo. Entre sus ventajas es destacable la calidad de visión lograda en la observación de detalles planetarios, como así también la calma en sus imágenes, rara vez obtenida en un telescopio reflector sin lámina de cierre. Su colimación es efectuada por un sistema de seis tornillos, lo que asegura una mayor permanencia del centrado óptico. Cabe destacar además que el diámetro de la lente es aprovechado en su totalidad sin ningún tipo de obstrucción central que ocasione difracción. Desde el punto de vista de su confección, las tolerancias son muy amplias en comparación con un espejo, ya que su superficie admite errores mayores, y su mancha de difracción es de gran radio; recordemos que la imagen de una estrella puntual va a producir en el foco una mancha cuyo radio es $r = 1,22 \cdot \lambda \cdot (F/D)$.

Dichas hasta aquí sus bondades, tendremos también que enumerar los inconvenientes que presenta, como por ejemplo la aberración cromática o también de esferocromatismo, muy notoria en la observación de planetas brillantes como Venus, en el que se aprecia claramente un halo violeta a su alrededor; este fenómeno se denomina **espectro secundario** y no puede ser corregido en su totalidad, como no sea con los tripletes **apocromáticos** o los modernos dobletes que utilizan vidrios especiales, como el diseño de John Gregory que emplea un "Crown" de Flúor y gran espaciado de aire (ver "Sky & Telescope", Junio/1987).

El lugar ocupado es otra de las incomodidades que trae el necesario empleo de un tubo de gran extensión en el caso de un refractor de $F/D = 15$, y la correspondiente montura ecuatorial, usualmente del tipo "alemán".

Por todas estas razones y algunas más (entre ellas el costo) no es aconsejable excederse en el diámetro, ya que las dificultades se acrecientan enormemente pasando de los 100mm.

Materiales:

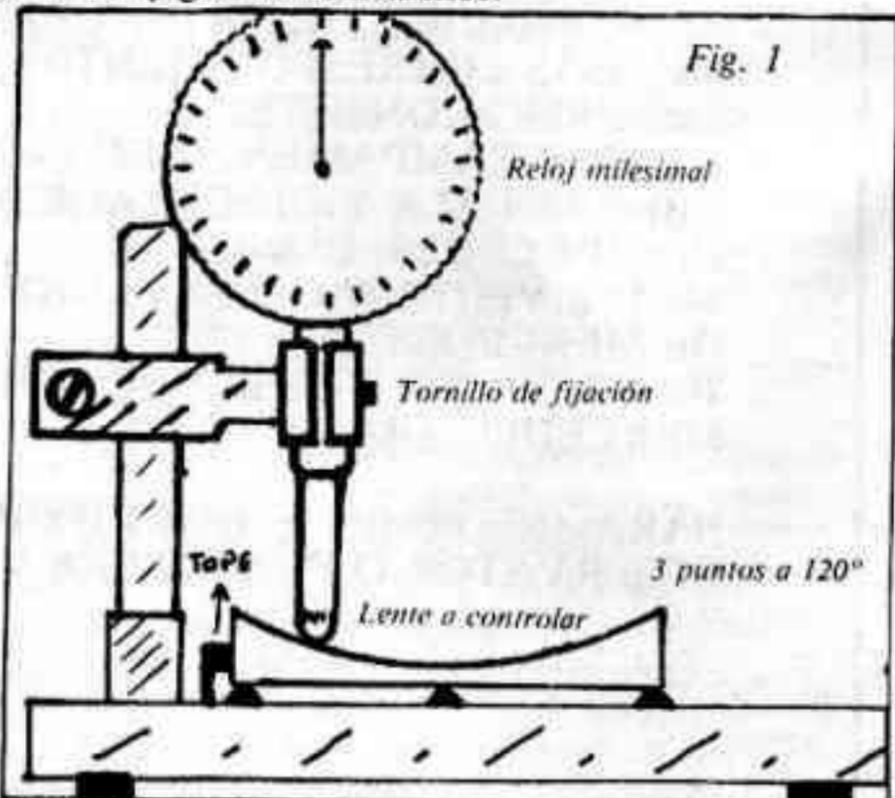
Naturalmente que los materiales deben ser de primera calidad. Lamentablemente, en nuestro país los vidrios ópticos obtenibles en el mercado son los destinados al uso oftálmico, y han sido prensados con calor; esto provoca generalmente la aparición de tensiones internas, las cuales no existen en un vidrio de calidad "A" o astronómica, los que presentan el sello de "Annealed".

No obstante, para diámetros pequeños, de hasta 60mm, pueden utilizarse los vidrios prensados sin temor. En mi caso particular, he tenido la suerte de localizar en las casas importadoras del ramo blocks sin prensar, que sirven para diámetros mayores. Aquellos que tengan la posibilidad de viajar al exterior podrán adquirir blocks especialmente destinados a este delicado trabajo, homogéneos y libres de burbujas y estrias, pero aún sin ellos vale la pena hacer el intento con el vidrio oftálmico.

Adquiriremos pues, dos tipos de vidrio llamados **Crown y Flint**, pidiéndole a quien nos los venda, dos datos fundamentales sin los cuales no podremos calcular el objetivo: son ellos el índice de refracción para la línea del Sodio (Nd) y el número Abbe, dispersión o constringencia (V). De lo contrario, o en caso de duda, habrá que medir los vidrios con un refractómetro.

Para un objetivo como el que diseñaremos a continuación, de 100mm de diámetro, nos alcanzará con blocks de 120 por 120mm y de 15 a 17mm de espesor. Se procederá a cortarlos con un "biscuit cutter" con el fin de obtener ambas circunferencias perfectas para el control del espesor de borde, cuña o prismatismo, al que deberá reducirse con el mismo trabajo de sobreimpresiones que se emplea en el tallado de una lámina de cierre. Esto tiene un motivo fundamental: un objetivo con prismatismo provocaría imágenes cromáticas hacia alguna dirección preferencial, sin posibilidades de compensación, aún girando un elemento respecto del otro.

Para poder medir este borde saliente, construiremos una base como la de la Fig. 1; se trata de una plataforma de hierro, preferentemente rectificada, sobre la que se apoya el vidrio sobre tres puntos cinemáticos a 120° , habiendo además dos topes que sirven para frenar el vidrio y girarlo contra ellos.



De la misma plataforma se extiende un brazo vertical y otros dos horizontales que tienen como finalidad orientar el comparador milesimal. Para medir los espesores basta con tomar de cuatro a seis puntos sobre el borde de las lentes. Todo este equipo es necesario por la curvatura de las caras de las lentes, que hace imprescindible tener la seguridad de que estamos midiendo siempre a la misma distancia del centro, lo cual no es importante en el caso de láminas de cierre, con ambas caras planas. Por la misma razón, los vidrios deben ser perfectamente circulares, ya que en contacto con los toques describirán una circunferencia en presencia del vástago del comparador.

