

REVISTA ASTRONOMICA



ABRIL
JUNIO
1985
N° 233

REVISTA ASTRONOMICA

N° 233
Abril-Junio
TOMO LVI

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

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

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

DIRECTOR:

Sr. Carlos Manuel Rúa

SECRETARIOS:

Srta. Silvina Villegas

Sr. Ariel Otero Estrada

REDACTORES:

Sr. Ambrosio Juan Camponovo

Lic. Alejandro Di Baja (h)

Dr. Angel Papetti

Sr. Carlos Rúa

Sr. Mario Vattuone

Sr. Manuel López Alvarez

Srta. Adela Lucía Vázquez

Srta. Patricia Olivelli

TRADUCTORES:

Lic. Alejandro Di Baja (h)

Dr. Angel Papetti

Sr. Mario Vattuone

Prof. Mónica Silvia Ugobono

DIAGRAMACION:

Sr. René Marcelo Sourigues

Sr. José María Cavalchini

Srta. Patricia Olivelli

CANJE:

Prof. Mónica Silvia Ugobono

EFEMERIDES:

Ing. Cristián Rusquellas

COMISION DIRECTIVA

PRESIDENTE:

Ing. Cristián Rusquellas

VICEPRESIDENTE:

Sr. Ariel Otero Estrada

SECRETARIO:

Prof. Luciano Ayala

PRO-SECRETARIO:

Sr. Alejandro Blain

TESORERO:

Sr. Eduardo De Tommaso

PRO-TESORERO:

Ing. Benjamín Trajtenberg

VOCALES TITULARES:

Sr. Bernardo Lupiañez

Srta. Flora Beatriz Clauré

Sr. Roberto Remi Frommel

Sr. Mario Vattuone

Sr. Jorge Luis Ferro

Sr. Carlos Manuel Rúa

VOCALES SUPLENTE:

Lic. Alejandro Di Baja (h)

Srta. Liliana Graciela Quarleri

COMISION REVISORA

DE CUENTAS:

Dra. María Susana Cánepa

Dr. Angel Papetti

Sr. Augusto Osorio

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

COMO OBSERVAR COMETAS

por John E. Bortle

Pág. 2

MICROCOMPUTACION Y ASTRONOMIA

conducido por la Subcomisión de Cálculo

Pág. 7

LA ASTRONOMIA Y LA CIENCIA

por Jorge Sahade

Pág. 11

ACTIVIDADES OBSERVACIONALES

conducido por la Comisión de Observatorio

Pág. 17

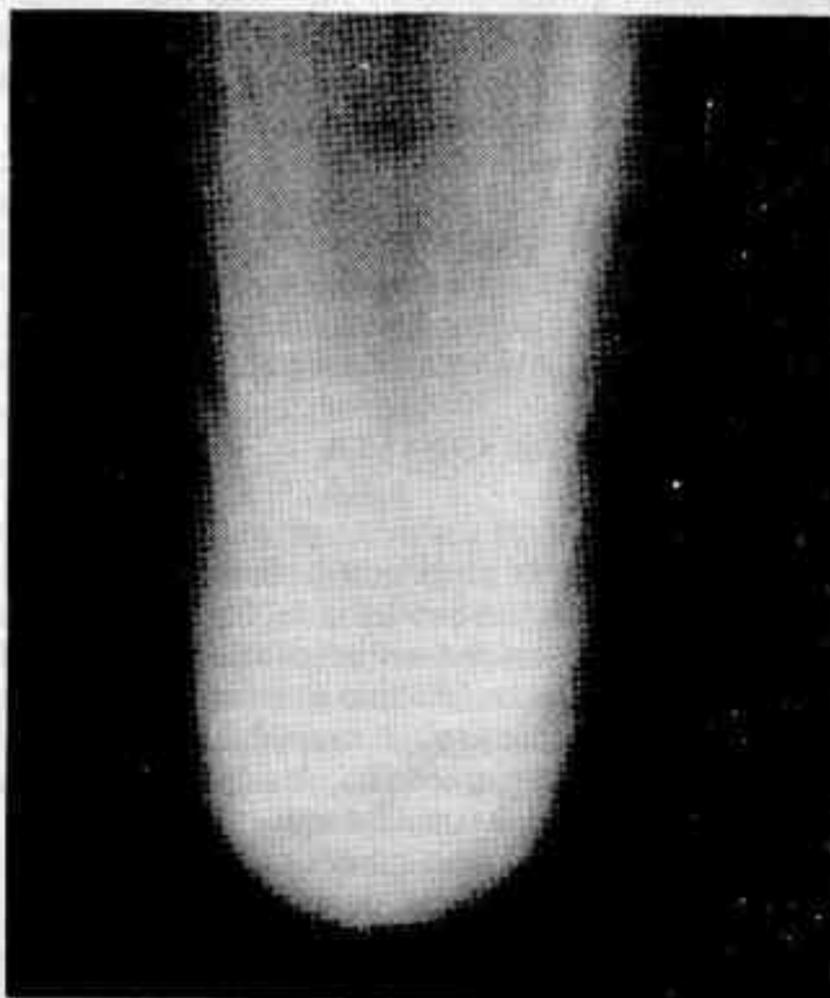
NOTICIAS DE LA ASOCIACION

Pág. 20

NOTICIERO ASTRONOMICO

por Mario Vattuone

Pág. 23



NUESTRA TAPA

Cometa Halley. La foto muestra la cabeza del cometa Halley en su visita de 1910. Ver el artículo sobre como observar cometas.

Cómo Observar Cometas

por John E. Bortle

traducido con autorización de "Sky and Telescope", la que retiene los derechos de autor.

Al igual que las observaciones de las estrellas variables, el estudio visual de los cometas es un campo en el cual los aficionados pueden hacer contribuciones que valen la pena. Ninguna institución profesional tiene un programa de seguimiento continuo de cometas y, por esta razón, a menudo son los aficionados los primeros en anunciar cambios repentinos e inesperados de sus apariciones o brillo.

En años recientes, casi todas las eyecciones del P/Schwassmann-Wachmann I han sido observadas en primer lugar por aficionados, especialmente en Japón. La explosión y ruptura del núcleo del magnífico cometa West en 1976, es otro ejemplo. Antes de ir al ocular, el observador debe familiarizarse con la nomenclatura cometaria y saber qué información registrar. La siguiente es una descripción general de las partes del cometa: a simple vista, un cometa normalmente brillante consiste en una cabeza y una cola, pero, a través del telescopio, su estructura se vuelve más complicada.

ANATOMIA DE UN COMETA

El núcleo aparece como un punto parecido a una estrella, generalmente en el centro de la cabeza del cometa o en su región más condensada. El núcleo quedará con una apariencia estelar, no importa el aumento utilizado, y, habitualmente, es tenue en relación al brillo total del cometa. Lo que se observa más comúnmente es el "falso núcleo", una pequeña condensación que se hace cada vez más débil a medida que se incrementa el aumento y puede aparecer como un pequeño disco. Se cree que el verdadero núcleo de un cometa medio debe

ser minúsculo, posiblemente no mayor que unos miles de metros de diámetro. Aún en los cometas más grandes, su diámetro no excede unas pocas decenas de kilómetros. Siendo tan pequeño, el núcleo verdadero es difícil de observar a menos que el cometa pase cerca de la Tierra.

Por razones que aún no están entendidas claramente, el núcleo se puede partir repentinamente en dos o más pedazos. Habitualmente, a los pocos días del suceso, un gran telescopio mostrará el núcleo alargado como una estrella doble parcialmente resuelta. Luego, rápidamente, los fragmentos separados pueden ser observados claramente como puntos estelares que se separan de una noche a otra. En el caso del cometa West, existen varios núcleos que poseen colas cortas. En otras ocasiones, como en 1882, los pedazos pueden aparecer como pequeños diamantes engarzados en una cadena y unidos por una barra luminosa.

La coma o cabeza de un cometa, generalmente toma la forma de una sección cónica. En objetos débiles, normalmente es redonda y bastante difusa; pero en los brillantes a menudo adquiere un contorno elíptico o parabólico, tal vez con un alto grado de condensación. A 1 U.A. de la Tierra el cometa típico exhibe una coma de 5' de diámetro, pero hay amplias variaciones. Si el cometa pasa muy cerca de la Tierra, la coma puede tomar notables proporciones, como en 1770 cuando P/Lexell pasó a una distancia de 2 millones de km y midió 2° 40' (más de cinco diámetros lunares).

Fisicamente la coma es tan grande como pequeño es el núcleo. Un diámetro de 5' a 1 U.A. corresponde a un diámetro lineal de más de 200.000 km y las comas

que sobrepasan el millón de Km no son extrañas. Pero hay muy poca masa en esas enormes nubes incandescentes, y cuando el cometa pasa frente a una, estrella la luz estelar brilla sin sufrir cambios. Sólo en muy pocos casos, en los que el núcleo casi ocultó a la estrella, se ha notado una disminución en el brillo de ésta, y aún estos reportes pueden no ser confiables.

Ocasionalmente se han observado estructuras inusuales dentro de la coma. Las más notables, son eyecciones de material que mana del núcleo en dirección al Sol. Después de elevarse unas pocas decenas de miles de km, este material se tuerce hacia atrás en dirección a la cola. Este extraño fenómeno es visto principalmente en cometas muy brillantes cuando están en las proximidades del sol. Otra característica de la coma es su condensación central; un disco brillante y bastante bien definido en el medio de la coma y centrado alrededor del núcleo, si es que se presenta. A menudo, la condensación central mide sólo una pequeña fracción del diámetro de la coma y cuando es muy pequeña (falso núcleo) puede parecer una estrella de poca intensidad. A veces, especialmente cuando un cometa mayor está a una distancia muy pequeña del Sol (menos de 0,2 U.A.) la condensación central toma una apariencia sólida. Cuando el cometa West fue visto durante el día, se vio casi como el planeta Mercurio visto en pobres condiciones. Vagamente relacionada con la condensación central está la envoltura, una capucha que aparece como una cubierta brillante o arco de material en la coma. Tres de esas cubiertas fueron claramente visibles en el cometa Bennett 1970 II, pero fueron más que nada un detalle registrado fotográficamente. En los cometas Donati 1958 VI y Coggia 1874 III, varias envolturas de material luminoso fueron vistas creciendo en el núcleo y aumentando su tamaño hora tras hora. Raras veces, el arco no está centrado sobre el núcleo sino desplazado hacia alguno de sus lados. Al igual que muchas de las finas estructuras de la coma, las envolturas son observadas sólo en cometas muy brillantes.

Otra característica es la llamada sombra del núcleo, una delgada senda oscura que, a veces, puede ser observada extendiéndose desde el núcleo hasta bien entrada la cola. Si bien, ciertamente, no es en realidad una sombra, esta característica siempre se extiende en línea recta, en dirección opuesta al Sol. Esta senda oscura a veces puede ser bastante pronunciada. Se ve aún con modestos instrumentos y, usualmente, se ve mejor con pocos aumentos.

La cola es la principal característica y ha causado que los cometas sean considerados a través de la historia como extraños y aterradores. Aunque a menudo están ausentes en los cometas telescópicos, las colas de los objetos muy brillantes (cuando no están reducidas por efecto de la perspectiva) pueden extenderse varias decenas de grados a través del cielo. Hace mucho tiempo, el astrónomo soviético Fedor Bredikhin clasificó las colas de los cometas en tres tipos:

Tipo I: una cola rectilínea desviada un poco en la dirección en que se extiende el radio vector (la línea desde el Sol hasta el cometa)

Tipo II: una cola ancha, curva, y con forma de plumero que queda rezagada detrás del radio vector mientras el cometa se desplaza a través del cielo.

Tipo III: un cepillo de luz, tenue, corto, ancho y de forma curva que se retrasa considerablemente detrás del ra-

dio vector.

Hoy, las colas del tipo I son comúnmente conocidas como colas de gas o plasma. Compuestas por partículas ionizadas, parecen estar formadas por largos filamentos, como se puede observar en fotografías tomadas con grandes instrumentos. Las fotos de un cometa activo hechas con una hora o dos de diferencia a menudo muestran cambios en sus rayos individuales y la formación de nudos.

Una cola del tipo II es generalmente conocida como una cola de polvo y es la más larga de las dos, en un cometa brillante visible a simple vista. Mientras las colas gaseosas son azuladas, las colas de polvo son decididamente rojas. Aunque son más evidentes fotográficamente, como todos los matices de los cometas, estos colores pueden ser detectados a simple vista en cometas muy brillantes. Pocas o ninguna estructuras se encuentran en la cola de polvo, sin embargo, en los cometas Mrkos 1957 V y West 1976 VI se presentaron estriaciones.

Cuando la Tierra se aproxima al plano de la órbita de un cometa, la cola de polvo curva, se endereza y se angosta un poco. Y cuando la Tierra cruza el plano, las colas de gas y polvo se funden. Evidentemente, la cola de polvo, es un ancho y delgado abanico de material sobre el plano de la órbita del cometa. Bajo estas circunstancias, la cola de polvo puede dilatarse y hacerse más brillante debido a efectos de proyección geométrica.

A veces, se presenta otro tipo de cola, particularmente cuando la Tierra está cerca del plano orbital del cometa. Esta "anti-cola" o cola anómala varía su apariencia; desde un ancho cepillo de luz que parte de la cabeza en dirección hacia el sol, hasta una larga espiga brillante. Algunas "anti-colas" pueden provenir de la reflexión de la luz solar, sobre partículas pesadas que caen en dirección al Sol, pero la mayoría son causadas por materia de alguna otra parte del plano de la órbita.

En el último caso, la proyección en dirección al Sol es meramente un efecto de la perspectiva y la anti-cola normalmente cambia de forma, de longitud, y de brillo rápidamente a medida que la Tierra pasa a través del plano de la órbita del cometa. Una magnífica característica de este tipo fue exhibida por el cometa Arend Roland 1957 III y fue rastreada en dirección al Sol unos 15°.

No es inusual para un cometa tener 2, 3 ó más colas. El cometa Honda 1968 VI tenía cinco colas separadas, mientras que el cometa diurno de 1744 presentaba no menos de 6 ó 7. Ocasionalmente, un velo de materia une las colas, en el caso del cometa Kohoutek 1973 XII ;se extendió desde la cola normal hasta la anti-cola, un arco de aproximadamente 130°!

QUE OBSERVAR

Ambos métodos, el visual y el fotográfico, pueden ser utilizados por los aficionados para estudiar cometas. El más débil brillo superficial de la mayoría de los cometas es adecuado para ser fotografiado con ópticas muy rápidas y especialmente con pequeñas cámaras Schmidt. La fotografía aún no ha reemplazado a la observación visual, la cual es discutida más adelante.

Dibujos: La forma más simple de registrar lo que se ve es hacer un dibujo que muestre la forma del cometa,

su dirección, la longitud de algunas colas y su posición entre las estrellas. Antes de ir al telescopio, es bueno preparar una copia del campo en el cual el cometa va a aparecer para asegurarse de que los detalles estarán bosquejados en la escala apropiada y en la orientación correcta con respecto a las estrellas. Son bastante útiles, para cometas normalmente brillantes, las ampliaciones del Atlas de las Estrellas Variables de la AAVSO o uno de los Atlas de A. Becvar. Los más débiles, no obstante, requieren una magnitud límite mayor, tales como las obtenidas por los atlas fotográficos de Hans Vehrenberg.