Si al concluir el trabajo de tallado quedara algún residuo de prismatismo, puede ser eliminado centrando los vidrios con luz. Dicha operación se efectúa proyectando un haz de luz sobre la lente a centrar, la que se ha pegado con brea tibia sobre un eje con plataforma, pero dejándole algo de movimiento; debe buscarse que la luz permanezca quieta, sin balancearse, al girar la lente, lo que significa que ésta ya ha sido centrada. A continuación, se la enfrenta a la biseladora para quitar el borde más delgado, una especie de "torneado", que reducirá levemente el diámetro del objetivo.

Para fijar ideas, con los valores usuales de número de Abbe el prismatismo puede oscilar de 0,001 a 0,005 de mm (ver artículo sobre el tallado de una lámina de cierre, en "Revista Astronómica" N° 194/195).

Con esto concluimos lo referente a materiales; desde luego que no vamos a tocar temas tan elementales como el de los abrasivos, tortas, etc., ya que quien encare la construcción de un doblete tendrá que haber hecho antes algunos espejos para tomar experiencia en el tallado de superficies ópticas.

Características del objetivo:

El tipo de objetivo es obviamente un doblete aplanético, corregido de coma, aberración esférica y

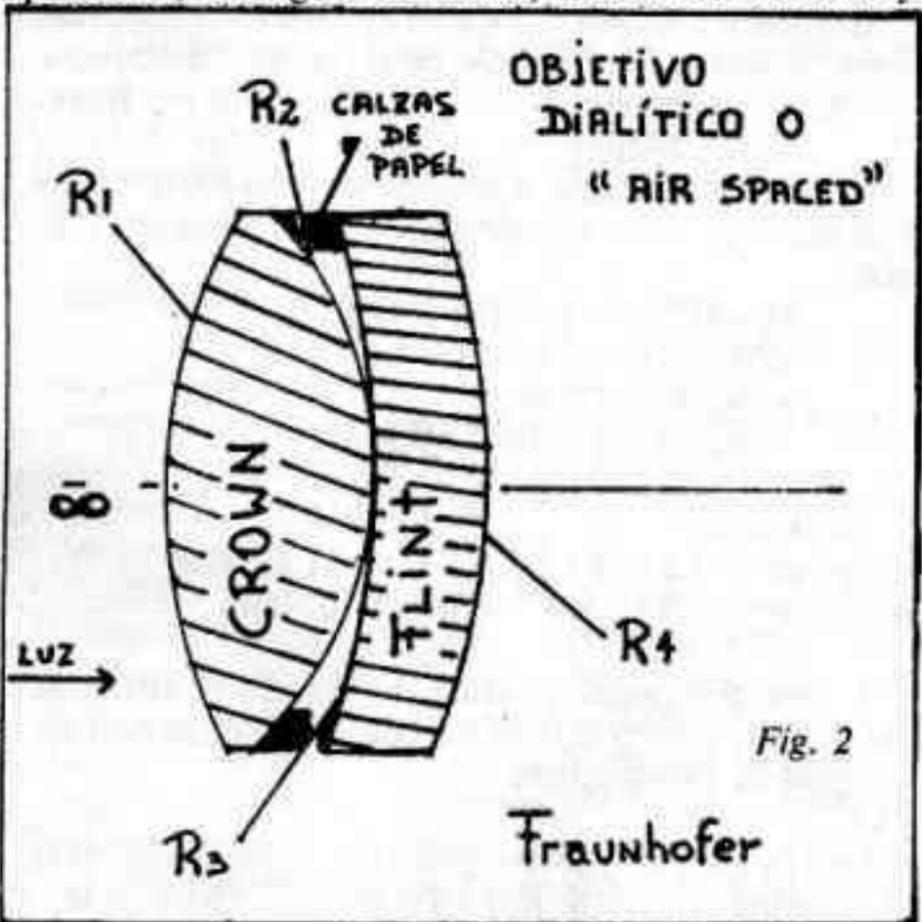


Fig. 2

cromática; a este diseño se lo denomina **Fraunhofer**, existiendo además otros que no citaremos aquí. El componente Crown apunta hacia el cielo, requisito fundamental para resistir a los hongos, ya que los vidrios Flint, al incluir óxido de plomo, son fácilmente atacados.

El factor de forma del Crown será biconvexo, con probabilidad de que R_1 sea menor que R_2 (ver Fig. 2); en cuanto al Flint, puede tener varios factores de forma: biconcavo, menisco o planocóncavo.

Cabe aclarar que la forma final que resulte dependerá exclusivamente de los valores de entrada al cálculo, como índices de ambos vidrios, dispersiones y por supuesto la distancia final que le queremos asignar.

Método de cálculo:

El método que emplearemos es aplicable a objetivos de relación focal $F/D = 12$ a 15 , y para diámetros que exceden mucho los 150mm . Con los índices de refracción N_d de ambos vidrios se calcularán una serie de funciones que denominaremos con la letra G , que nos servirán para eliminar la aberración esférica en el eje y la coma extraaxial; este método es algebraico y prácticamente tan exacto como el trazado de rayos paraxiales, ya que el mismo se basa en ecuaciones diferenciales.

Adoptaremos la convención de signos siguientes: penetrando la luz por la izquierda, las superficies cuyos centros de curvatura se encuentren a la derecha de las mismas tendrán curvaturas y radio positivo, y viceversa.

Para finalizar, diremos que para que se cumpla la condición de acromatización las distancias focales de ambas lentes deben ser proporcionales a sus poderes dispersivos; además, la lente de menor poder dispersivo debe tener el mismo signo que el sistema. Estas reglas son básicas para el diseñador óptico.

Calcularemos dos versiones, primeramente el objetivo del tipo cementado y luego **dialítico** o "air spaced", en el que la coma puede corregirse completamente, a diferencia del cementado donde la corrección es parcial.

Símbolos:

- a = Subíndice correspondiente al elemento Crown
- b = Subíndice correspondiente al elemento Flint
- $1, 2, 3, 4$ = Superficies de los vidrios, de izquierda a derecha
- N_d = Índice de refracción para la línea d
- V = Dispersión, constringencia o número de Abbe
- P = Poder de la lente
- F = Distancia focal; sin subíndice, la del objetivo completo
- C = Curvatura (inversa del radio)
- ΔN = Dispersión cromática absoluta

La dispersión cromática absoluta, $\Delta N = (N_f - N_c)$ se despeja de la fórmula $V = (N_d - 1) / (N_f - N_c)$; a veces también se la llama "dispersión media".

Vidrios utilizados:

Crown: Borosilicato de Chance Pilkington B-270, $N_{da} = 1,52300$, $V_a = 58,3$, $\Delta N_a = 0,00897$; origen Inglaterra.

Flint: Schott SF-9 tipo extra denso, $N_{db} = 1,654461$, $\Delta N_b = 0,01944$; origen, Alemania.