Puesto que los cometas son difusos, su aspecto no es fácilmente representable, excepto a través de dibujos sombreados como si fueran negativos (negro sobre blanco) hechos con un lápiz blando y ennegrecidos con esfuminos que se consiguen en los negocios de artículos de dibujo. Se puede preparar un dibujo muy realista del cometa sombreando el exceso de luz y borrando suavemente las zonas oscuras.

La siguiente información debe acompañar cualquier observación

- Fecha y tiempo universal, los cuales son frecuentemente dados como días con dos decimales.
- Apertura y distancia focal del telescopio, así como el aumento empleado.
- Condiciones de visibilidad (estado de la atmósfera) y transparencia (claridad atmosférica). Para el trabajo de cometas, esto último puede ser fácilmente determinado fijándose en las estrellas más débiles observables a simple vista en el cenit y en el área del cometa. Se deben incluir anotaciones sobre la presencia de niebla, reflejo lunar, luz crepuscular, etc.
- Una pequeña descripción del aspecto del cometa, incluyendo si presenta una cola (así como su tamaño y dirección), alguna estructura inusual en la coma (tales como núcleo, rayos o envolturas) y el grado de condensación de la coma.

DETERMINACION DE LA MAGNITUD:

Por supuesto, cuanto más sofisticada es la observación visual, mayor valor tiene; por ejemplo, la determinación de la magnitud total del cometa. Cuando se reúnen estas estimaciones durante un período extenso de tiempo, pueden mostrar marcados cambios de brillo que no se deben enteramente a la variación de la distancia del cometa con respecto al Sol y a la Tierra. Por ejemplo, la ruptura del núcleo del cometa West en febrero de 1976 fue precedida por un triple destello que duró virtualmente toda la noche.

Para determinar la magnitud total del cometa hay que utilizar el instrumento más pequeño que permita observar claramente el cometa. Para cualquier telescopio, el límite de detección de un cometa es casi dos mag-

nitudes más brillantes que la magnitud estelar límite. La Tabla I provee una rudimentaria guía para medir la abertura apropiada.

Generalmente, los binoculares de 10 x 50 ó 20 x 80 ofrecen las mayores ventajas. Sus grandes campos visuales son más aptos para incluir la adecuada comparación de estrellas que un telescopio, y la observación es más confortable y estéticamente agradable. (Tener las estrellas a comparar en el mismo campo visual que el cometa mejora la precisión de la estimación de la magnitud). Como los binoculares son efectivos en un ancho rango de magnitudes, pueden ser utilizados en una gran serie de estimaciones, una condición importante cuando las observaciones son reducidas, como veremos más adelante.

Hay dos métodos básicos para estimar la magnitud total. El primero propuesto por N. T. Bobrovnikoff a comienzos de la década del 40, es el más simple de los dos y el más sencillo para principiantes. El procedimiento es similar al utilizado para estimar la magnitud de una estrella variable. Un ocular de pocos aumentos que otorgue 1,5 ó 2 aumentos por cm de apertura es mejor porque disminuye el tamaño angular del cometa. Se desenfoca entonces el instrumento hasta que el cometa y las imágenes de las estrellas desenfocadas tengan aproximadamente el mismo diámetro. Se seleccionan dos estrellas próximas de magnitudes conocidas, una ligeramente más brillante que el cometa y la otra ligeramente más débil. Luego, la magnitud del cometa puede ser determinada por comparación con la diferencia de magnitudes de las estrellas. P. ej.: para un cometa de brillo estimado en el orden de 0,4 entre estrellas A y B. Si A es una magnitud 6,0 y B es 6,8, la magnitud total del cometa será $(0,4 \times 0,8)$ más 6,0, o sea 6,3 al usar dos o más pares de estrellas de comparación y al promediar los resultados se obtiene mayor precisión.

A veces, un observador encuentra un cometa demasiado tenue como para resistir cualquier desenfoco. En este caso, el método de Bobrovnikoff no puede ser empleado y es más cómodo utilizar el método desarrollado por J. B. Sidwick en su "Astronomía Observacional para Aficionados". El observador, cuidadosamente, memoriza el tamaño y el brillo de la coma enfocada y luego desenfoca el telescopio hasta que la imagen de las estrellas que están fuera de foco adquiera el diámetro de la coma enfocada. Se realiza la comparación con el brillo de la coma memorizado. A menudo es necesario repetir este procedimiento numerosas veces para lograr un valor confiable; pero con la práctica, este procedimiento se convierte en algo tan sencillo como el primero. Naturalmente, cualquiera sea el método que se emplee, la identidad de las estrellas de comparación debe registrarse junto con la magnitud del cometa.

La magnitud del núcleo (si fuere visible) también debe ser estimada, como si fuera una estrella variable. Es aconsejable, sin embargo, usar un aumento mayor, que el usado para determinar la magnitud total, para disminuir la intensidad de la luz de la coma. Como el núcleo aparece proyectado sobre un fondo brillante, mientras que las estrellas de comparación están sobre el cielo oscuro, existe alguna dificultad para lograr una determinación confiable.

A menudo, el núcleo aparece, a los ojos del observador, como más tenue de lo que es en realidad, de forma similar a lo que ocurre con las estrellas variables de

TABLA I

Rango de magnitud	Abertura recomendada
3 y más brillante	visibles a simple vista
4 a 8	Bin. 10 x 50 ó 20 x 80
8 a 10	Tel. 15 cm a 20 cm
10 a 12	Tel. 25 cm a 30 cm
12 a 14	Tel. 35 cm a 50 cm

la Nebulosa de Orión, cuando se las compara con estrellas ubicadas sobre un fondo oscuro.

DIAMETRO DE LA COMA:

Por lo general, la coma disminuye a medida que el cometa se aproxima al Sol, alcanzando el mínimo alrededor del momento del perihelio, para luego crecer constantemente a medida que el cometa se aleja. Pero hay excepciones y, en ocasiones, las comas varían irregularmente de tamaño haciéndose más largas y difusas a medida que se aproxima al Sol. Tomar nota del tamaño de la coma permite comparar la actividad de un cometa con otros. Hay varias formas de determinar el diámetro de la coma con precisión razonable. El método más simple cuenta con el hecho de que el ojo puede calcular las medidas excelentemente. Después de elegir un par de estrellas adecuado en el campo de los binoculares o del telescopio, el observador estima qué fracción de su separación es igual al diámetro de la coma. Luego se puede medir la separación de las estrellas con un atlas (preferiblemente uno de gran escala) y calcular el diámetro de la coma.

Un método más refinado es utilizar un ocular reticulado. Primero, con el sistema de guiado detenido, se alinea el retículo cuidadosamente en dirección norte-sur, dejando que una estrella se desplace a lo largo del hilo este-oeste. Luego el cometa es traído desde el borde este del campo del ocular y, con un cronómetro, se toma el tiempo en segundos del intervalo entre el primer contacto y el último de la coma con el hilo norte-sur. Luego de varias mediciones y sacado el promedio, se multiplica el resultado por el factor F de la Tabla II (elegido de acuerdo con la declinación del cometa) para obtener el diámetro en minutos de arco.

TABLA II

Dec.	F.	Dec.	F.	Dec.	F.
0°	0.25	38°.9	0.19	57° .4	0.13
12° .2	0.24	42° .9	0.18	60° .1	0.12
20° .4	0.23	45° .7	0.17	62° .7	0.11
26° .2	0.22	48° .8	0.16	65° .2	0.10
30° .9	0.21	51° .8	0.15	67° .7	
35° .1	0.20	54° .7	0.14		
38° .9		57° .4			

El tercer método consiste en medir directamente el diámetro de la coma, usando un ocular reticulado o un micrómetro filar. El primero es más fácil de conseguir y mucho más barato, y cualquier aficionado serio puede obtener uno. El retículo no sólo sirve para medir el diámetro de la coma, sino también para determinar otras características físicas importantes tales como el tamaño de la envoltura, rayos o la separación de núcleos múltiples.

OBSERVACIONES DE LA COLA: La medición

directa, sobre un mapa, de la longitud de la cola es adecuada excepto para colas de más de 10°. La posición de la cabeza del cometa y del último punto de la cola debe ser sencillamente dibujada en un atlas y el largo queda graficado en escala.

La longitud de las colas largas debe ser calculada midiendo debidamente las distorsiones inherentes al mapa de proyección. Las modernas calculadoras de bolsillo admiten la siguiente fórmula para resolverla rápidamente y fácilmente:

$$\cos \delta_1 = \frac{l}{a_1 - a_2} \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos (a_1 - a_2)$$

donde l es la longitud de la cola. La ascensión recta y la declinación de la cabeza del cometa son a_1 y δ_1 y las del extremo de la cola son a_2 y δ_2 . Todos los valores están expresados en grados.

También es bueno conocer la dirección (ángulo de posición) a la que la cola apunta. El ángulo de posición se mide desde el norte hacia el este. Si imaginamos el campo de visión como el cuadrante de un reloj, las 12 horas (norte) son los 0°, las 3 horas (oeste) son los 270°, las 6 horas (sur) son los 180°, y las 9 horas (este) son los 90°.

Para estimar el ángulo de posición de la cola, primero lleve el cometa al centro del campo. Si su telescopio tiene una montura ecuatorial alineada, afloje el freno de declinación y mueva el tubo hacia el norte para ver en qué parte del campo está situado el ángulo de posición 0° respecto de la cabeza del cometa. Si el instrumento es un azimutal, deje que el cometa derive completamente a través del campo para definir la línea este-oeste (90° a 270°). Tenga particular cuidado si usa un telescopio cuya imagen está invertida.

Una vez que los puntos cardinales han sido determinados, lleve la cabeza del cometa de nuevo al centro del campo y estime la dirección hacia la cual la cola apunta, aproximado a la media hora (1) más cercana sobre el cuadrante del reloj. Dado que cada media hora equivale a 15°, una cola que apunta a las 4:30 tiene un ángulo de posición de 225°.

Cuando es muy corta, tanto la cola de gas como la de polvo aparecen esencialmente rectas. Pero cuando se extiende varios grados o más y la Tierra no está ubicada cerca del plano orbital del cometa, la cola de polvo será notablemente curva. En tal caso, se debe medir el ángulo de posición muy cerca del punto donde la cola se une con la coma.

Por supuesto, el ángulo de posición puede también ser medido desde un dibujo cuidadosamente hecho sobre un atlas. Tal sistema puede ser exacto tal vez hasta los 5°. Sin embargo, los mejores resultados se obtienen por mediciones fotográficas.

Las buenas descripciones dibujadas de la cola son también de valor. En la unión del cometa y la cola hay que observar particularmente si la cola es tan ancha como el diámetro de la coma. Una cola de gas es casi siempre una pequeña fracción de este ancho, pero una cola de polvo usualmente comienza como una prolongación de los bordes exteriores de la coma.

Muy a menudo, particularmente en un cometa brillante, los bordes exteriores de la cola serán notablemente más brillantes que la posición interna. Ocasionalmente este efecto es pronunciado, dando a la cola una apariencia falsa. A la inversa, algunos cometas exhiben

un rayo brillante, llamado espina, debajo del centro de la cola.

REDUCCION DE OBSERVACIONES

El valor de las observaciones visuales está en proporcionar datos que permitan establecer comparaciones entre varios cometas. Algunas áreas en las que los datos obtenidos por los aficionados pueden probar que tienen valor son: el decaimiento a largo plazo de los cometas de corto periodo; el refinamiento de las leyes fotométricas que describen cómo cambia el brillo del cometa; y comparaciones de brillo o cambios estructurales con espectroscopio, radio, u otros datos obtenidos desde tierra o en el espacio.

Reducción fotométrica: para que sean de utilidad, los datos fotométricos deben ser acumulados en un periodo extendido de tiempo y, preferentemente, extenderse sobre un largo rango de distancias heliocéntricas. Durante una aparición, a menudo debemos cambiar los instrumentos porque el cometa brilla o decae mucho. Las correcciones deben luego ser aplicadas a los brillos estimados.

Durante la década del 40, Bobrovnikoff en el Observatorio Perkins hizo un estudio extensivo de las magnitudes de un cometa. Concluyó que un cometa aparece relativamente más débil cuando se lo observa con aberturas más grandes. Recientemente, C. S. Morris confirmó ese descubrimiento.

Siendo así, una corrección debe aplicarse a cada observación para producir un ajuste entre algunas aberturas tipo. Bobrovnikoff eligió 6,8 cm, el promedio de todos los instrumentos usados en su estudio. La investigación de Morris también demostró, como Bobrovnikoff había sospechado, que la corrección es diferente para los reflectores y para los refractores. Las fórmulas que ahora son usadas para determinar la correcta magnitud son:

$$\text{Refractores: } m' = m - 0,066(A - 6,8)$$

$$\text{Reflectores: } m' = m - 0,019(A - 6,8)$$

donde m' es la magnitud correcta, m la magnitud observada, y A la abertura del instrumento en centímetros.

El resultado es la magnitud del cometa como se ve con la abertura tipo de 6,8 cm. Estas fórmulas funcionan muy bien, pero no son perfectas. Los efectos de la amplificación, la luz de la Luna y un inusual tamaño o difusión de la coma pueden influenciar al observador. Por eso, es bueno practicar cuando se está por cambiar de aberturas para utilizar ambos instrumentos durante varias noches, de modo que pueda hacer una directa evaluación de la corrección de la abertura.

Una vez corregidas, las magnitudes que se han obtenido pueden usarse para crear una fórmula que produzca aproximadamente la curva de luz del cometa. Una simple fórmula a menudo lo hace admirablemente bien. Adaptada para las magnitudes estelares, tal fórmula es:

$$m = m_0 + 5 \log \Delta + 2,5 n \log r,$$

donde m es la magnitud aparente para cada fecha, m_0 es una constante que representa la magnitud del cometa a una unidad de distancia desde el Sol y la Tierra, y n otra constante, para ser determinada separadamente para cada cometa. Los números Δ y r son las distancias desde la Tierra y el Sol, en unidades astronómicas, que

se toman de las efemérides del cometa.

Usando un número suficiente de magnitudes estimadas hechas sobre el curso de una aparición, es posible resolverla por las constantes fotométricas del cometa m_0 y n . Algunas calculadoras de bolsillo vienen preparadas con algoritmos internos para resolver cuadrados mínimos como éste. (Por supuesto, $5 \log \Delta$ serían obtenidos antes de calcular n y m_0). Por otro lado, para predecir los cambios de brillo de un cometa recientemente descubierto, n es usualmente tomado como 4 y la fórmula se convierte en:

$$m = m_0 + 5 \log \Delta + 10 \log r.$$

Se elige para m_0 el valor que dé la magnitud propia m en la fecha del descubrimiento, y se lo usa en las predicciones.

Diámetro de la coma: Los cometas intrínsecamente débiles, particularmente los de corto periodo, tienen los diámetros de la coma relativamente pequeños durante toda una aparición, lo que indica que sus elementos volátiles se han agotado. Contrariamente, los cometas intrínsecamente brillantes despliegan extensas comas.