Cálculo de G , funciones del índice:

$$\begin{aligned} G_1 &= N^2(N-1)/2 & G_2 &= (2N+1)(N-1)/2 \\ G_3 &= (3N+1)(N-1)/2 & G_4 &= (N+2)(N-1)/2N \\ G_5 &= 2(N^2-1)/N & G_6 &= (3N+2)(N-1)/2N \\ G_7 &= (2N+1)(N-1)/2N & G_8 &= N(N-1)/2 \end{aligned}$$

	61	62	63	64	65	66	67	68	
Crown	1,523	0,32658	1,05802	1,45828	0,6045	1,73278	1,1275	0,6497	0,39826
Flint	1,05446	0,3657	1,41	1,05139	0,7226	2,10008	1,37726	0,85224	0,54138

Las medidas las expresamos en metros, debido a la acumulación de ceros y decimales, pero al final las pasaremos a milímetros para facilitar la interpretación de los radios.

$$F = 1,2m \quad \text{Diámetro} = 0,10m \quad F/D = 12$$

Supresión de la aberración de esfericidad en el eje:

Las letras que aparecen luego de los corchetes nos indican que se trata del elemento Crown (a) o del Flint (b).

Curvaturas:

$$\begin{aligned} Ca &= 1/(Va-Vb).F \Delta Na = 3,7688 & (1) \\ Cb &= 1/(Vb-Va).F \Delta Nb = -1,1381 & (2) \\ Pa &= Ca.(Nda-1) = 1,8710 & (3) \\ Pb &= Cb.(Ndb-1) = -1,1381 & (4) \\ P &= Pa + Pb = 0,8329 & (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 601.Ca^3 + 62.Ca^2.C2 - 63.Ca.C2^2 - Pa + 64.Ca.C2^2 - 65.Ca.Pa.C2 + 66.Ca.Pa^2 + 67.Ca^2.Pa^2 \\ + 68.Cb^3 - 62.Cb^2.C3 + 63.Cb.C3^2 - Pa + 64.Cb.C3^2 - 65.Cb.Pa.C3 + 66.Cb.Pa^2 + 67.Cb^2.Pa^2 = 0 \quad (6) \end{aligned}$$

Conocemos todo, excepto C2 y C3 que son las incógnitas. Reemplazando y agrupando términos obtenemos:

$$5,8298 + 2,1563.C2 + 2,2797.C2^2 + 2,9342.C3 - 1,2569.C3^2 = 0 \quad (7)$$

Dado que para vidrios cementados $C2 = C3$, quedaría:

$$5,8298 + 5,0905.C2 + 1,0228.C2^2 = 0 \quad (8)$$

Podemos resolver la (8) como una ecuación de segundo grado; reemplazando valores tenemos:

$$C2 = C3 = (-5,0905 \pm \sqrt{25,91319 - 23,8508}) / 2,0456 \quad (9)$$

Dando así las dos soluciones:

$$C2 = C3 = -3,1905 \quad \text{C2} = \text{C3} = -1,7865$$

En este caso particular los dos resultados son negativos; aunque ambos son válidos, nos conviene elegir el que más se aproxime a 0, para acercarnos a una lente con factor de forma equiconvexo.

Estamos ahora en condiciones de pasar al cálculo de los radios de curvatura; en este primer ejemplo hemos supuesto lentes cementadas, pero hay que subrayar que **no es aconsejable el cementado de lentes de más de 60 o 70mm**. Siendo $R = 1/C$, queda:

$$R1 = 1/C1 = 1/(Ca + C2)$$

$$R2 = 1/C2$$

$$R3 = 1/C3$$

$$R4 = 1/C4 = 1/(C3 - Cb)$$

Aplicando la regla de los signos:

$$C1 = 3,7688 - 1,7865 = 1,9823 \quad (10)$$

$$C4 = 1,7865 + 1,7390 = -0,0475 \quad (11)$$

De donde los radios serán:

$$R1 = 0,5045m = 504,5mm$$

$$R2 = -0,5598m = -559,8mm \quad (12)$$

$$R3 = -0,5598m = -559,8mm$$

$$R4 = -21,061m = -21061mm$$

Resultan así un Crown biconvexo y un Flint menisco, con radio R4 que nos da una superficie casi plana. Quienes por alguna razón no gusten de esta solución, pueden probar con el otro resultado de la ecuación, lo cual variará la forma.

Cálculo de los espesores:

Para finalizar, debemos asignarles a ambas lentes un espesor, el cual les brinde rigidez mecánica, con el objeto de que no sufran deformaciones; la componente Crown tendrá más espesor en el centro, mientras que con la componente Flint sucederá todo lo contrario. La introducción del espesor hará variar ligeramente las distancias focales de las lentes, ya que pasamos de un sistema delgado a uno grueso; esto puede corregirse variando levemente los radios sin afectar las potencias, pero en este caso no lo haremos por ser de efecto despreciable, y, por otra parte, asignando espesores correctos se puede conseguir los mismos resultados, ya que una lente compensa a la otra.

Elegiremos para el Crown un espesor en el borde de 6,4mm, y para el Flint 8,9mm en el centro. La fórmula de la ságita nos permitirá hallar los espesores restantes:

$$x = y^2 / 2R \quad (13)$$

Donde x es la ságita, y el semidiámetro del objetivo y R el radio de curvatura de cada una de las caras. Entonces:

$$x1 = 2500 / (2 * 504,5) = 2,478$$

$$x2 = 2500 / (2 * 559,8) = 2,233$$

$$x3 = 2500 / (2 * 559,8) = 2,233 \quad (14)$$

$$x4 = 2500 / (2 * 21061) = 0,0584$$

De donde:

$$\text{Crown centro} = 2,478 + 2,233 + 6,4 = 11,111mm$$

$$\text{Flint borde} = 2,233 + 8,9 - 0,0584 = 11,074mm$$

Podríamos calcular cuánto ha variado la distancia focal de cada lente y la final del conjunto, aplicando las relaciones de Coddington:

$$1/Fa = (Na-1)(1/R1 - 1/R2) - T(Na-1)^2 / (NaR1R2) \quad (15)$$

$$1/Fb = (Nb-1)(1/R3 + 1/R4) + T(Nb-1)^2 / (NbR3R4)$$

Donde T es el espesor central de las lentes.

Objetivo dialítico:

Dado que la primera parte del cálculo es la misma que para el objetivo cementado, nuestro punto de partida será la ecuación (7); a partir de allí continuaremos.

Supresión de la coma:

$$10,25.65.Ca.C2+67.Ca.Pa+68.Ca^2.3a+(0,25.65.Cb.C3-67.Cb.Pa-68.Cb^2.3b=0 \quad (16)$$

Reemplazando valores y agrupando:

$$1,6326.C2-0,9130.C3+1,7788=0$$

$$C3=1,7881.C2+1,9483 \quad (17)$$

Podemos así resolver por sustitución reemplazando en la (7), y resolviendo la ecuación de segundo grado resultante:

$$6,7767-1,3545.C2-1,7389.C2^2=0$$

$$C2=(1,33545 \pm \sqrt{1,8346+47,1360})/(-3,4778)$$

De donde resultan los dos valores de C2;

$$C2=-2,4016 \quad C2=1,6226$$

Tomaremos como antes el valor negativo. Sustituyéndolo en la (17):

$$C3=-2,3460$$

Podemos ahora calcular:

$$C1=Ca+C2=3,7688-2,4016=1,3672$$

$$C4=C3-Cb=-2,3460+1,7390=-0,6070$$

Hallamos finalmente los radios:

$$R1=1/C1=0,7314m=731,4mm$$

$$R2=1/C2=-0,4163m=-416,3mm$$

$$R3=1/C3=-0,4262m=-462,2mm$$

$$R4=1/C4=-1,6474m=-1637,4mm$$

Para el cálculo de los espesores, se procederá como en el diseño anterior, es decir, utilizando la fórmula de ságitas y variación de foco a causa del espesor.