Un camino fácil para derivar el diámetro lineal de una coma es usar esta fórmula:

$$D = 43,571 d \Delta$$

donde D es el diámetro de la coma en kilómetros, d el diámetro observado en minutos de arco, y Δ la distancia del cometa en unidades astronómicas, desde la Tierra.

Una vez que una serie de observaciones ha sido reducida de esta manera, el observador puede ver cómo el diámetro de la cola cambia cuando el cometa se aproxima al perihelio y luego cuando se aleja.

Longitudes de la cola: A menudo, el tamaño completo de la cola de un cometa no es evidente a causa del escorzo. Para determinar la verdadera extensión lineal de la cola de un cometa desde su distancia angular, puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$A = r \Delta \sin l$$

$$B = R \sin (E + l)$$

$$C = \Delta \sin l$$

$$L = A / (B - C)$$

Aquí L es la longitud de la cola en unidades astronómicas y l es la longitud observada en grados. Del mismo modo, los valores de la distancia heliocéntrica r y de la distancia geocéntrica Δ son tomados de la efemérides del cometa. El ángulo E es la elongación o distancia angular en grados de la cabeza del cometa al Sol. Si no es válida la de las efemérides, puede calcularse a partir de esta fórmula:

$$\cos E = (\Delta^2 + R^2 - r^2) / 2 \Delta R,$$

o estimarse por el trazado del Sol y del cometa sobre un atlas estelar. Finalmente, R es la distancia de la Tierra al Sol en unidades astronómicas; a causa de que la órbita casi circular de la Tierra nunca difiere de la unidad por más del 2 por ciento.

(1) **Nota de la T:** Nótese que la media hora mencionada corresponde a la mitad de la distancia entre cada uno de los "números" de la imaginaria esfera del reloj; es decir, media hora medida con la aguja horaria del reloj y no con el minutero.

NOTA DEL EDITOR: Este artículo concluye la Guía para los Cielos de Sky and Telescope, que acompaña al Atlas de Estrellas Variables de la AAVSO. Ambos ahora avalados por Sky Publishing Corp.

Microcomputación y Astronomía

Conducido por la Subcomisión de Cálculo

CALCULO NUMERICO DE ORBITAS

El problema de N cuerpos, cuya resolución consiste en encontrar las trayectorias de un número arbitrario de cuerpos moviéndose en el espacio bajo la acción de su atracción gravitatoria mutua, ha ocupado un lugar preponderante en la física teórica clásica, en especial durante los siglos XVIII y XIX. No obstante, a pesar del esfuerzo invertido en la búsqueda de su solución, sólo se ha logrado resolverlo analíticamente en unos pocos casos especiales que, por sus condiciones de simetría, hacen resolubles las correspondientes ecuaciones y que, por la misma causa, resultan de aplicación poco frecuente en casos reales. Paralelamente a estas investigaciones se desarrollaron métodos numéricos para la resolución, en forma aproximada, de las ecuaciones de movimiento. Sin embargo, el caudal de cálculo involucrado en estos métodos no permitió aplicarlos hasta el advenimiento de las computadoras.

El programa que aquí presentamos calcula las posiciones sucesivas de un número cualquiera de cuerpos (estrellas, planetas), en su movimiento a través del espacio. El método numérico que utiliza se denomina "de diferencias finitas" y, aplicado a nuestro problema, nos proporciona las posiciones de cada cuerpo a intervalos regulares, cuya duración es fijada por el usuario. El método es más preciso cuanto más corto se toma este intervalo, si bien un intervalo muy corto requiere mucho tiempo de cálculo. En general habrá que encontrar un buen término medio. Además de la longitud de este intervalo de tiempo es necesario proporcionar a la computadora, antes de comenzar el cálculo, los datos iniciales, a saber, las posiciones y las velocidades de cada cuerpo a **tiempo cero**. Estos datos son, en realidad, seis por cada cuerpo, ya que deben darse las tres componentes (X,Y,Z) de la posición y la velocidad. Por último, también es necesario introducir las masas de los cuerpos, como dato inicial. Más adelante veremos cómo se efectúan las entradas de estos datos. Las unidades que usa el programa son kilómetros, segundos, y kilogramos, de forma que las posiciones iniciales se darán en kilómetros, las velocidades en kilómetros por segundo, las masas en kilogramos y el intervalo de tiempo en segundos. Veremos en seguida cómo puede modificarse fácilmente el sistema de unidades con que se trabaja.

COMENTARIOS SOBRE EL PROGRAMA

A continuación, describimos los pasos más importantes que realiza el programa, línea por línea.

10: Se asigna a la variable G el valor de la constante de gravitación. Este valor ($6,67 \times 10^{-20}$) está dado en las unidades indicadas más arriba, y es lo **único** que habría

que modificar en el programa si se desea cambiar el sistema de unidades, cambiándolo por el valor correspondiente en las unidades elegidas.

20: Se asigna a la variable N el número de cuerpos que el usuario determine.

30: Se definen las matrices X e I. La primera de ellas es la más importante en el cálculo ya que contiene las posiciones y velocidades de todos los cuerpos, calculadas mediante el programa. En efecto, cada **fila** corresponde a un cuerpo y las **columnas** dan, sucesivamente, las tres componentes (X,Y,Z) de la posición y las tres de la velocidad. La matriz I conservará los datos iniciales.

40: Se define el vector M, cuyas componentes serán las masas de los cuerpos.

50: Se definen las matrices auxiliares R, A y B.

60 a 110: Se hace la entrada de datos; el programa pregunta **sucesivamente** las tres componentes (X,Y,Z) de la posición, las tres componentes de la velocidad y la masa del primer cuerpo; luego pregunta los siete datos iniciales análogos para el segundo cuerpo, y así sucesivamente hasta el cuerpo N-ésimo. Son datos recomendables: posiciones iniciales del orden de 10^8 km, velocidades no mayores de 100 km/seg. y masas de 10^{25} a 10^{30} kg.

115: Se entra el intervalo de tiempo que tomará entre dos posiciones sucesivas de los cuerpos. Un valor típico es de 10^5 seg.

120 a 124: Estas cinco líneas tienen por finalidad introducir los datos iniciales recién ingresados a la matriz X, en la matriz I. Dado que esta última no participa en cálculos posteriores, conserva los datos iniciales. Si no es de interés del usuario conservarlos, estas líneas pueden suprimirse al igual que la segunda sentencia de la línea 30.

130 a 180: El método de diferencias finitas requiere que la primera vez que se calculan posiciones y velocidades, el cálculo sea levemente distinto al de etapas posteriores. Estas líneas hacen este primer paso; como veremos, sólo se pasa una vez por ellas.

190 a 290: Se realiza el cálculo principal. Al finalizar su ejecución, en la matriz X se encuentran almacenados los datos correspondientes a una nueva posición y velocidad para cada cuerpo. Este es el punto más indicado para acceder a ellos a través de impresión o graficación (no incluidos en este programa).

300: Se recomienza el cálculo de las posiciones y velocidades desde la línea 190. Como vemos se evitan los pasos anteriores a la línea 180.

600 a 900: En esta subrutina, a la cual se accede inicialmente en la línea 130, y en los pasos siguientes en la 240, se calculan las distancias entre los cuerpos, las fuerzas entre ellos y las aceleraciones que cada uno experimenta.

Así dado, el programa no realiza más que el cálculo. Entre las líneas 290 y 300 deberán agregarse las instrucciones que plazcan al usuario para acceder al resultado de estos cálculos, ya sea por impresión de los valores de las posiciones y velocidades o por graficación. En este último caso, es necesario proyectar las posiciones (dadas en tres dimensiones) sobre un plano, o bien, con un poco más de sofisticación, hacer un gráfico en perspectiva. Puede optarse por graficar las trayectorias o solamente las posiciones sucesivas; puede elegirse si se grafican todos los cuerpos o sólo algunos; en fin, la gama de posibilidades es muy grande y dejamos librada a la imaginación del usuario su ampliación.

La descripción dada del programa es necesariamente breve e incompleta.

Un comentario más completo requeriría entrar en el estudio del método de diferencias finitas, a fin de poder justificar cada cálculo incluido en el programa. Como lectura complementaria, remitimos al lector al artículo "Experimentos numéricos en Astronomía" aparecido en "R. A." N° 226. Su autor, el Dr. J.C. Muzzio, da una descripción elemental, clara y completa del fundamento del método, así como también habla de sus actuales aplicaciones. Los aspectos matemáticos del método están descriptos con detalle en el capítulo sobre gravitación del Volumen I de "Clases de Física" (Lectures on Physics) de R. Feynman, en el cual se dan, además, algunos ejemplos explícitos de su aplicación en diversos problemas físicos, que pueden interesar al lector que intente aplicar diferencias finitas en otros campos de la Física.

Damián H. Zanette

PROGRAMA

```

10 G=6.67 E -20
20 INPUT N
30 DIM X(N,6) : DIM I(N,6)
40 DIM M(N)
50 DIM R(N,N) : DIM A(N,N,3) : DIM B(N,3)
60 FOR I=1 TO N
70 FOR J=1 TO 6
80 INPUT X(I,J)
90 NEXT J
100 INPUT M(I)
110 NEXT I
115 INPUT T
120 FOR I=1 TO N
121 FOR J=1 TO 6
122 I(I,J)=X(I,J)
123 NEXT J
124 NEXT I
130 GOSUB 600
140 FOR I=1 TO N
150 FOR K=1 TO 3
160 X(I,K+3)=B(I,K) * T/2 + X(I,K+3)
170 NEXT K
180 NEXT I
190 FOR I=1 TO N
200 FOR K=1 TO 3
210 X(I,K)=X(I,K+3) * T + X(I,K)
220 NEXT K
230 NEXT I
240 GOSUB 600
250 FOR I=1 TO N

```

```

260 FOR K=1 TO 3
270 X(I,K+3)=B(I,K) * T + X(I,K+3)
280 NEXT K
290 NEXT I
300 GOTO 190
600 FOR I=1 TO N-1
610 R(I,I)=0
620 FOR J=I+1 TO N
630 R(I,J)=0
640 FOR K=1 TO 3
650 R(I,J)=R(I,J) + (X(I,K) - X(J,K)) 2
660 R(J,I)=R(I,J)
670 NEXT K
680 NEXT J
690 NEXT I
700 FOR K=1 TO 3
710 FOR I=1 TO N-1
720 A(N,N,K)=0 : A(I,I,K)=0
730 FOR J=I+1 TO N
740 A(I,J,K)=G * (X(J,K) - X(I,K))/(R(I,J)) 1.5
750 A(J,I,K)=-A(I,J,K)
760 NEXT J
770 NEXT I
780 NEXT K
790 FOR I=1 TO N
800 FOR K=1 TO 3
810 B(I,K)=0
820 FOR J=1 TO N
830 B(I,K)=B(I,K) + A(I,J,K) * M(J)
840 NEXT J
850 NEXT K
860 NEXT I
900 RETURN

```

TELESCOPIOS Whittall



225X
telescopio "Orión 100" azimutal



telescopio "Saturno 100" ecuatorial con relojería



visual de los planetas Saturno y Júpiter




trípode regulable con montura ecuatorial para telescopio de 150 mm

MENSAJES:
tel. 244-5467
de tarde

CONSULTAS Y ASESORAMIENTO
INSTRUMENTOS OPTICOS WHITTALL
CARABOBO 291 TEMPERLEY PCIA. BS. AS.

PROGRAMA DE LOS N CUERPOS

Uno de los conceptos fundamentales de la mecánica es el de punto material. Se denomina así un cuerpo cuyas dimensiones pueden despreciarse cuando se describe su movimiento. Por supuesto, esta posibilidad depende de las condiciones concretas del problema, así, se pueden considerar, los planetas como puntos materiales al estudiar su movimiento alrededor del Sol, pero no, evidentemente, cuando se considera su rotación alrededor de sus ejes.

La posición de un punto material en el espacio está determinada por su vector en posición \vec{r} , cuyas componentes coinciden con sus coordenadas cartesianas x , y , z .

Ahora si dos puntos materiales se mueven uno respecto del otro y se conocen en un momento de tiempo sus posiciones, velocidades (grado de libertad) y masas, la teoría permite predecir la posición y la velocidad de cada uno de ellos en cualquier momento y con exacta precisión. Este problema llamado de los dos cuerpos, tiene una solución general, se sabe que en los sistemas dobles las órbitas pueden ser sólo elipses, parábolas e hipérbolas. Pero en cuanto pasamos de dos a tres cuerpos, y más aún varios cuerpos, el problema se complica enormemente.

Con frecuencia es útil, para favorecer la intuición sobre el tema a tratar, introducir un espacio cuadrimensional sobre cuyos ejes se marcan las tres coordenadas espaciales y el tiempo. Un suceso se define por el lugar en que ocurre y por el instante en que ocurre. De esta manera, un suceso que ocurre en una cierta partícula material se define mediante las tres coordenadas de esta partícula y por el instante en que ocurre. Así en este espacio los sucesos se representan por puntos, llamados puntos del Universo; también en este espacio ficticio cuadrimensional, a cada partícula le corresponde una cierta línea, llamada línea de Universo. Los puntos de esta línea determinan las coordenadas de la partícula en todo instante.

Ciertamente existe una solución general para el problema de los tres cuerpos obtenida en 1912 por el matemático finlandés Sundman, que ofrece la dependencia de las posiciones de tres cuerpos puntuales en función del tiempo en forma de series infinitas. Pero este es uno de los raros casos en que un valioso resultado teórico resulta inaplicable en la práctica, puesto que su utilización exige esfuerzos extraordinariamente grandes. Como mostró el matemático francés Belorizki, para obtener las posiciones en el problema de los tres cuerpos con la precisión con que en la actualidad se determinan las posiciones de los planetas, en las series de Sundman es necesario tomar la suma de no menos de $10^{8.000.000}$ términos, un número que se halla no sólo fuera del uso sino que es inaccesible a nuestra imaginación. A título de comparación, el número total de átomos en todo el Universo accesible a la astronomía moderna (hasta la distancia de 3000 Mpc) se aprecia en 10^{75-76} .

Otro camino de investigación, a primera vista poco atrayente, es el llamado método numérico, consiste en que se eligen unas posiciones y velocidades iniciales de n cuerpos y luego, paso a paso, calculan las posiciones y velocidades de estos cuerpos en intervalos pequeños e iguales de tiempo. A este intervalo lo llamaremos Δt , con la particularidad que las posiciones de los cuerpos al cabo del tiempo Δt varía de conformidad con sus velocida-

des e interacciones mutuas, mientras que las velocidades de los cuerpos al cabo del tiempo Δt de las aceleraciones debidas a la variación de las posiciones en ese intervalo.

El método numérico de investigación del problema de los n cuerpos no pudo ser utilizado con éxito hasta ahora principalmente por su gran laboriosidad. El cálculo paulatino de las trayectorias y velocidades de los cuerpos puntuales exige un trabajo enorme. Lo esencial es que éste método es aproximado, puesto que cuando se aplica se supone que en el curso del pequeño intervalo de tiempo los cuerpos puntuales se mueven por las líneas rectas mientras que las aceleraciones y velocidades son constantes y varían a salto solo al final del intervalo Δt . Para elevar la exactitud, es necesario reducir en los cálculos el intervalo de tiempo Δt , ahora bien la disminución de Δt aumenta evidentemente el volumen del trabajo.