Cambios en el factor de forma:

Flint con superficie plana: En este caso, C4=0, resultando así de la ecuación para hallar los radios que C3=Cb; sustituyendo el valor de C3 en la ecuación (7), nos da una cuadrática en C2, que puede ser resuelta como antes sabiendo C2, C3, Ca y Cb. Con este factor de forma, la corrección de la coma sería solo debida a la casualidad.

Crown equiconvexo: La ecuación (1) nos ha dado el valor C; siendo C1=C2, de la ecuación que nos da los radios Ca=-C2.C2=-2C, o sea, C=Ca/2. Si sustituimos este valor en la (7), nos da una cuadrática en C3, la que se puede resolver como en el caso anterior, conociendo Ca, Cb, C2 y C3.

Métodos de control para las superficies:

Durante la primera etapa del trabajo, especialmente para el esmerilado, se controlará groseramente con un comparador centesimal tanto los radios como el prisma-tismo. Posteriormente, el control se efectuará con uno milesimal para ambos parámetros, a fin de obtener mayor precisión.

Para medir los radios utilizaremos una copita de bronce torneada a filo, con una perforación central a fin de poder posicionar el comparador y ajustarlo. La Fig. 3 nos ilustra acerca del método de medición, dimensiones de la base y la fórmula a emplearse para hallar cuántas centésimas o milésimas tendrá que marcar el reloj para el radio buscado.

Una vez pulidas las lentes, debemos verificar la esfericidad de las mismas, salvo que intencionalmente se las haya **asferizado** como veremos luego. El control de la biconvexa lo realizaremos por interferencia con el método de Hindle, descrito en la Revista Astronómica N° 207 en el control de espejos secundarios para telescopios tipo Dall Kirkham; este método consiste en aprovechar las herramientas con que hemos tallado ambas

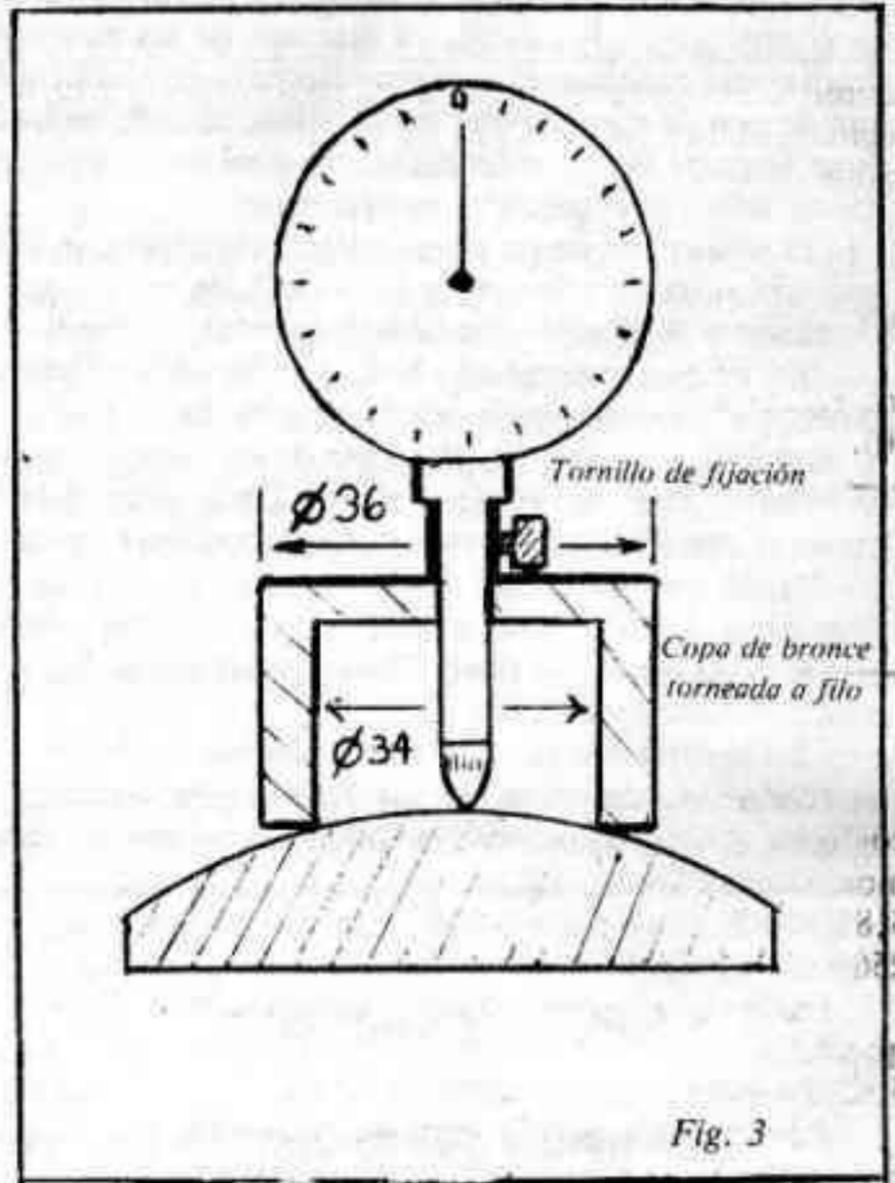


Fig. 3

DETERMINACION DE LOS RADIOS DE CURVATURA POR MEDIO DEL RELOJ COMPARADOR

Fórmula: $h = R - \sqrt{R^2 - r^2}$

Donde:

- h: lectura del dial
- R: radio de curvatura de la cara a medir
- r: semidiámetro de la base de apoyo de la copa; para superficies cóncavas se toma el semidiámetro exterior y para convexas el interior.

Aplicación a los diseños del artículo:

Diseño cementado:

	RADIO	LECTURA DEL COMPARADOR
R1	+504,4595mm	28,6 centésimas de mm
R2	-559,7597mm	25,8 " " "
R3	-559,7597mm	28,9 " " "
R4	-21061,22mm	0,69 " " "

Diseño dialítico:

	RADIO	LECTURA DEL COMPARADOR
R1	+731,4 mm	19,7 centésimas de mm
R2	-416,3 mm	34,7 " " "
R3	-426,2 mm	38,0 " " "
R4	-1647,4 mm	8,7 " " "

caras, puliéndolas y dejándolas esféricas con ayuda del método de Foucault. Dichas superficies servirán luego como patrones en el control interferencial, atribuyéndoles a las caras a verificar todos los defectos que aparezcan.