Si se examina un ejemplo cualquiera de las condiciones iniciales y se obtiene con el método numérico el cuadro de los movimientos, éste es una información muy pequeña, aún sobre la dinámica de los n cuerpos, porque hay multitud de ejemplos de condiciones iniciales y cada uno tiene sus particularidades. Solo después de examinar un gran número de ejemplos y preocuparse que éste conjunto de ejemplos sea representativo, es decir, que se exprese de una manera bastante correcta las cualidades fundamentales de la infinita multitud de posibles ejemplos de condiciones iniciales, es posible emitir juicios generales sobre la dinámica de las masas puntuales en el problema de los n cuerpos.

Hasta la invención de las computadoras electrónicas, el cumplimiento de ese volumen de trabajo era una cosa inconcebible en absoluto. Mientras que ahora las computadoras electrónicas rápidas hacen completamente posible y eficaz la utilización de métodos numéricos para resolver problemas de la cosmogonía relacionados con el problema de los n cuerpos. Con la particularidad de que es necesario prestar una atención particular a la elaboración del método de la obtención del conjunto representativo de ejemplos de condiciones iniciales.

La experiencia nos muestra que no existen interacciones instantáneas en la naturaleza. Por consiguiente, una mecánica que se basa en la hipótesis de la propagación instantánea de las interacciones no es del todo correcta. En realidad, si en uno de los cuerpos en interacción tiene lugar un cambio, éste influirá sobre los otros cuerpos solamente una vez haya transcurrido un cierto intervalo de tiempo. Tan solo después de pasado este tiempo comenzarán a manifestarse en el segundo cuerpo los procesos determinados por el cambio inicial. A veces esta velocidad se la llama velocidad de la señal. Del principio de relatividad se sigue, en particular, que la velocidad de propagación de las interacciones es la misma en todos los sistemas inerciales de referencia. Por consiguiente, la velocidad de propagación de las interacciones es una constante universal.

Esta velocidad constante, a la vez de ser la máxima velocidad de propagación de las interacciones es la velocidad de propagación de la luz en el vacío. Se suele designar con la letra c , y su valor numérico, de acuerdo con las últimas mediciones, es igual a $2,99793 \times 10^{10}$ cm.seg⁻¹. El que esta velocidad sea grande explica el hecho que la mecánica clásica resulta ser, en la práctica, lo suficientemente aproximada en la mayor parte de los casos.

De cualquier modo el intervalo mínimo de interacción no es cero sino que dependerá de la distancia mínima del sistema, y su expresión podría parecerse a:

$$t_{\min} = (t_1 - t_0) = d_{\min} \cdot c^{-1}$$

donde la distancia mínima es la distancia mínima de dos cuerpos en todo el sistema.

Cabe hacer mención que cuando se estudia un sistema de puntos materiales, éste es un sistema cerrado, es decir, que por más insignificante que sea el efecto de alguna partícula, el sistema está unido.

Si se toma un ejemplo típico, el sistema Sol-Tierra, veríamos que este método aceptaría con t_{\min} el valor de 500 segundos, ya que d_{\min} es de 150 millones de kilómetros.

En el siguiente programa se escogió a la siguiente expresión como intervalo de interacción:

$$t_{\min} = e \cdot (173 \cdot v_m + 1)^{-1} \text{ (seg)}$$

donde e es el entorno horizontal de pantalla, y v_m la velocidad máxima del sistema. Esta forma de expresar el intervalo Δt contempla la posibilidad de acelerar los cálculos de las posiciones con poco margen de error, y adaptarlo a referenciales de campo visual.

Las unidades con que se trabajan son: posiciones en kilómetros, velocidad en kilómetros sobre segundo y masa en kilogramos.

El tiempo real para calcular las posiciones por cada intervalo Δt , se puede calcular como $\tau = 0,7255 \cdot n^{2,036}$ (seg. reales), donde n es el número de cuerpos.

Este programa está realizado en idioma BASIC para el computador TIMEX sinclair 2068, pero con pequeñas modificaciones podría adaptarse a otro compatible.

De acuerdo con la segunda ley de gravitación universal:

$$(1) \quad \bar{F}_n = M_n \cdot \bar{a}_n$$

$$(2) \quad F_n = M_n \cdot M_{n'} \cdot G \cdot d^{-2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-20} \text{ Km}^3 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{seg}^{-2}$$

$$d = ((X_{n'} - X_n)^2 + (Y_{n'} - Y_n)^2 + (Z_{n'} - Z_n)^2)^{1/2}$$

igualando (1) con (2)

$$(3) \quad M_n \cdot \bar{a}_n = M_n \cdot M_{n'} \cdot G \cdot d^{-2}$$

disolviendo M_n de ambos miembros

$$(4) \quad \bar{a}_n = M_{n'} \cdot G \cdot d^{-2}$$

convengamos:

$$(5) \quad \bar{a}_n = \bar{e}_n \cdot t^{-2} \quad \text{(en un MRU)}$$

igualando (5) con (4)

$$(6) \quad \bar{e}_n \cdot t^{-2} = M_{n'} \cdot G \cdot d^{-2}$$

despejamos de (6) resultando:

$$(7) \quad \bar{e}_n = (M_{n'} \cdot G \cdot d^{-2}) \cdot t^2$$

La ecuación (7) es: el espacio vectorial resultante de un cuerpo n , debido a la interacción con un cuerpo n' de masa $M_{n'}$ distante d , en un intervalo t .

A continuación el vector en lo proyectamos en sus tres componentes; de la figura 2 deducimos

$$(8) \quad (X_{n'} - X_n) \cdot d^{-1} = \text{enx} \cdot \bar{e}_n^{-1}$$

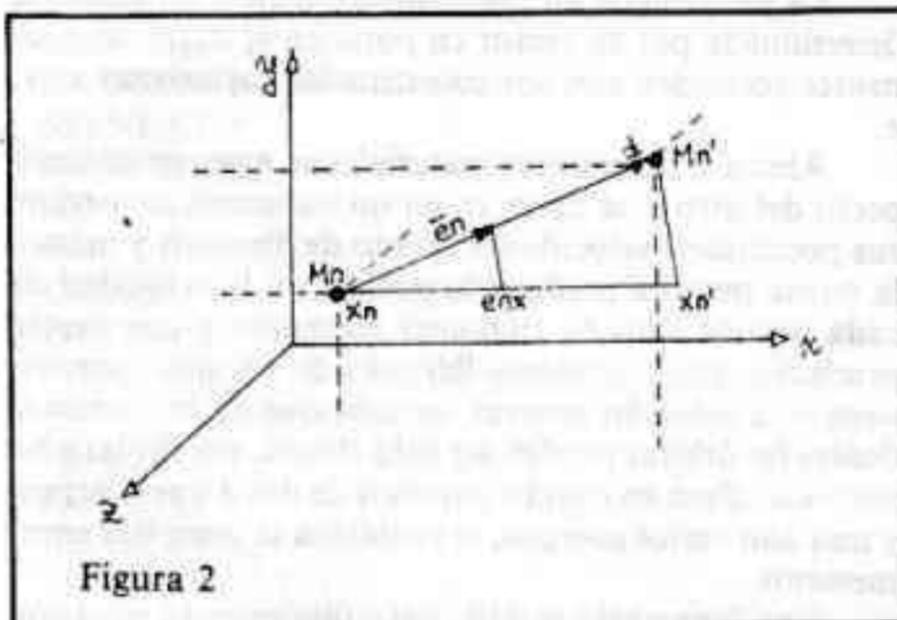


Figura 2

despejando la componente:

$$(9) \quad \text{enx} = (X_{n'} - X_n) \cdot d^{-1} \cdot \bar{e}_n$$

reemplazando (7) en (9):

$$(10) \quad \text{enx} = (X_{n'} - X_n) \cdot M_{n'} \cdot G \cdot d^{-5} \cdot t^2$$

Utilizando la misma técnica con eny y enz :

$$(11) \quad \text{eny} = (Y_{n'} - Y_n) \cdot M_{n'} \cdot G \cdot d^{-5} \cdot t^2$$

$$(12) \quad \text{enz} = (Z_{n'} - Z_n) \cdot M_{n'} \cdot G \cdot d^{-5} \cdot t^2$$

Concluimos que las componentes de cada eje se relacionan con sus pares, para formar las componentes finales del espacio resultante para el cuerpo n , entonces por el teorema de superposición:

$$(13) \quad \text{erx} = V_{ix} \cdot t + \sum_{n'=1}^{N-1} \text{enx} \quad n' \neq n$$

$$(14) \quad \text{ery} = V_{iy} \cdot t + \sum_{n'=1}^{N-1} \text{eny} \quad n' \neq n$$

$$(15) \quad \text{erz} = V_{iz} \cdot t + \sum_{n'=1}^{N-1} \text{enz} \quad n' \neq n$$

Para terminar, al cabo del intervalo de interacción t , nos encontramos que las condiciones iniciales han variado. Esta variación puede calcularse, y las expresiones (16), (17), (18), (19), (20) y (21) nos muestran los valores posteriores en que se establecerán las condiciones iniciales.

(continúa pág. 15)

REVISTA ASTRONOMICA

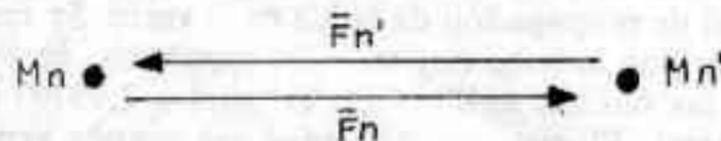


Figura 1

La Astronomía y la Ciencia

Importancia de la Astronomía en el contexto de la ciencia en general y en relación con otras ramas de la ciencia y con la tecnología

por Jorge Sahade

“Basado en la conferencia dada por el autor en el Programa de Profesores Visitantes de la U.I.A., en Lima, Perú”.

Debamos tal vez comenzar esta exposición estableciendo los puntos de partida. En primer lugar, creo que estaremos de acuerdo en aceptar como incontestables dos hechos. Uno, *la avidez de conocimientos del individuo*. El individuo desea conocer el cómo y el porqué de las cosas, desea conocer las leyes que rigen el mundo que lo rodea, y la indagatoria se canaliza según el tipo de interrogante que se plantea. Así, aparecen y se desarrollan la física, la química, las ciencias naturales, la meteorología, la oceanografía, etc. El otro, *la tendencia del hombre a aplicar sus conocimientos y su ingenio* para simplificar y enriquecer su vida de mil maneras diferentes.

Desde el punto de vista del hombre, la actividad científica es, pues, una actividad natural y, como en el curso de la humanidad el camino andado es impresionante, la enseñanza de las ciencias resulta una necesidad ineludible si la sociedad en que está inserto quiere participar y contribuir en ese progreso que es continuado y tiene un ritmo acelerado.

En segundo lugar, no creo que nadie dude que vivimos en una era dominada por la ciencia y la tecnología. El progreso tecnológico es tan extraordinario que implica una verdadera revolución en la historia de la humanidad. Revolución no sólo porque, por ejemplo, la investigación espacial abre posibilidades tremendas que no estuvieron a nuestra disposición en el pasado, sino porque ha creado e impuesto condiciones inéditas en la interrelación e interdependencia de las naciones y planteado problemas y desafíos que requieren sean considerados a la luz de una nueva ética y tal vez de ideas audaces y noveles. El impacto de la tecnología es de tal naturaleza que creemos o se nos hace creer que basta aplicar la tecnología para resolver los problemas de países como los nuestros para siempre. En verdad, el progreso tecnológico ha aumentado la brecha entre los países industrializados y los países que no lo son, y esa brecha sigue creciendo. Es común oír hablar, en relación con los países no industrializados, de ciencia aplicada y transferencia de tecnología.

En un artículo que publicamos con el Dr. Bajaja en el diario *Clarín* de Buenos Aires (12 de enero de 1982) decíamos que «el problema de la ciencia aplicada y de la transferencia de tecnología son dos temas sempiternos que se mencionan en conexión con los países en desarrollo.

»Pero afirmar que con sólo aplicar la ciencia a la solución de los problemas nacionales y lograr transferencia de tecnología se resuelven los problemas del subdesarrollo es incurrir en un engaño, porque el subdesarrollo y la dependencia seguirán subsistiendo y ahondándose. La ciencia aplicada, para ser fuerte, tiene que nutrirse y fundamentarse en una ciencia básica suficientemente desarrollada. La transferencia de tecnología, para que rinda sus frutos, debe hacerse a un medio que posea un potencial científico y tecnológico capaz de aprovecharla y utilizarla como punto de partida e instrumento.»

Como consecuencia de lo que acabo de expresar considero que no puede haber dudas de que el estudio y el cultivo de las ciencias debe constituir una de las actividades fundamentales de toda nación que desee superar los problemas que la aquejan y ser un país moderno. A los eternos argumentos de falta de recursos yo pondría la noción de que desarrollar la ciencia significa efectuar una inversión cuyos beneficios son seguros y se capitalizan rápidamente. Nosotros, los argentinos, tuvimos la fortuna de tener, en la segunda mitad del siglo XIX, un presidente cuya visión de futuro y cuyo empuje constituyen un ejemplo extraordinario para las generaciones posteriores. Se trata del presidente Sarmiento, de quien existe en Lima una estatua donada por la ciudad de Buenos Aires.

Una de las acciones del presidente Sarmiento fue crear el Observatorio Astronómico Nacional en Córdoba en momentos difíciles para el país. En el acto de inauguración, en octubre de 1871, Sarmiento dijo que «hay, sin embargo, un cargo al que debo responder, y que apenas satisfecho por una parte reaparece por otra bajo nueva forma. Es anticipado o superfluo, se dice, un observatorio en pueblos nacientes y con un erario o exhausto o recargado. Y bien, yo digo que debemos renunciar al rango de Nación o al título de pueblo civilizado si no tomamos nuestra parte en el progreso y en el movimiento de las ciencias naturales.» Se trata de una afirmación rotunda que en la Argentina citamos una y otra vez y que es válida en cualquier lugar del mundo.

Y Sarmiento creó también, entre otras cosas, la Academia Nacional de Ciencias con investigadores alemanes en ciencias naturales, los que iniciaron otra tradición, y creó las escuelas normales que empezaron a producir los maestros y maestras que enseñarían las letras y

los números a los niños argentinos. La tradición científica que se iniciara hace ya más de un siglo ha permitido que la Argentina pudiera alcanzar independientemente, en base al esfuerzo de sus científicos y tecnólogos, un nivel en tecnología nuclear, por ejemplo, al que sólo han accedido ocho países en todo el mundo. Menciono este hecho y no otros porque se trata del tipo de cosas que ocupan los titulares de los diarios.

Ahora bien, el desarrollo científico de un país debe ser armónico, y, si bien no se puede pretender que cada país se destaque en todas las ramas de la ciencia, sí es bueno que existan grupos activos que representen las distintas ramas del quehacer investigativo.

Aceptados estos puntos de partida, ocupémonos de la importancia de la astronomía en el contexto de la ciencia en general y en relación con otras ramas de la ciencia y con la tecnología.