También se las puede controlar por transparencia en el aparato de Foucault, ya que una de las caras actuará como cóncava; el compromiso para este control es que de una de ellas (la que no se controlará) deberemos estar seguros de su esfericidad, lo cual exige que sea controlada por el método interferencial.

Si se dispone de un plano patrón aluminizado, será muy útil situarlo detrás para el control, de modo que la interacción de la cara trasera no nos resulte perjudicial.

En lo que respecta al Flint, si es bicóncavo ambas caras pueden controlarse por el método de Foucault; si es planocóncavo, la cara plana puede verificarse por interferencia con un plano patrón. Cada cual deberá hallar el método que le resulte más expeditivo y práctico. Puede ser interesante también el uso de una red de Ronchi, o el test de Hartmann, que se encuentra claramente explicado en el libro "Técnicas de Física Experimental" editado por EUDEBA.

En el supuesto caso de que al probar el objetivo se detectara la presencia de un residuo de aberración esférica o esferocromatismo, podría eliminárselo figu-

rando la cuarta cara del doblete en forma esférica o parabólica, hasta que el test de autocolimación nos brinde una imagen netamente esférica; para ello se medirá dicho residuo longitudinal y se calculará el coeficiente b de la ecuación que lo elimine. Quienes no dispongan de un plano patrón para realizar el test, pueden llevarlo a cabo montando el objetivo en su celda y apuntando a una estrella brillante, como Sirio por ejemplo, y efectuar el clásico corte del método de Foucault, notándose una figura esférica en el caso de que el objetivo esté terminado.

Nota: Este artículo está basado en la experiencia del cálculo y tallado de dos objetivos, con lo que se pudo verificar que el método es práctico y viable. Ante cualquier necesidad de efectuar una consulta, dirijase al autor o al Sr. Sergio Domínguez del Departamento de Óptica, quienes trabajan en el tema de la óptica de refracción.

Bibliografía de consulta

"Applied Optics & Optical Design", por A.E. Conrady
"Amateur Telescope Making", Scientific American Publishing Co.

"Revista Astronómica", Nros. 194, 195, 205/206 y 207
"Técnicas de Física Experimental", Tomos I y II, EUDEBA

Estimado Consocio:

Recuerde que la vida de la asociación depende del pago al día de sus cuotas.

Además, Ud. se verá beneficiado, porque lo adeudado se actualiza trimestralmente.

Fe de Erratas

Artículo: CALCULO DE COSMOGRAFIA
Aparecido en Revista Astronómica N° 242-243

- Página 14, renglón 46 de la columna izquierda, donde dice: "cuadrante con un simple cálculo:..." debe decir "cuadrante correspondiente al astro, se efectúa la reducción al primer cuadrante con un simple cálculo:..."

- Página 14, renglón 3 de la columna derecha debajo del dibujo donde dice "riales local u horizontal..." debe decir "riales u horarias..."

- Página 15, renglón 9 de la columna izquierda, donde dice: "43,55", además..." debe decir "43,65", además..."

- Página 15, renglones 31 y 45 de la columna izquierda, donde dice en el término de los paréntesis "(34°36'18,9")" debe decir "(-34°36'18,9")"

- Página 16, renglón 6 de la columna izquierda, en la fórmula 12 donde dice "tan $\lambda = (\text{sen } \alpha \times \text{cos } \epsilon - \text{tan } \delta \times \text{sen } \epsilon) / \text{cos } \alpha$ " debe decir "tan $\lambda = (\text{sen } \alpha \times \text{cos } \epsilon + \text{tan } \delta \times \text{sen } \epsilon) / \text{cos } \alpha$ "

- Página 16, en la columna izquierda luego de la fórmula 17, debe ir la N° 18: "sen(L-33°) = (sen $\delta \times \text{sen}62^{\circ}36' + \text{cos } \delta \times \text{cos}62^{\circ}36' \times \text{sen}(\alpha - 282^{\circ}15')) / \text{cos } b$ "

- Fe de erratas de la fe de erratas: en el reverso de la hoja adjunta a la revista anterior, en el Fe de Erratas, en el renglón 4 donde dice: "que debe ir a continuación de la fórmula (17):" debe decir "que debe ir a continuación de la fórmula (18):"

- Página 16, renglón 31 de la columna derecha, donde dice " $\delta = 28^{\circ}55'$;" debe decir " $\delta = -28^{\circ}55'$;"

Página 16, columna de la derecha, en la nota (3) donde dice "Nota: al igual que δ , φ tiene signo (-)" debe decir "Nota: al igual que δ , φ tiene signo (-)", y en la nota (4) en su 4° renglón, donde dice "1h = 15°, 1m = 15', 1s = 15'." debe decir "1h = 15°, 1m = 15', 1s = 15'."

Noticias de la Asociación

ACTA DE LA ASAMBLEA ORDINARIA DEL 16 DE ABRIL DE 1988

De acuerdo a lo dispuesto oportunamente, tuvo lugar el 16 de abril de 1988 la Asamblea General Ordinaria, a las 16 horas, luego de cumplirse la media de espera como lo establece nuestro Estatuto Social, con los socios presentes (30) treinta, de los cuales tuvieron derecho a voto solamente (27) veinte y siete.

En cumplimiento del Orden del Día, se trataron: 1° **Lectura y Aprobación del Acta anterior**: la cual fue aprobada sin observaciones y por unanimidad. 2° **Lectura y Aprobación de la Memoria, Balance General, Cuenta de gastos y recursos e Inventario al 31 de Diciembre de 1987**: puestos a consideración estos fueron aprobados sin observaciones y por unanimidad. 3° **Elección de los miembros de la Comisión Escrutadora (Art. 29)**: la Presidencia designa a la socia Flora B. Claire y la Asamblea elige por unanimidad a los socios Srta. Adriana Volpe y Juan C. Forte. 4° **Elección de miembros para desempeñar cargos de Presidente** por renuncia del Ing. Cristián Rusquellas (3 años), **Vicepresidente** por cesación del mandato del Sr. Ariel Otero Estrada (3 años), **Secretario** por renuncia del Prof. Luciano Ayala (2 años), **Protesorero** por cesación del mandato del Ing. Benjamín Trajtemberg (Art. 25) (3 años). **Dos Vocales Titulares** por cesación de mandato de los Sres. Bernardo Lupiáñez (Art. 25) y Jorge Luis Ferro, **Un Vocal Titular** por renuncia del Sr. Ricardo Gil Hutton (1 año), **Tres Vocales Suplentes** por cesación de mandato de los Sres. María S. Cánepa, José M. Requeijo y Osvaldo P. Moreno (1 año).

No se recibieron votos por vía postal por lo tanto se procedió a llamar a los socios presentes con derecho a voto (27) y por orden de firmas, según "Libro de Asistencia" para que emitan su voto.