La astronomía constituye una ciencia pura. Es, naturalmente, la más antigua de las ciencias. La observación de la configuración aparente de las estrellas sobre la esfera celeste, el movimiento aparente de ésta y de los planetas entre las estrellas, la sucesión del día y la noche y las estaciones deben haber llamado la atención del hombre desde que apareció sobre la superficie de la Tierra. Y al ir tratando de contestar los interrogantes que se planteaban fue naciendo la astronomía. Como toda otra ciencia, ha ido pasando por etapas. En un principio la observación fue, naturalmente, visual, y los instrumentos que se construyeron para medir direcciones (coordenadas) muy ingeniosos, a veces sorprendentes. El primer telescopio refractor apareció a principios del siglo XVII y el auge de la construcción de telescopios astronómicos comenzó en el siglo XIX. Con la invención de la placa fotográfica, también en el siglo pasado, la observación dejó de ser necesariamente visual, y ahora hemos agregado todas las posibilidades que ofrece la tecnología moderna.

La importancia práctica de la astronomía se ha manifestado y se manifiesta en varios hechos que no es necesario sino enumerar.

Ha permitido establecer el calendario, creó la trigonometría esférica y la geodesia, facilitó la orientación y la navegación, contribuyó en la determinación de la longitud del arco de los meridianos y, por consiguiente, de la forma de la Tierra, permite la determinación del movimiento de los polos terrestres y de la deriva de los continentes. Por otra parte, la necesidad de contar con un instrumento que permitiese conservar la hora impulsó el desarrollo de la industria de los relojes, llegándose a los relojes llamados atómicos, cuya exactitud es de un segundo en 300 siglos. La exactitud con que en la actualidad se puede conservar el tiempo ha permitido detectar que el período de rotación de la Tierra no es constante, sino que experimenta fluctuaciones, las que son en parte irregulares y en parte estacionales.

La astronomía dió, además, gran impulso a la industria óptica y también a la industria mecánica por su necesidad de contar con telescopios cada vez de mayor diámetro y sin las aberraciones que caracterizan a los elementos ópticos.

Un subproducto cuya importancia no resulta necesario destacar fue el microscopio.

En el rubro relacionado con la industria óptica debemos destacar la invención, en 1932, de la cámara Schmidt, llamada así por el nombre de su inventor, el óptico Bernhard Schmidt del Observatorio de Hamburgo,

que utiliza un espejo esférico más fácil de figurar como objetivo y elimina la aberración esférica y la coma mediante una lente correctora de menor diámetro que el objetivo. Este tipo de cámara, que da un campo grande de varios grados de lado con excelente calidad de imágenes, se usa ampliamente tanto en ciencia como en industria. En la Unión Soviética, Maksutov desarrolló un telescopio similar.

Otros requerimientos de la astronomía tendientes a mejorar la calidad de las imágenes dadas por telescopios reflectores, a pesar de eventuales cambios de temperatura durante la observación, condujo al desarrollo de vidrios con un coeficiente de dilatación muy bajo o nulo: primero el pyrex por Corning Glass y luego el Cer-vit y otros por otras compañías. Todos conocemos las aplicaciones del pyrex y del pyroceram en objetos de consumo masivo.

Los objetos de estudio del astrónomo son, en general, débiles. Además, en muchos casos se requiere que el tiempo de integración sea el menor posible.

Las necesidades, pues, de la astronomía han impulsado la fabricación de material fotográfico sensible especial, con una sensibilidad y un contraste que han ido mejorando en el transcurso de tiempo. Por otra parte, el uso de planos focales curvos ha conducido a la técnica de fabricar vidrios muy delgados de espesor uniforme sobre los que se aplica la emulsión fotográfica.

La astronomía ha impulsado también el empleo, primero, de la célula fotoeléctrica y, luego, el desarrollo de la célula fotomultiplicadora que se utiliza para la medición de la intensidad de la radiación que emiten los cuerpos celestes, existiendo en la actualidad fotómetros de alta resolución temporal con los que se detectan variaciones de brillo en una escala de tiempo del orden del segundo. La astronomía ha impulsado también el desarrollo de los convertidores o tubos de imágenes, que se utilizan sobre todo en espectrógrafos para el estudio de fuentes muy débiles. Recordemos los nombres de Guthnick, Stebbins y Whitford en conexión con los primeros pasos de la fotometría fotoeléctrica y el de Lallemand en relación con los comienzos de la utilización de convertidores de imágenes en astronomía.

En la actualidad el astrónomo utiliza e impulsa el desarrollo de todos los sistemas electrónicos de detección que permiten la observación de los objetos celestes con resoluciones inimaginables hasta hace pocos años. Algunos institutos de astronomía cuentan al presente con laboratorios que les permiten construir las unidades de detección, transmisión, comando y archivo de la información que se requieren para realizar experimentos con cargas útiles en globos estratosféricos, cohetes y satélites.

La radioastronomía, rama de la astronomía que aún no tiene medio siglo de vida, plantea también requerimientos que están vinculados a la electrónica y a la computarización. Como ejemplo de las posibilidades que abre, tal vez valga la pena mencionar que hace unos años la UNESCO se planteó el problema de alentar alguna instalación astronómica tal vez de carácter internacional que pudiese generar asociadamente un centro de desarrollo tecnológico significativo.

Se llegó a la conclusión en parte por la especialidad de los astrónomos invitados a discusión que convenía promover la construcción de un gran radiotelescopio, que se instalaría en la región ecuatorial de África, y al

cual quedaría asociado un instituto de electrónica. El proyecto, denominado GERT, sigla de Gran Radiotelescopio Ecuatorial en inglés, demoró en concretarse y parece que ya es obsoleto en el objetivo radioastronómico, pero la idea del instituto de electrónica sigue en pie y hay países muy interesados en servir de sede.

El procesado de material observacional por computadora y el uso de la computadora u ordenador, como le dicen los franceses y los españoles, es ya lugar común en astronomía.

La técnica comienza a utilizarse desde que aparecieron las primeras computadoras de gran capacidad. Hoy se pueden realizar cálculos que antes eran imposibles por el tiempo que requerían y las dificultades que presentaban. Las máquinas de medición automáticas que son controladas por minicomputadoras permiten efectuar análisis cuya sensibilidad sobrepasa las posibilidades del ojo humano. Para rematar estos comentarios, agregaré que en la observación astronómica moderna se utilizan también las técnicas de la televisión, y que los telescopios y las cúpulas son comandados por minicomputadoras. Hay observaciones que son procesadas de inmediato a medida que se van realizando, de modo que al final de la observación el astrónomo deja la cúpula llevando consigo los resultados ya reducidos.

Veamos ahora la influencia y la importancia de la astronomía en relación con la física. Tradicionalmente, la astronomía ha sido una ciencia más vinculada con la matemática. Eso es natural. Los astrónomos se ocupaban fundamentalmente de la determinación de la posición de las estrellas y del estudio del movimiento y la órbita de los cuerpos que integran el sistema solar. Pero los progresos técnicos que se fueron logrando, relacionados con la construcción de telescopios y la invención de la fotografía, y los progresos de la física relacionados con la óptica y la espectroscopia, hicieron que en el siglo XIX naciera una nueva rama de la astronomía, la astrofísica, que empieza a incursionar en el estudio de la radiación y en el análisis espectral de los objetos celestes y, por consiguiente, a indagar en el tema de la física de los astros.

Y, desde entonces, la física y la astronomía interactúan vigorosamente dando lugar a una astronomía que avanza con un dinamismo extraordinario y va proporcionando un conocimiento más amplio y más apasionante de la realidad del universo.

En verdad, la interacción entre la astronomía y la física comenzó antes. Comenzó en los siglos XVII y XVIII, ya que la mecánica y, con ella, la ciencia física moderna, surge con Galileo y Newton. Y la interacción e interrelación es tan grande que los físicos no pueden ya desconocer ni la existencia ni el contenido de la astronomía, y los astrofísicos necesitan poseer una sólida base en física si es que quieren interpretar sus observaciones y hacerlo con criterio moderno.

Concretamente, el universo, es decir, la astronomía, proporciona a los físicos un laboratorio de "experimentación" que no se podría reproducir sobre la superficie de la Tierra.

1) Para el estudio de la *materia superdensa*, a través del estudio de las estrellas enanas blancas y de las estrellas de neutrones, cuyas densidades medias son, respectivamente, del orden del millón y de los cien billones de veces mayores que la del agua.

2) Para el estudio del efecto de la *radiación diluida*,

en la que la población de los distintos niveles de energía del átomo se aparta de la que corresponde al caso de equilibrio termodinámico.

3) Para la detección y el estudio de la radiación en 1420 MHz (21 cm) que emite el hidrógeno en su estado más bajo de energía, radiación predicha por el astrónomo holandés Van de Hulst en 1945, y observada por primera vez en 1951 en Holanda y los Estados Unidos.

4) Para el estudio de la física de los plasmas de muy baja densidad.

5) Para verificar las predicciones de la teoría de la relatividad, a saber, el avance del perihelio de Mercurio en 43 segundos de arco por siglo, la deflexión que debe sufrir un haz de luz cuya trayectoria pasa por las cercanías de un campo gravitatorio, el decrecimiento del período orbital de una binaria como el púlsar binario PSR 1913 + 16 y la existencia de los agujeros negros.

6) Para el estudio de la radiación de origen no térmico, tanto de la de tipo de radiación de sincrotrón como la que producen zonas de muy alta temperatura electrónica en las envolturas gaseosas que rodean a las estrellas y dan lugar a radiación X y/o radiación de resonancia en el ultravioleta lejano.

7) Para el estudio de transiciones prohibidas y de intercombinación que caracterizan a los espectros de un número apreciable de estrellas y nebulosas.

Por otra parte, la astronomía ha impulsado y sigue impulsando a los físicos a estudiar en el laboratorio el espectro de los átomos, iones y moléculas, para poder identificar las líneas o bandas que aparecen en el espectro de los objetos celestes. Aún hoy en día existen dificultades para lograr identificar un buen número de líneas de los espectros estelares, sobre todo en el ultravioleta lejano, porque los estudios de laboratorio son todavía incompletos. Recordemos que las líneas del helio fueron descubiertas primero en el Sol, en las prominencias y en la cromósfera. Lo mismo ocurrió con el ion negativo de hidrógeno, la fuente de opacidad más importante en la atmósfera de las estrellas de tipo solar, cuya existencia fue sugerida por el astrónomo Wildt en 1938, trece años antes de que fuera aislado en el laboratorio. Igualmente, la presencia en el espectro de la corona solar así como en el espectro de nebulosas de emisión y en el de estrellas llamadas simbióticas, de líneas que en un principio fueron imposibles de identificar y se atribuyeron a elementos inexistentes, propendió y propende al estudio de las posibles transiciones prohibidas en distintos átomos e iones y al cálculo de las probabilidades de transición de dichas transiciones. Las líneas de emisión de la corona solar fueron atribuidas a un elemento llamado "coronio" que sería desconocido o inexistente en la Tierra. Recién en 1941 Edlén encontró que esas líneas correspondían a transiciones prohibidas de átomos altamente ionizados como Fe X, Fe XIV y Ca XV. Algunas de estas líneas habían sido observadas en el espectro de la estrella simbiótica y nova recurrente RS Ophiuchi, y este hecho facilitó la identificación.

Mencionemos también la cuestión de la fuente de energía de las estrellas, tema en el que ha habido una interacción recíproca entre la astronomía y la física. Los progresos que había experimentado la física nuclear en la década del 30, el planteo del problema estelar y las contribuciones de varios astrónomos y físicos, permitieron que Bethe y Von Weizsacher, en 1938, aportaran la solución del problema.

Estos investigadores mostraron que las fuentes más

importantes de energía en las estrellas ordinarias las constituyen la reacción protón-protón y el ciclo carbono-nitrógeno (o ciclo de Bethe, como se lo llamaba en la década del 40), proceso por los cuales cuatro átomos de hidrógeno se transforman en uno de helio, con liberación de energía.

Actualmente, la investigación espacial y las nuevas avenidas que nuestra inquietud han ido abriendo, están transformando la investigación astronómica en una actividad interdisciplinaria. El estudio satelitario de los planetas del sistema solar y los estudios que tienen vinculación con el origen de la vida cuentan con la participación de cultores de otras disciplinas tales como botánicos, biólogos, geólogos, etc. El problema de la búsqueda de inteligencia extraterrestre es atacado con la intervención no sólo de astrónomos y radioastrónomos, sino también de psicólogos, sociólogos... En junio de 1984 se realizó en los Estados Unidos una reunión científica sobre el tema de inteligencia extraterrestre, que fue auspiciada por la Unión Astronómica Internacional y se desarrolló en un marco eminentemente interdisciplinario. Agreguemos que la arqueoastronomía ha comenzado a tomar auge en los últimos años y tiene gran importancia desde el punto de vista del conocimiento del grado de desarrollo de las culturas del pasado. Se trata ésta de otra actividad interdisciplinaria con preponderante componente astronómica, en la cual Perú, con los valiosísimos testimonios que posee de una época de esplendor, no puede dejar de participar a través del esfuerzo de sus investigadores.

Pienso que con los ejemplos que he ofrecido no pueden quedar dudas acerca de lo rica que es la actividad astronómica, no sólo en sí misma, sino en particular en su relación con otras ciencias y con la tecnología, y esa actividad crece y se multiplica, yo diría, día a día.

La astronomía utiliza, permítanme recalcarlo, un laboratorio excepcional que está fuera del alcance de nuestra mano por lo menos por ahora y no permite que se modifiquen las condiciones del experimento. De él sólo nos llega radiación que acarrea mensajes que es necesario descifrar.

Para ello, el astrónomo debe no sólo conocer las leyes de la física, sino poseer también una mente abierta, inquisitiva, desprejuiciada e imaginativa que le permita interpretar sus observaciones y proponer un modelo y/o una teoría o sugerir modificaciones a las ya presentadas por otros investigadores a aún por él mismo si fuere necesario. Nuestra ciencia está llena de ejemplos que ilustran acerca de cuánto pueden contribuir el trabajo sistemático y el razonamiento.

Y existen también casos que muestran claramente cómo se puede detener el progreso en el conocimiento de un determinado problema cuando un astrónomo distinguido se ha encerrado en ideas que van en contramano con los hechos de observación.

Como ejemplo de un modelo que ya ha resistido la prueba del tiempo y del mayor número de observaciones, permítanme mencionarles el caso de la estructura gaseosa de los sistemas binarios cerrados que ya tiene unos cuarenta años de vida. En la década del 40 se llegó a la conclusión de que la estructura gaseosa de muchos sistemas binarios cerrados de los sistemas que después llegamos a designar como interactuantes estaba caracterizada por una corriente gaseosa que va desde la componente de menor masa hacia la compañera por un anillo de gas más o menos denso alrededor de la compañera y

por una masa de gas tenue en expansión que rodea todo el sistema. Esta conclusión surgió de analizar el espectro de un número relativamente grande de sistemas con una mente escrutadora e imaginativa. Las observaciones posteriores no han hecho sino confirmar el modelo, al cual sólo se le han ido agregando detalles como resultado, en gran parte, de haberse extendido el rango de energía al que corresponden las observaciones.