Terminado el escrutinio se obtuvo el siguiente resultado: **Presidente** por tres años Ing. Cristián Rusquellas con 26 votos; para **Vicepresidente** por tres años Dr. Angel Papetti con 25 votos; **Secretario** por dos años Lic. Carlos Castiñeiras con 26 votos; **Protesorero** por un año Sr. Adolfo Brenman; para **Vocales Titulares** por tres años, Srta. Gloria Roitman (25 votos) y Osvaldo Moreno con 26 votos; para **Vocal Titular** por un año Sr. Ricardo Gil Hutton con 26 votos; para **Vocales Suplentes** por un año el Sr. José Aiani con 26 votos, la Dr. María S. Cánepa con 25 votos y el Sr. Jorge Campos con 25 votos. Proclamados los electos se pasó al punto 5°) **Elección de tres miembros para integrar la Comisión Revisora de Cuentas para el año 1988**, se decide por mayoría la elección del Dr. Juan C. Forte, a la Srta. Flora B. Claire y al Sr. Claudio Apelbaum en reemplazo de los cesantes. 6°) **Consideración de la cuota social**: la Presidencia pone a consideración de la Asamblea la Cuota Social. El socio Ricardo Gil Hutton propone mantener el vigente sistema de actualización y el socio Carlos Castiñeiras sugiere que a pedido del interesado se implemente en la Secretaría la posibilidad de un pago mensual. Ambas propuestas son aprobadas por mayoría. El nuevo sistema de pago se hará efectivo a partir del tercer trimestre. 7°) **Actualización del Padrón, Socios Vitalicios**: la Presidencia mociona por una nueva modalidad para fijar el criterio de baja de los socios vitalicios. El Sr. Ricardo Gil Hutton mociona por no innovar, dado que se trata de un derecho adquirido y de por vida. Esta última es aprobada por mayoría. 8°) **Designación de Socios Honorarios**: la Presidencia propone a la Asamblea otorgar esta distinción a los Sres. socios Ing. Cristián Rusquellas, Ing. Benjamín Trajtemberg, Prof. Luciano Ayala y Prof. Antonio Cornejo en virtud de señalados servicios a esta Asociación. La Asamblea aprueba esta moción y son designados los socios anteriormente citados, en todos los casos por mayoría. 9°) **Designación de dos socios presentes para que firmen el Acta de la Presente Asamblea conjuntamente con el Presidente y Secretario**: La Presidencia designa al Sr. Aldo Lopez y la Asamblea elige al Sr. Roberto Beibeze para tal firma.

No habiendo más asuntos que tratar, se dió por terminada la Asamblea General Ordinaria de la fecha, siendo las 19 horas.

MARIO VATTUONE - 1915-1988

Con dolor debemos comunicar a nuestros lectores de la desaparición de uno de los más queridos "amigos de la Astronomía". Activo observador, campeón de las estrellas variables, profundo conocedor de la Astronomía, gran lector, era por todos nosotros bien conocido. Socio honorario por sus valiosas contribuciones a la Astronomía amateur, fué Director del Observatorio, Director de la Revista Astronómica, miembro de la Comisión Directiva en varios períodos, Bibliotecario por muchos años. Nadie como él conocía nuestro acervo bibliográfico; aunque una de sus labores fué la de catalogar todos los libros de nuestra Biblioteca, personalmente rara vez consultaba el archivo, pues se lo conocía en gran parte de memoria, y era irremplazable para asesorar sobre el texto más conveniente para un estudio determinado.

Desde hacía un tiempo su salud declinante le había obligado a abandonar la labor en Biblioteca, no obstante lo cual siguió colaborando con traducciones y artículos del Noticiero Astronómico, hasta que ello le fué también imposible.

El pasado 25 de Junio, al cumplirse tres meses de su desaparición, se procedió al descubrimiento de una placa recordatoria en uno de los ámbitos que él más quería: el Observatorio.

SOCIOS NUEVOS

- 5666- ANTONIO W.R. PANCELLI
 5667- SILVIA PATRICIA MIÑO
 5668- VERONICA ARDANAZ
 5669- DANIEL HORACIO FEDERICO
 5670- GUSTAVO FABIAN PAULINO
 5671- EDUARDO DANIEL LICHTENSZTEJN
 5672- EDUARDO LUIS MORETTI
 5673- SEBASTIAN A. SFRISO
 5674- RUBEN GONZALEZ
 5675- JAVIER SEBASTIAN CEBRELLI
 5676- ROBERTO ARMANDO CEBRELLI
 5677- PAULO ARRI
 5678- RENE OLIVIERI
 5679- PATRICIA ALEJANDRA ROSATTI
 5680- MARCELO MANETTI
 5681- LORENA GARCIA MENENDEZ
 5682- LUIS ENRIQUE MORA
 5683- GUSTAVO ALBERTO SANCHEZ
 5684- MIGUEL BOROBIOFF
 5685- VALERIA CAMNASIO
 5686- JUAN MIGUEL LA VALLE
 5687- ZULEMA MARIA RAFFI DE FERRARA
 5688- ALFREDO MORELLO
 5689- ADOLFO MARIO DURAN
 5690- PEDRO LUIS BOSIO
 5691- MIGUEL ANGEL GONZALEZ
 5692- DOMINGO MURACA
 5693- JULIO CESAR CORTEZ
 5694- MONICA FAVRINES
 5695- ANDREA FAVRINES
 5696- MARCELO ARIEL BASTANSKY
 5697- PABLO BADINO
 5698- SERGIO VALENZUELA
 5699- JORGE JORDA
 5700- GUSTAVO JAVIER MORTADELLA
 5701- DANIEL MIGUEL DE LUCA
 5702- MARCELO FABIAN BERGAMO
 5703- LORENA JIMENA BRAN
 5704- EZEQUIEL JORGE ZERBUDIS
 5705- JUANA TOLKATCH
 5706- ALBERTO RAUL ROSA
 X 5707- CHRISTIAN HEIMAN
 5708- GUSTAVO ARIEL SANDOVAL
 5709- DIEGO PAGLIARO
 5710- ARTURO SEEBER
 5711- HECTOR HUGO STELLER
 5712- HUGO LANDOLFI
 5713- JUAN ANTONIO DEL COMPARE
 5714- MIGUEL ANGEL MENEGOTTO
 5715- LILIANA BEATRIZ FOJO
 5716- CASIMIRO WARZYCA
 5717- ALBERTO VICENTE PAVIA
 5718- GUILLERMO PISANI
 5719- LUCIA PEYROU
 5720- PAOLA VALERIA ENGEL
 5721- MARCELO MARTIN POLO
 5722- TADEO BOREJKO
 5723- JULIO ALEJANDRO MORETTI
 5724- ARAUCO YEPES
 5725- JOSE LUIS MEJUTO
 5726- CARLA MACAGNO
 5727- ANALIA VERONICA PEREYRA
 X 5728- DIEGO BERMAN
 5729- VALERIA JAZMIN MAHMOUD
 5730- DANIEL BOTTAZZI
 5731- MIGUEL IGNACIO MARTIN HERNANDEZ
 5732- VIRGINIA BUSTINZA
 5733- VANINA ROCCO
 5734- CARMEN ESPINOSA
 5735- HUGO KUIS BIANCHI
 5736- ESTEBAN DI PIERRO
 5737- EDUARDO TARULLO
 5738- LIDIA PERRONE DE PERLO
 5739- ANAHI GARCIA
 5740- FERNANDO LUIS DOMINGUEZ
 5741- TOMAS KOBAYASHI
 5742- JORGE ESTEBAN FERME
 5743- MARIO OSVALDO RAMOS
 5745- GERARDO RUBEN CUETO
 X 5746- EDUARDO DANIEL DI FRANCESCO
 5747- CLAUDIO ALBERTO JACOBY
 5748- DARIO CHRISTIAN SANGINETO
 5749- CHRISTIAN OMAR SANTOS
 5750- ROBERTO FRANCISCO PASSARINO
 5751- ARIEL BECHERMAN
 5752- MARCELO RICARDO WOOLEY
 5753- RODRIGO GAHONA
 5754- RAUL FERNANDO PALACIN
 5755- JORGE GHENZI
 5756- MIRTA COSIDO DE PULVER
 5757- ROBERTO GUSTAVO PULVER
 5758- ELENA CARMEN SCIRICA
 5759- JONATHAN GOLDIN
 5760- HORACIO SCHIRATTE
 5761- PABLO GRANOVSKY
 5762- MARIANO MORO
 5763- BERNARDO G. GWIAZDA
 5764- MARCELO ALEJANDRO DARDICK
 5765- DANIEL TRAJTEMBERG
 5766- DANIEL GUZZO
 5767- ALEJANDRO ABRIL
 5768- JUAN DANIEL ARIAS
 5769- ALEJANDRO LANUS
 5770- GRACIELA BEATRIZ GIORDANO
 5771- JAVIER CAPUTO
 5772- JUAN PABLO QUEL
 5773- GABRIEL PAGLIARO
 5774- MAXIMILIANO GEDDES
 5775- CARLOS ANTONIO LOPEZ
 5776- ALBERTO PEDRO CORBELLA
 5777- CLAUDIO GABRIEL REQUENA
 5778- JUAN JERONIMO BRIGNONE
 5779- ROBERTO M. BERG
 5780- FEDOR ULISES GIRARDI
 5781- AMALIA GRACIELA MOLINARI
 5782- ROBUSTIANO JOSE CARRIDO
 5783- AMADEO SEGUNDO CARLOS CURSI
 5784- FERNANDO ZUÑIGA
 5785- GERARDO SEVILLA
 5786- FAVIO RIBANEDEIRA
 5787- GUSTAVO ADOLFO SALDUNA
 5788- DANIEL ALFREDO KACHUKA
 5789- JOSE LUIS SANCHIS
 5790- HECTOR FRANCISCO CARPRIAUX
 X 5791- LUIS ANTONIO SILVA
 5792- ELSA RAFFAGNINO
 5793- DANIEL R. Basi
 5794- PABLO RODRIGUEZ