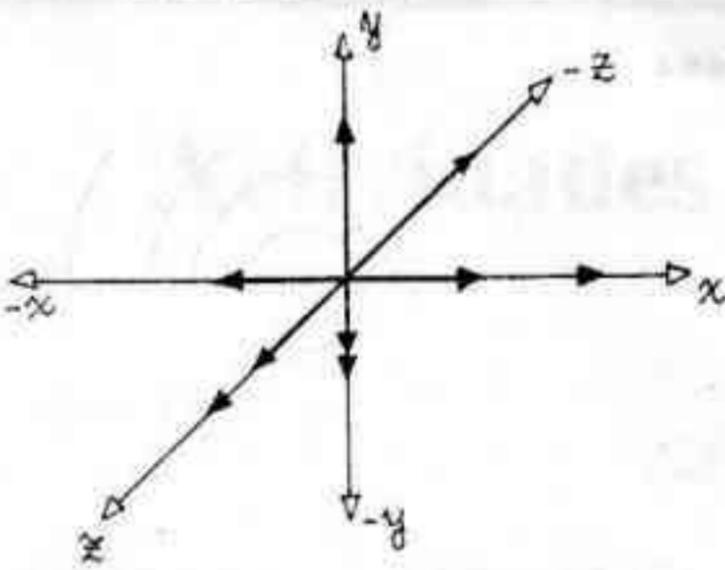
En conclusión, la astronomía es una ciencia pura, elevada en sus miras y en sus alcances, que tiene efecto multiplicativo y que proporciona al investigador satisfacciones muy grandes; constituye el terreno ideal para el trabajo en equipo.

La enseñanza en los distintos niveles y la divulgación de la astronomía constituyen dos aspectos vinculados con la ciencia de Urania que es necesario considerar e implementar con entusiasmo. En primer lugar, porque el *valor formativo* de la astronomía es extraordinario al darle al individuo los elementos para que se ubique en sus verdaderas dimensión y realidad. En un universo observable que tiene un radio de diez mil millones de años luz, es decir, cien mil trillones de kilómetros, en el que existen, estimativamente, diez mil millones de galaxias, cada una de las cuales esta poblada por unos diez billones de estrellas, cuyo radio puede llegar a unos quinientos millones de kilómetros, en el caso de las gigantes rojas, ¿qué representa un individuo de menos de dos metros de estatura que vive en un planeta de poco más de seis mil kilómetros de radio?

En segundo lugar, porque la astronomía es una ciencia que *satisface el espíritu* y produce una atracción y un interés naturales en la gente, no importa la edad. En verdad, creo que se puede hablar de la *proyección social de la astronomía*. Porque el hombre común desea conocer los hechos del universo y tener respuesta a los interrogantes que se plantean, ahora con más vigor aún como resultado del impacto de la era espacial. Una muestra de que esto es así la proporciona el éxito del planetario de la ciudad de Buenos Aires, cuyas instalaciones están siempre colmadas, y que, con extraordinario éxito, ofrece funciones especiales no sólo para estudiantes primarios y secundarios sino también para niños de jardines de infantes. Por lo que he escuchado, se trata de experiencias notables por su riqueza de contenido. Otra muestra la proporciona el entusiasmo con que la gente que constituye la Asociación Peruana de Astronomía, una muy activa agrupación de astrónomos aficionados, ha construido su propio planetario y desarrolla actividades sistemáticas que son seguidas siempre por un número muy significativo de público que siente atracción por la ciencia de Urania. En la Argentina, se advierte un entusiasmo similar en relación con las actividades que lleva adelante la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía.

He dicho en varias ocasiones que la ciencia astronómica es un barómetro del nivel cultural de los pueblos. Y la historia nos muestra que es así. Los que llegaron a sobresalir en la historia fueron pueblos que también se destacaban en el cultivo de la astronomía. Y en Perú, ¿qué mejor para fundamentar este aserto que recordar la importancia que los incas asignaban a la astronomía?

Con todo lo expuesto y aún sin haber hablado de los grandes temas de investigación que caracterizan la astronomía de hoy, ¿cabe alguna duda de la importancia de nuestra ciencia?



*El mismo análisis se efectúa para cada cuerpo n siendo este procedimiento realizado N veces.
 NOTA: Las posiciones resultantes al cabo del tiempo t, sólo se considerarán luego de haber sido calculadas las N posiciones correspondientes a ese intervalo interactuante.

BIBLIOGRAFIA

T. AGUEKIAN - Estrellas, Galaxias y Metagalaxia
 LANDAU Y LIFSHITS - Mecánica. Teoría clásica de los campos

A continuación se dan el listado en BASIC, el diagrama de flujo y tres ejemplos numéricos.

Leonardo Graciotti

$$(16) \quad V_{rx} = e_{rx} \cdot t^{-1}$$

$$(17) \quad V_{ry} = e_{ry} \cdot t^{-1}$$

$$(18) \quad V_{rz} = e_{rz} \cdot t^{-1}$$

VELOCIDADES RESULTANTES

$$(19) \quad X_n^+ = e_{rx} + X_n$$

$$(20) \quad Y_n^+ = e_{ry} + Y_n$$

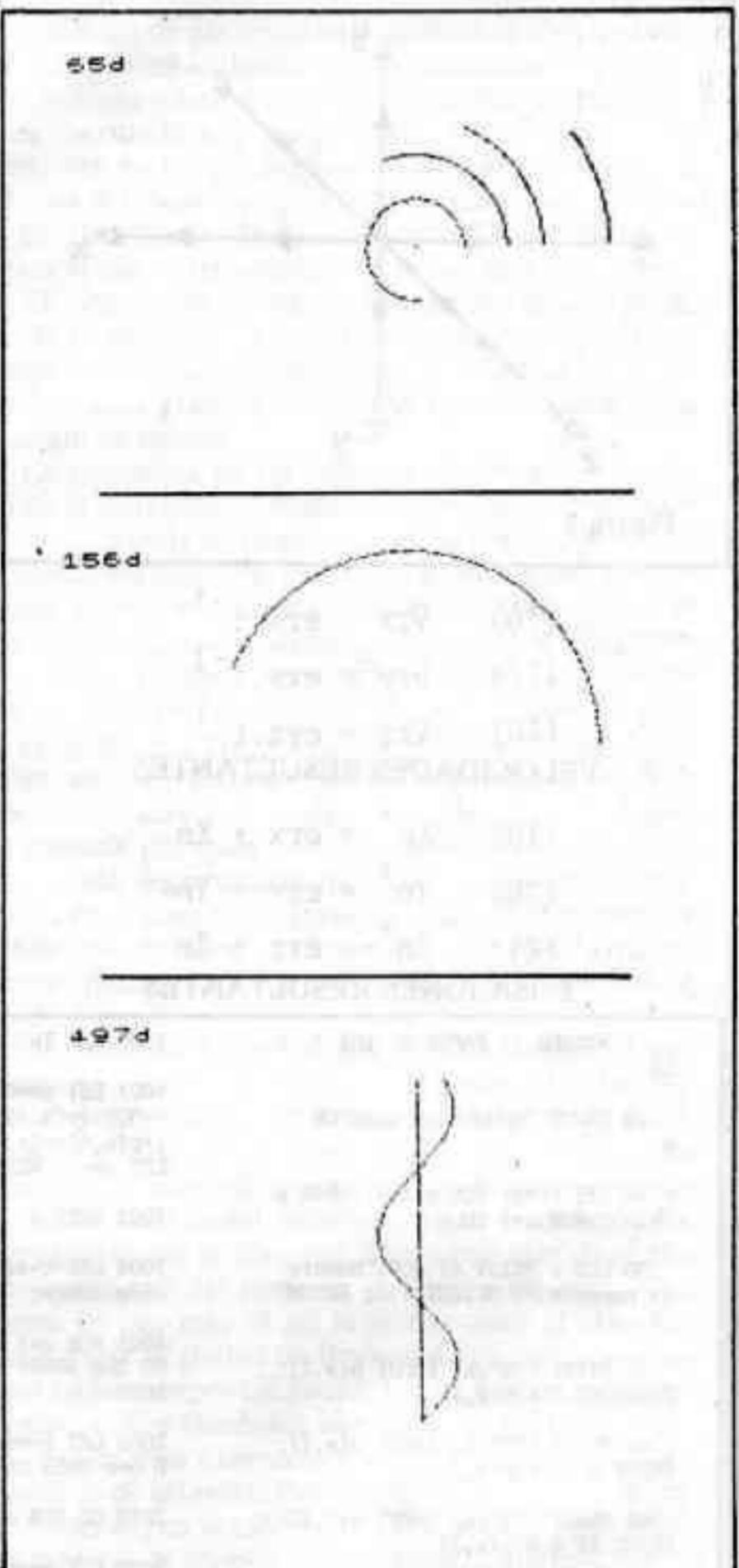
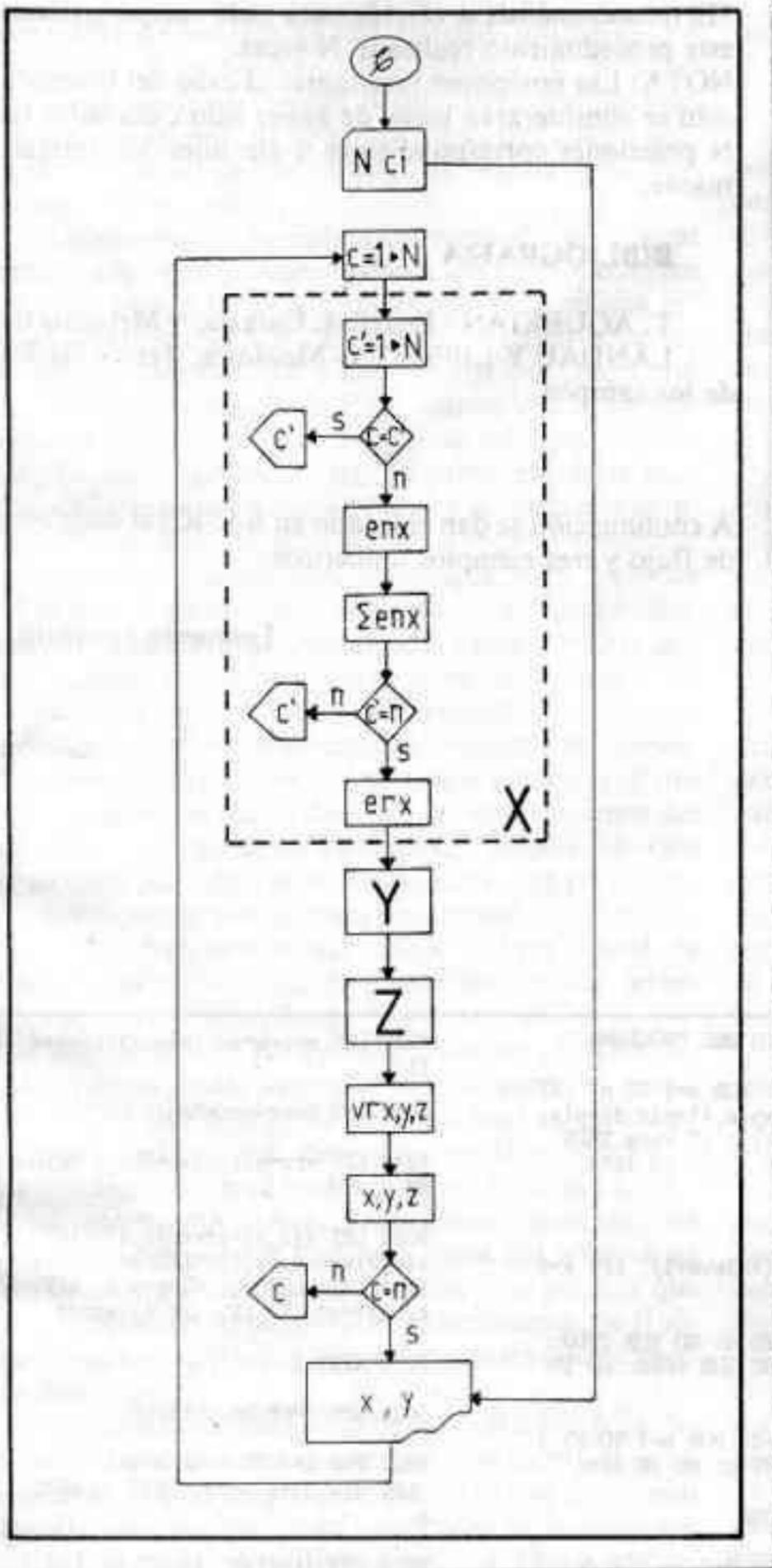
$$(21) \quad Z_n^+ = e_{rz} + Z_n$$

POSICIONES RESULTANTES

```

1 BORDER 1: PAPER 0: INK 7: C
LS
10 INPUT "NUMERO DE CUERPOS ";
n
20 LET tt=0: DIM p(n,7): DIM s
(n,6): FOR a=1 TO n
30 CLS : PRINT AT 0,0;"Numero
de cuerpos "; BRIGHT 1;n; BRIGHT
0
40 PRINT "'X':a: INPUT p(a,1):
PRINT AT 2,4;p(a,1)
50 PRINT "'Y':a: INPUT p(a,2):
PRINT AT 4,4;p(a,2)
60 PRINT "'Z':a: INPUT p(a,3):
PRINT AT 6,4;p(a,3)
70 PRINT "'Vix':a: INPUT p(a,4
): PRINT AT 8,6;p(a,4)
80 PRINT "'Viy':a: INPUT p(a,5
): PRINT AT 10,6;p(a,5)
90 PRINT "'Viz':a: INPUT p(a,6
): PRINT AT 12,6;p(a,6)
100 PRINT "'M':a: INPUT p(a,7):
PRINT AT 14,6;p(a,7)
110 PRINT "'para recomponer opr
ima A'" "para continuar oprima Q'"
111 LET a$=INKEY$: IF a$="A" OR
a$="a" THEN GO TO 30
112 IF a$="Q" OR a$="q" THEN NE
XT a: CLS : PRINT AT 10,8;"ENTOR
NO DIMENSIONAL"";TAB 12;"HORIZO
NTAL": INPUT e : CLS : GO TO 503
0
113 GO TO 111
1000 REM INICIO DEL PROGRAMA
1001 LET vm=0: FOR a=1 TO n: LET
v=SQR (p(a,4)*p(a,4)+p(a,5)*p(a,
)*p(a,6)*p(a,6)): IF v>vm THEN
LET vm=v: NEXT a: GO TO 1004
1002 NEXT a
1004 LET t=e/(173*vm+1): LET k=6
.67e-20*t*t
1005 FOR c=1 TO n: GO SUB 2000:
GO SUB 3000: GO SUB 4000: GO TO
5000
2000 LET Eenx=0: FOR o=1 TO n: I
F o=c THEN NEXT o: GO TO 2040
2010 GO SUB 6000
2020 LET enx=k*x*d*(p(o,7)/(d*d*d
))
2030 LET Eenx=enx+Eenx: NEXT o
2040 LET erx=p(c,4)*t+Eenx: RETU
RN
3000 LET Eeny=0: FOR o=1 TO n: I
F o=c THEN NEXT o: GO TO 3040
3010 GO SUB 6000
3020 LET eny=k*y*d*(p(o,7)/(d*d*d
))
3030 LET Eeny=eny+Eeny: NEXT o
3040 LET ery=p(c,5)*t+Eeny: RETU
RN
4000 LET Eenz=0: FOR o=1 TO n: I
F o=c THEN NEXT o: GO TO 4040
4010 GO SUB 6000
4020 LET enz=k*z*d*(p(o,7)/(d*d*d
))
4030 LET Eenz=enz+Eenz: NEXT o
4040 LET erz=p(c,6)*t+Eenz: RETU
RN
5000 LET s(c,1)=erx*p(c,1): LET
s(c,2)=ery*p(c,2): LET s(c,3)=er
z*p(c,3): LET s(c,4)=erx/t: LET
s(c,5)=ery/t: LET s(c,6)=erz/t
5010 NEXT c
5020 REM IMPRIME CUERPOS
5021 FOR a=1 TO n: FOR b=1 TO 6:
LET p(a,b)=s(a,6): NEXT b: NEXT
a
5025 LET tt=tt+t: PRINT AT 0,0:
INT (tt/86400);"d"
5030 FOR a=1 TO n: LET x=255*(p(
a,1)/e): LET y=255*(p(a,2)/e)
5040 IF x>127.5 OR x<-127.5 OR y
>87.5 OR y<-87.5 THEN NEXT a: GO
TO 1000
5050 PLOT 127.5*x,87.5*y: NEXT a
: GO TO 1000
6000 LET xd=p(o,1)-p(c,1): LET y
d=p(o,2)-p(c,2): LET zd=p(o,3)-p
(c,3): LET d=SQR (xd*xd+yd*yd+zd
*dz): RETURN
9999 SAVE "NCLG" LINE 1

```



Los datos de los ejemplos están ordenados de forma tal que concuerdan con su reporte por parte de la máquina.