Noticiero Astronómico

Editan en China un texto universitario argentino

Hace seis años la editorial Reidel, de Dordrecht, Holanda, publicó el libro titulado "Extragalactic Astronomy" escrito por el Dr. José Luis Sérsic, quien es astrónomo en el Observatorio de Córdoba desde hace más de tres décadas.

Extragalactic Astronomy (o Astronomía Extragaláctica) es un texto de unas 240 páginas, que condensa el estado de esa disciplina tal como se la veía al comenzar esta década. Su aparición mereció variados comentarios en las revistas especializadas, que iban desde un franco elogio hasta críticas severas; ello es lo normal en tales circunstancias, y no hace más que reflejar el amplio espectro de intereses y expectativas en esa rápidamente cambiante disciplina.

La novedad ahora consiste en la aparición de la edición china de esta obra. Ella es resultado del interés del Profesor Zong-Yun Li del Departamento de Astronomía de la Universidad de Nanking, China continental. El profesor Li conoció *Extragalactic Astronomy* durante una estadia que realizó en la Universidad de Nebraska, EE.UU., en 1985 y lo estimó (carta al Dr. Sérsic de Agosto de 1985) "adecuado para nuestros estudiantes, por lo que lo traduje ya al chino: ¿Podría Ud. escribir un prefacio para esta edición?".

Luego de algún retardo en la Science Press of China, la traducción apareció a fines de 1987. Al respecto, el profesor Li dice en una carta de Abril pasado al Dr. Sérsic: "La mayoría de los libros astronómicos en China fueron escritos por astrónomos chinos o llegaron desde países extranjeros en sus ediciones originales. Solo uno pocos fueron traducidos al idioma chino. Es un honor para Ud. publicar su monografía en chino, lo que hará que más de un millar de astrónomos y estudiantes chinos lo conozcan. Si visita China algún día, ellos no lo tomarán a Ud. por extranjero".

Quizás sea oportuno citar tex-

tualmente el prefacio que J. L. Sérsic escribiera para la edición en idioma chino de *Extragalactic Astronomy* (que en ese idioma se dice HE WAI TIAN WEN XUE):

Aunque nuestros países son geográficamente antípodas, compartimos iguales intereses y objetivos en la búsqueda de la felicidad humana a través de la paz, un desarrollo equilibrado, y la investigación científica.

La traducción del Profesor Zong-Yun Li es una invaluable contribución al conocimiento mutuo y comprensión de nuestros pueblos por intermedio de sus comunidades astronómicas.

Espero que los estudiantes chinos puedan beneficiarse con este libro, recordando siempre que fue escrito por un astrónomo óptico observacional que vive y trabaja en un país no central".

Un cuasar con "pelusa" rotante

Como su nombre indica, un cuasar u objeto cuasi estelar, aparece con apariencia puntual aún observado con los más grandes telescopios. Sin embargo, una inspección más cuidadosa revela que muchos cuasares están rodeados por una tenue nebulosidad; muchos astrónomos piensan que dicha nebulosidad es luz de las estrellas integrantes de la galaxia en cuyo núcleo está insertado el cuasar. Sin embargo, dos científicos han hallado un caso en que la nebulosidad aparenta ser una enorme nube de gas.

Paul Hintzen (NASA-Goddard Space Flight Center) y John Stocke (University of Colorado) han estudiado la nebulosidad elíptica que rodea el cuasar 3C275.1. Usando el telescopio Mayall de 4m de Kitt Peak obtuvieron imágenes intensas en luz roja y espectros cubriendo un amplio rango en el visible.

La nebulosidad parece medir unos 300.000 años luz de diámetro, alrededor de tres veces el de nuestra Vía Láctea, haciéndola la mayor nebulosidad hallada alrededor de un cuasar; otra característica distintiva es el gran número de débiles objetos

que pululan alrededor del cuasar: todos son galaxias de magnitud 20 a 23. Basándose en la densidad típica de galaxias en el espacio, es de esperar encontrar sólo alrededor de ocho objetos de ese brillo en un campo de este tamaño; luego, Hintzen y Stocke concluyen que 3C275.5 se halla en el corazón de un rico cúmulo de galaxias.

Los astrónomos emplearon espectroscopia para determinar la composición de la nebulosidad; alinearon la ranura del espectroscopio con el eje mayor de la nebulosa y encontraron una fuerte emisión de líneas extendiéndose alrededor de 6" a cada lado del cuasar. Con sorpresa hallaron muy poca emisión sobre un mayor rango de longitudes de onda, excepto en la posición del mismo 3C275.1, un signo inequívoco de que la nebulosidad es gas, no estrellas.

Más aún, las líneas espectrales de la nebulosidad aparecen inclinadas, variando el corrimiento Doppler uniformemente de un lado de la nube al otro, lo que indica que el gas está rotando ordenadamente alrededor del cuasar. Esto provee otra prueba del carácter no estelar de la nebulosidad: la velocidad de rotación se incrementa regularmente con la distancia hasta a 50.000 años luz desde el cuasar por lo menos, en lugar de caer rápidamente como en el caso de las galaxias espirales.

Hintzen y Stocke piensan que el enorme tamaño de 3C275.1, su poco usual diagrama de velocidades y la ubicación central de su nube de gas implican una relación entre él y el cúmulo de galaxias que lo rodea. El gas puede haber sido capturado del medio intergaláctico del cúmulo, o puede provenir de viento emitido por la galaxia huésped; el gas puede representar el residuo resultante de numerosas colisiones de la galaxia con otros miembros del cúmulo.

INDICE GENERAL

AÑO 1987 - TOMO LVIII

Autores			
Blain, Alejandro E.		"Eferérides de los satélites de los planetas gigantes del 'Bureau des Longitudes'"	240-22
"Criterios de uso y construcción de astrógrafos sencillos"	242/3-17	"The Quest for SS433"	242/3-30
Forte, Juan Carlos		NOTICIERO ASTRONOMICO	
"Estudio de cúmulos globulares con procesamiento de imágenes"	242/3-2	"Nueva luz sobre el cirrus galáctico", "Otro núcleo variable de nebulosa planetaria", "¿Un cráter de impacto?", "Cuasares nebulosos"	240-24
Gil Hutton, Ricardo		"Corrientes en el fluir del Cosmos", "Estrellas de alta velocidad"	242/3-21
"Cálculo de posiciones planetarias"	242/3-25	NOTICIAS DE LA ASOCIACION	
Lopez Alvarez, Manuel		Socios nuevos 5455-5525	240-23
"Fotometría fotográfica"	240-14	"Asamblea Ordinaria 1987", "Carlos Antonioli - 1913 - 1987", "Informática", "Obser-Bar", "Actividades de la Dirección del Observatorio", "Radioastronomía", Socios Nuevos 5526-5562	241-21
"Notas sobre el programa de hora sidérea"	240-18	Socios nuevos 5455-5525	242/3-32
Luna, Homero G.		OPTICA E INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS	
"Velocidades mayores a la de la luz en cuasares"	242/3-6	"Pequeña montura para guiaje de cámaras fotográficas normales durante exposiciones cortas"	241-12
Mackintosh, Roberto		"Criterios de uso y construcción de astrógrafos sencillos"	242/3-17
"Pequeña montura para guiaje de cámaras fotográficas normales durante exposiciones cortas"	241-12	TEMAS	
Mc Robert, Alan		BOLIDOS Y METEORITOS	
"Secretos de la observación visual"	240-2	"¿Un cráter de impacto?", Not. Astr.	240-24
"¿Sin masa perdida?"	241-6	ESTRELLAS Y EVOLUCION ESTELAR	
Papetti, Angel		"Otro núcleo variable de nebulosa planetaria", Not. Astr.	240-24
"El Efecto Wilson"	242/3-10	"Investigación de Gamma Velorum", J. Sahade	241-2
Ruffo, Miguel		"Estrellas variables Supernova 1987A", Act. Obs.	241-15
"Historia de la Astronomía"	240-6	"Estrellas de alta velocidad", Not. Astr.	242/3-31
	241-8	COSMOLOGIA	
Rusquellas, Cristian		"¿Sin masa perdida?", A. Mc Robert	241-6
"Rutinas de uso en Astronomía"	240-19	"Corrientes en el fluir del Cosmos", Not. Astr.	242/3-31
	242/3-23	CUASARES	
Russo, Alejandro		"Cuasares nebulosos", Not. Astr.	240-24
"Cálculos en cosmografía"	242/3-13	"Velocidades mayores a la de la luz en cuasares", H.G. Luna	242/3-6
Sahade, Jorge		CUMULOS	
"Investigación de Gamma Velorum"	241-2	"Estudio de cúmulos globulares con procesamiento de imágenes", J.C. Forte	242/3-2
SECCIONES FIJAS		HISTORIA DE LA ASTRONOMIA	
ACTIVIDADES OBSERVACIONALES		"La Astronomía griega II (fase helenística)", M. Ruffo	241-8
Observación solar	242/3-29	"La Astronomía griega III: Problemas sociales y gnoseológicos", M. Ruffo	241-8
"Estrellas variables - Supernova 1987A"	241-15	MATEMATICAS Y ASTRONOMIA	
"Informe del eclipse del 29/3/87"	241-15	"Notas sobre el programa de cálculo de hora sidérea", M. López Alvarez, Micr. y Astr.	240-18
"Cometa Wilson"	241-17	"Rutinas de uso en Astronomía", C. Rusquellas, Micr. Astr.	240-19
MICROCOMPUTACION Y ASTRONOMIA			242/3-23
"Notas sobre el programa de cálculo de hora sidérea"	240-18	"Cálculos de posiciones planetarias", R. Gil Hutton, Micr. Astr.	242/3-25
"Rutinas de uso en Astronomía"	240-19	"Cálculos de Cosmografía", A.E. Russo	242/3-13
	242/3-23	NEBULOSAS Y MATERIAL INTERESTELAR	
"Cálculo de posiciones planetarias"	242/3-25	"Nueva luz sobre el cirrus galáctico", "Otro núcleo variable de nebulosa planetaria", Not. Astr.	240-24
BIBLIOGRAFIA COMENTADA		"Estudio de cúmulos globulares con procesamiento de imágenes", J.C. Forte	242/3-2
"How To Make a Telescope"		SOL	
		"El 'Efecto Wilson'", A. Papetti	242/3-10
		Observación solar, Act. Obs.	242/3-29
		TECNICAS OBSERVACIONALES	
		"Secretos de la observación visual", A. Mc Robert	240-2
		"Fotometría fotográfica", M. López Alvarez	240-14
		"Estudio de Cúmulos globulares con procesamiento de imágenes", J.C. Forte	242/3-2
		RELESCOPIOS	
		"Pequeña montura para guiaje de cámaras fotográficas normales durante exposiciones cortas", R. Mackintosh, Op. e Instr. Astr.	241-12
		"Criterios de uso y construcción de astrógrafos sencillos", A. Blain, Op. e Instr. Astr.	242/3-17