Ejemplo N°1 : Sistema solar interior (vista superior)
 5/0/0/0/0/0/0/2e30/q/57.91e6/0/0/0/47.872/0/3.6e23/q/108.91e6/
 0/0/0/35.247/0/4.92e24/q/149.6e6/0/0/0/29.846/0/6e24/q/227.94e6/
 0/0/0/24.129/0/6.6e23/q/620e6

Ejemplo N°2 : Sistema sol-tierra (vista superior)
 2/0/0/0/0/0/0/2e30/q/149.6e6/0/0/0/29.846/0/6e24/q/450e6

Ejemplo N°3 : Sistema sol-tierra (movimiento conjunto)
 2/0/-1182e6/0/0/30/0/2e30/q/0/-1182e6/149.6e6/29.846/30/0/6e24/q/
 3153e6

Actividades Observacionales

Conducido por la Comisión de Observatorio

SUBCOMISION DE ESTRELLAS VARIABLES

Continuemos con la publicación de algunos de los gráficos resultantes del trabajo realizado por los miembros de la Subcomisión Variables en nuestra Asociación, y también en algunos casos, por trabajos realizados en forma particular como en los casos de los socios Roberto G. Fiadone, Juan C. Marioni, Ricardo Salvador Castiñeiras, Fabián Fucci y Rubén Thomsen y también por un suscriptor de nuestra revista, el Señor Víctor G. Trombotto. Durante los meses de abril y mayo hemos estado observando a una estrella sumamente particular: Eta Carinae. Se sabe que en la anti-

güedad era un objeto fácilmente visible y que en el siglo pasado presentó un aumento de brillo que por su manera de producirse se asemejó bastante al de una nova. En el año 1843 su magnitud fue tal que resultó la segunda estrella más brillante del cielo, acercándose bastante a la magnitud de Sirio. Sin embargo la luminosidad de Eta Carinae disminuyó lentamente y no en forma brusca como suelen hacerlo las estrellas novas.

Además durante la segunda mitad de este siglo comenzó nuevamente a incrementar su brillo aunque en forma bastante pausada: en los últimos veinte años su magnitud visual disminuyó en menos de una magnitud. En pocas palabras: se trata de una estrella que conviene observar con cierta frecuencia teniendo en cuenta que puede llegar a aumentar nueva-

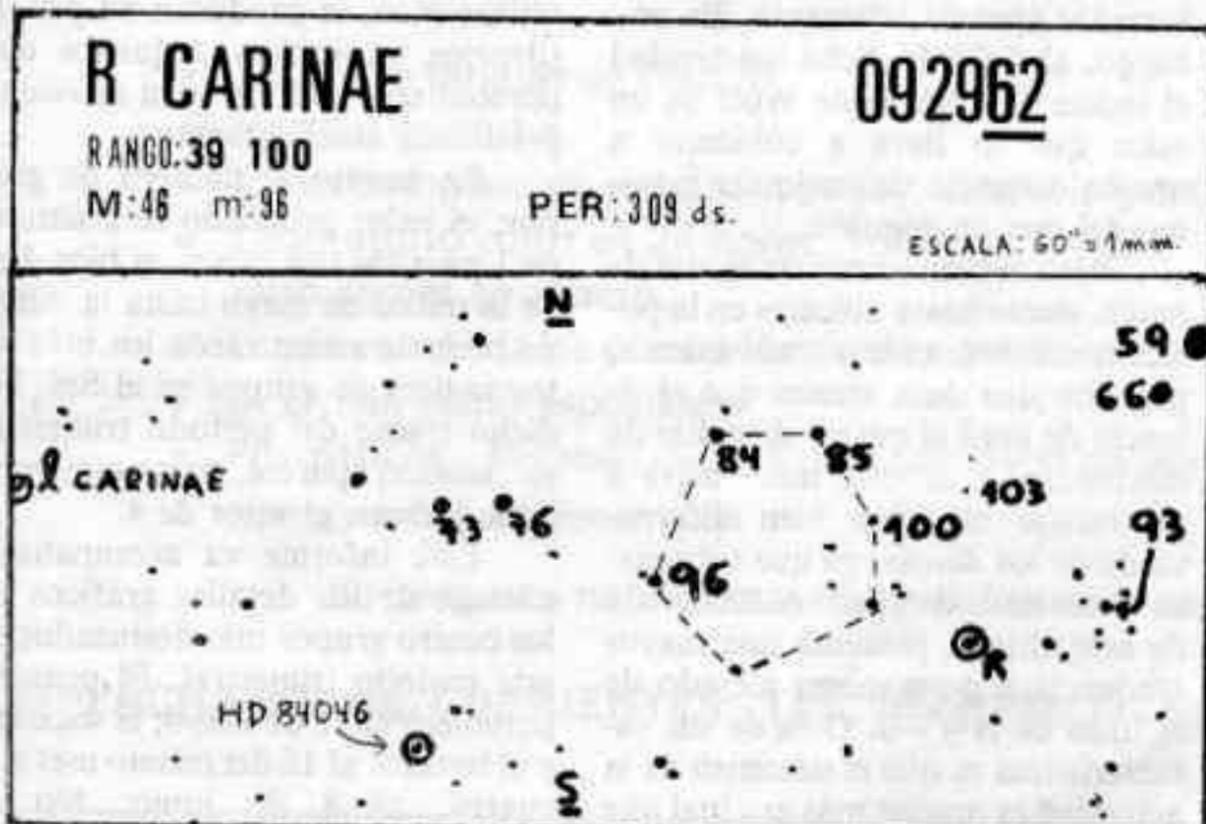
mente su brillo en forma inesperada.

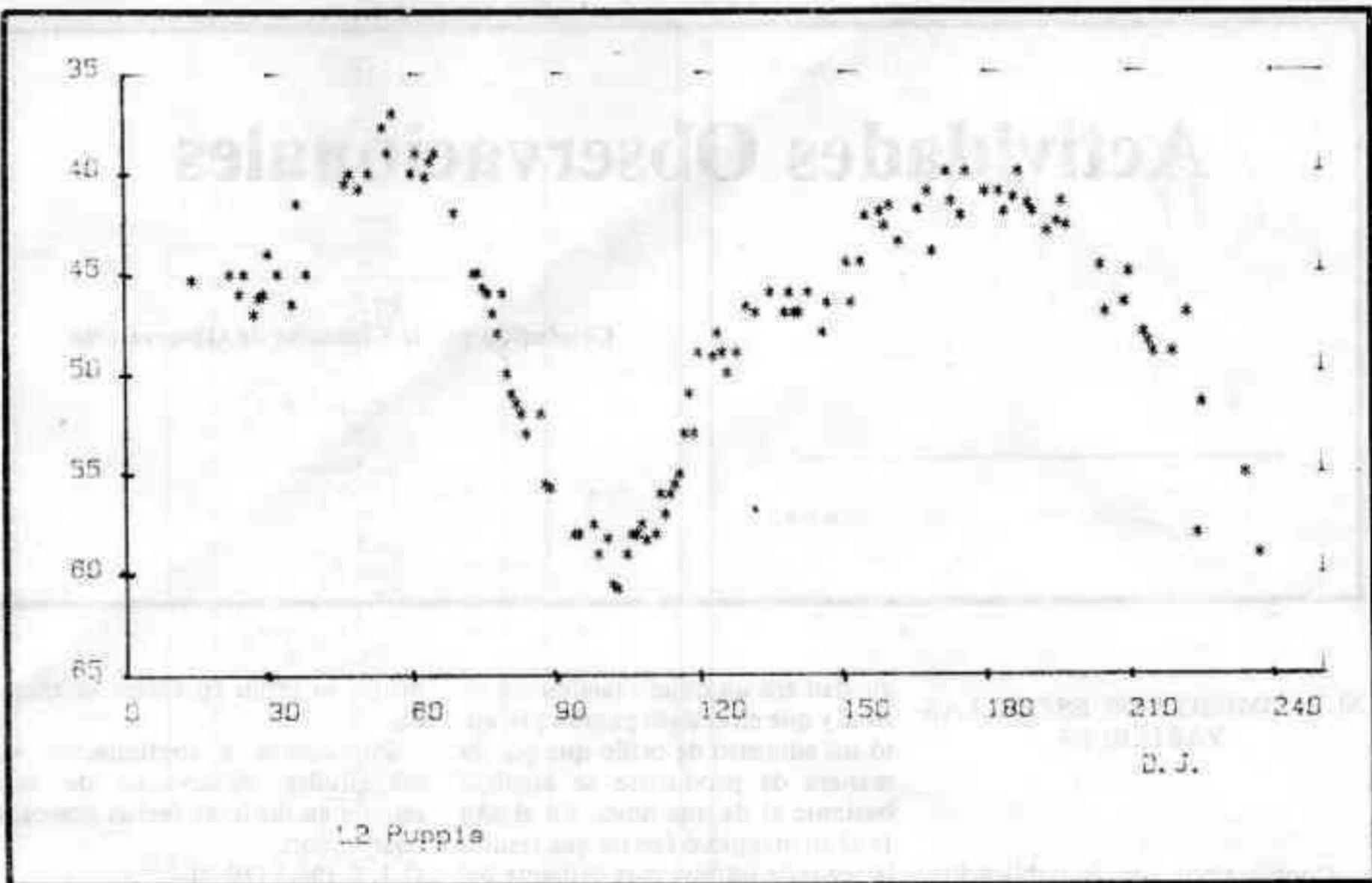
Publicamos a continuación las magnitudes observadas de esta estrella en distintas fechas por cada observador:

D.J. 6.166,5 (10/4)
 J. Marioni: 5,6 C. Kurtz: 5,8
 D.J. 6.189,5 (3/5)
 J. Marioni: 5,6
 P. Varela: 5,6 C. Kurtz: 5,6
 D.J. 6.191,5 (5/5)
 R. Fiadone: 5,5
 D.J. 6.196,5 (10/5)
 C. Kurtz: 5,5 F. Fucci: 5,8
 D.J. 6.205 (19/5)
 J. Marioni: 5,8
 D.J. 6.215 (29/5)
 C. Kurtz: 5,7

Para quienes deseen saber más sobre la curiosa historia de esta variable aconsejamos leer el artículo "La región de Eta Carinae", escrito por Alejandro Feinstein en la Revista Astronómica 185-186 y "Eta Carinae, una estrella con glorioso pasado", por Carlos Gondell en Revista Astronómica 188-189.

Fueron, por supuesto, observadas muchas otras estrellas variables, como siempre, en general, pertenecientes a la región de Carina y Centauro. Publicamos un gráfico con las estimas resultantes de una variable que ya hemos mencionado en una revista del año pasado: L2 PUPPIS; variable semi-irregular que presenta pequeñas irregularidades en su cambio de brillo y cuyo mínimo y máximo a veces llegan a 6,2 y 3,4 magnitudes respectivamente, con un período de generalmente 140 días.





L2 Puppis

El gráfico muestra los resultados desde el Día Juliano 2.446.014 al día 2.446.244 (9/11/85 al 27/6/85)

Fue elaborado merced a: 50 estimas de R. Fiadome, 48 de C. Kurtz, 47 de J. Marioni, 18 de V. Trombotto, 17 de R. Castiñeiras, 6 de R. Thomsen, 6 de P. Varela, 3 de M. Saludas, y 2 de S. Aiello.

Agradecemos la confección de este gráfico al Sr. Damián Zanette.

También publicamos, como siempre, una carta de observación, en este caso de la variable R-Carinae. Con esta carta y la publicada en el número 231 pueden realizarse estimas de la mencionada variable en todo su período. Las estimas de nuestra Subcomisión son remitidas a la LIADA (Liga Iberoamericana de Astronomía), a la AAVSO (American Association of Variable Star Observers) y a la RASNZ (Royal Astronomical Society of New Zeland). Aquellos que deseen unirse a nuestro grupo pueden consultar al actual encargado de la Subcomisión, Sr. Roberto G. Fiadone.

OBSERVACIONES SOLARES

El Sol presentó este trimestre un comportamiento muy peculiar que vale ser estudiado. En el gráfico

adjunto pueden notarse varios picos de actividad que se elevan bastante y otros no tanto (NW: número de Wolf, trazo continuo; NG: número de grupos, trazo a rayas). Al realizar un análisis detallado de la presente curva evolutiva, aparecen un par de detalles que no se llevan con otros. Por ejemplo, si se analiza la evolución de la actividad solar durante el mes de abril (primer período del gráfico), se verá que se destacan un gran "silencio" y un pico. Este silencio que denota el estado del Sol quieto (ninguna mancha en su superficie visible) se prolonga por dos semanas aproximadamente. Sin embargo, al final de dicha inactividad el índice de número de Wolf da un salto que lo lleva a colocarse a mucha distancia de cualquier máximo del mes en cuestión.

Pero ni bien comienza el mes de mayo, decae hasta ubicarse en la posición de Sol quieto nuevamente, posición que dura menos que el silencio de abril al poseer diez días de diferencia. Y en este mes vuelve a producirse un pico bien diferenciado de los demás, ya que sobrepasa el máximo de abril. A diferencia de este último, presenta una mayor tendencia a permanecer alejado de la línea de $NW=0$. Otra de sus características es que el descenso de la actividad es mucho más gradual que

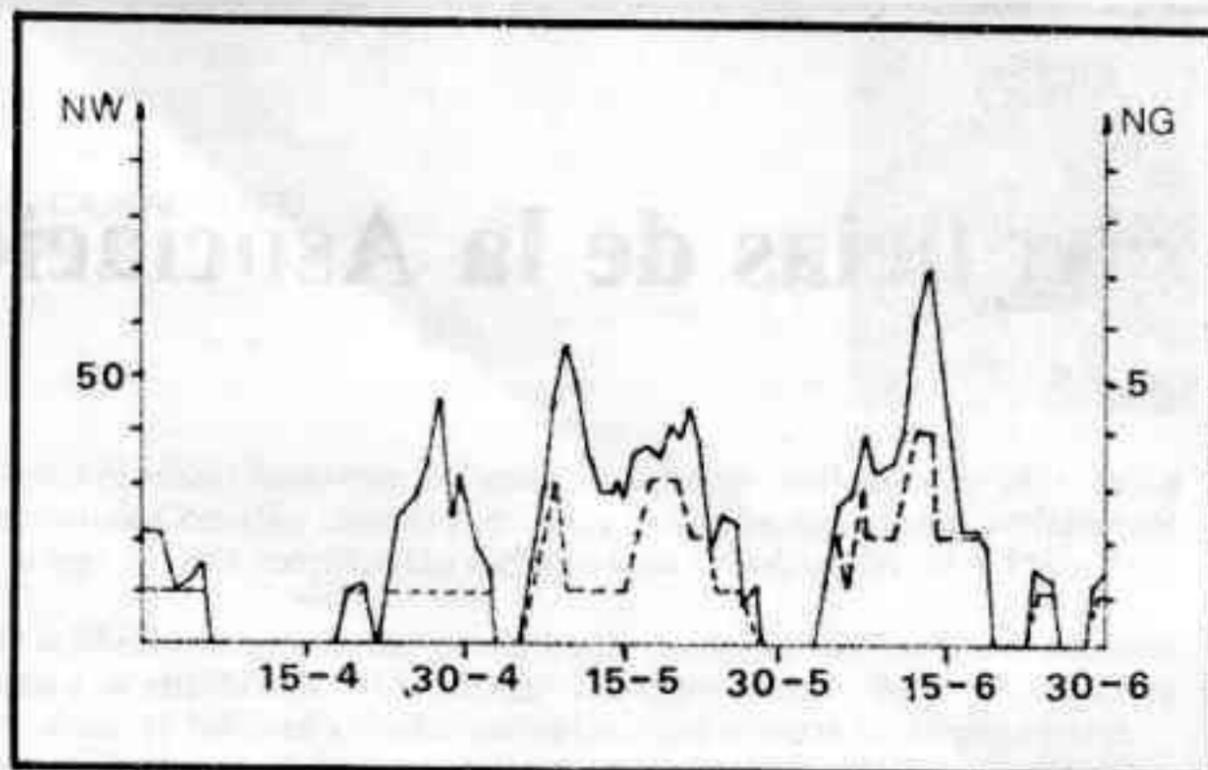
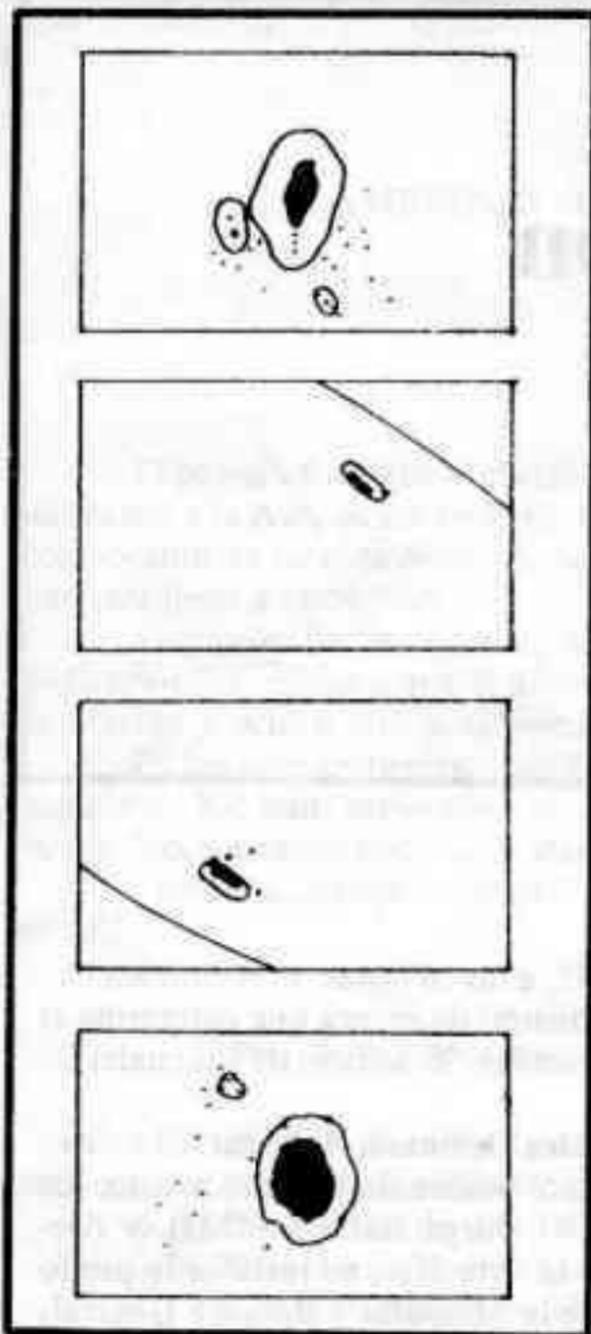
el del mes anterior, donde al momento de producirse el mínimo la línea caía bruscamente.

Se produce luego un tercer silencio de 5 días que antecede al pico más alto del gráfico. Este pico comenzó su evolución a principios de junio bastante gradualmente, si bien los primeros perfiles aparecieron de un modo algo brusco (nótese en el gráfico que casi todas las laderas de los picos son empinadas). El puesto de primer lugar pasa del segundo pico (el de mayo) al tercero, ya que sobrepasa los dos anteriores.

Al momento de la caída de este último pico, se producen un par de silencios y piquitos pequeños que parecen ser residuos de la actividad producida anteriormente.

En cuanto al número de grupos, el valor promedio se mantuvo en 1 para los tres meses, si bien desde la mitad de mayo hasta la mitad de junio se encontraron los más altos índices de grupos en el Sol. En dicho tramo del período trimestral en cuestión aparece, como mayor de estos índices, el valor de 4.

Este informe va acompañado además de los detalles gráficos de los cuatro grupos más destacados en este período trimestral. El primero pertenece al 11 de mayo; el segundo y el tercero, al 18 del mismo mes y el cuarto, al 8 de junio. No se



muestran grupos del mes de abril a causa de que son insignificantes en comparación con los exhibidos. A decir verdad, dichos grupos se constituyen, en término medio, de un par de manchas difusas, por lo que no se los considera.

Como es habitual, las fuentes de información para la elaboración de lo presente fueron el centro Astronomía Sigma Octante de Bolivia, el Observatorio de Capricornio de Brasil, el Real Observatorio de

Bélgica y el Centro Recopilador de Indices de Manchas Solares del mismo país.

La Subcomisión de Observaciones Solares se encuentra en tren de preparación del informe anual 1985, por lo que se solicita la colaboración de todas las personas interesadas en el trabajo que desarrolla. En caso de poder ofrecer información relacionada con lo que en el Sol acontece, contactarse con la subcomisión.



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

Noticias de la Asociación

ASAMBLEA ORDINARIA

Como se dispuso en su oportunidad, tuvo lugar el 16 de Marzo de 1985, a las 16 horas, la Asamblea Ordinaria, en la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía.-Cumplido el tiempo de espera que determina el Estatuto Social, se dio comienzo a la misma a las 16 horas, con los socios presentes, 35 Socios, de los cuales 27 con derecho a voto, con el siguiente:

Orden del Día: 1º) Punto: Lectura y aprobación del Acta de la Asamblea Ordinaria Anterior. El acta es observada por haberse incluido por error al transcribirla, el nombre de 5 (Cinco) Socios sin derecho a voto, los cuales son: Silvina Villegas (4797).-Fabián Fucci (4823).-Susana Aiello (4901).-Jorge Barrera (4723).-y Alejandro Gwerder (4906).-Se deja constancia que estos socios **no intervinieron en la votación, no incidiendo por lo tanto, en el resultado final del escrutinio.**-2º) Punto: **Lectura y aprobación de la Memoria y Balance General, Cuentas de Gastos y Recursos e Inventario.**- El socio Sr. Carlos N. Castiñeiras mociona, "que se omita su lectura por ser del conocimiento de todos y se den por aprobados".-Puesto a Votación se aprueba por unanimidad y sin observaciones.-3º) Punto: **Elección de Miembros de la Comisión Escrutadora (Art.29º).** -Se designa para integrar la Comisión Escrutadora (Art. 29º), a los Socios: Prof. Fernando Ravioli, Sr. Carlos N. Castiñeiras y Sr. Eduardo Inza.-Se pasa a Cuarto Intermedio, para dar cumplimiento al 4º) Punto: **Elección de Miembros para desempeñar los cargos:** Presidente, por cesación del mandato del Ing. Cristian Rusquellas (3 años); Vicepresidente, por cesación del mandato del Ctdor: Claudio H. Cuello (3 años); dos Vocales Titulares, por cesación del mandato de los Señores Carlos M. Antonioli y Mario Vattuone (3 años); Tres Vocales Suplentes, por cesación del mandato del Señor Bernardo Lupiáñez, Lic. Alejandro Di Baja (h) y la Señorita Liliana G. Quarleri (1 año).-Una vez computados los votos enviados por vía postal, 4 votos, la Comisión Escrutadora llama a votar a los Socios presentes, **con derecho a voto**, en el orden de las firmas que figuran en el "Libro de Asistencia".-

Terminado el escrutinio se obtuvo el siguiente resultado: Para Presidente, el Ing. Cristian Rusquellas con 31 votos; para Vicepresidente, el Sr. Ariel Otero Estrada con 30 votos; para Vocal Titular, el Sr. Jorge Luis Ferro con 31 votos; para Vocal Titular, el Sr. Bernardo Lupiáñez con 29 votos; para Vocales Suplentes, el Sr. Mario Vattuone con 29 votos; Lic. Alejandro Di Baja (h) con 27 votos; y Srta Liliana Graciela Quarleri con 28 votos.-Proclamados los electos se pasó al 5º) Punto: **Elección del tres miembros para integrar la Comisión Revisora de Cuentas para el año 1985, en reemplazo de los Señores Carlos E. Gondell, Ing. Augusto E. Osorio y Ctdor. Salvador A. Farace.**- Se decide reelegir al Ing. Augusto E. Osorio y designar al Dr. Angel Papetti y Srta. María Susana Cánepa, para el desempeño de dichas funciones en el año 1985.-

6º) Punto: Fijación de la Cuota Social: Tesorería informa sobre el estado deficiente de las finanzas de esta Asociación.

Se presentan dos mociones: la del Ing. Benjamín Trajtenberg, el cual propone para el 2do Trimestre de 1985, una cuota de \$ 2.350, para los Socios Activos y un 75% de dicha suma para los socios Cadetes y Estudiantes y la del Dr. Fernando P. Huberman, que propone para el 2do Trimestre de 1985, una cuota de \$ 3.000, para los socios Activos y el 75% de dicha suma para las cuotas de Socios Cadetes y Estudiantes.-

Puesto a Votación, la Asamblea aprueba la moción del Dr. Fernando P. Huberman, por mayoría.-También se aprueba que el ajuste de las cuotas de haga trimestralmente, según los valores del "Costo de vida", dado por el I.N.D.E.C. más el 2% como se realizó en 1984.-7º) Punto: **Designación de dos Socios presentes para que firmen el Acta de la presente Asamblea, conjuntamente con el Presidente y el Secretario.**- Fueron designados los Socios Sr. Claudio Apelbaum y el Ctdor. Claudio H. Cuello, para tal misión.-El Socio Dr. Fernando P. Huberman propone un voto de aplauso a la C.D. saliente de la Asociación. No habiendo más asuntos que tratar en el Orden del Día, el Sr. Presidente da por finalizada la Asamblea General Ordinaria de la fecha siendo las 20,30 horas.-

AMBROSIO JUAN CAMPOVO
1917-1985



El pasado 6 de Abril falleció nuestro consocio Ambrosio J. Camponovo; socio vitalicio desde 1974, había ingresado a la Asociación en 1949. Miembro de Comisión Directiva en varias ocasiones, fue además un frecuente colaborador de Revista Astronómica; su más reciente contribución fue la serie de "Monografías sobre Planetas", que casi llegó a completar.

Su pasión fue la observación de ocultaciones de estrellas por la Luna, disciplina que exige una paciente dedicación; él opinaba que el aficionado a la astronomía debía realizar una labor observacional activa. Entre ocultación y ocultación, acostumbraba observar también estrellas variables, para matizar las largas esperas.

En los últimos tiempos, había coronado el sueño del observatorio propio, con un magnífico reflector Cassegrain de 300 mm, provisto de su correspondiente cúpula, instalado en su casa de Monte Grande; lamentablemente, poco tiempo pudo disfrutarlo.

Con él, la ciencia astronómica perdió un dedicado observador, y nuestra Asociación un buen amigo y maestro.

PRIMER CONGRESO ARGENTINO DE AFICIONADOS A LA ASTRONOMIA

Del 25 al 27 de enero del corriente año se efectuó en nuestra Asociación el congreso del epigrafe. Los temas a tratar eran los siguientes:

- A) Integración de una Federación de asociaciones de aficionados a la Astronomía de la Argentina.
- B) Relación de las instituciones de la Argentina con la LIADA (Liga Iberoamericana de Astronomía).
- C) Planeamiento de la labor de conjunto para la observación del cometa Halley.
- D) Presentación de trabajos en diversos campos de la Astronomía, realizados por aficionados.

Paralelamente se efectuó una Exposición y Semana de Observación para el público, que incluyó material gráfico, audiovisuales y películas, como así también una exhibición de telescopios constuidos por socios, de excelente factura.

Aunque el Congreso estaba dirigido principalmente a las asociaciones de la Argentina, se extendió la invitación a las de otros países de Latinoamérica, con el fin de intercambiar experiencias y estrechar vínculos, especialmente luego de la suspensión del congreso de la LIADA.

Se inscribieron cincuenta asistentes, quince de ellos representando a siete instituciones de la Argentina y una del Uruguay. Lamentablemente, algunas del exterior se excusaron por no contar con fondos para el viaje, y otras no se enteraron de la realización del Congreso por no haber recibido la notificación o que ésta llegó tarde a sus manos, a pesar de que les fue enviada en el mes de octubre de 1984.

En la primera sesión, una vez que el Congreso fue declarado inaugurado, se procedió a nombrar un Presidente, cuya función sería ordenar los debates y exposiciones; nuestro Presidente sugirió se eligiera una persona que no perteneciera a la Asociación; los asistentes convinieron con ese criterio, y fue designado el Señor Ricardo L. Bravo, representante del "Club de Astronomía Félix Aguilar", quien desempeñó a conciencia su labor a lo largo de todo el Congreso.

La primera resolución tomada fue la de reservar la última sesión para los primeros tres puntos del temario, con el fin de poder tratarlos adecuadamente y con la presencia de todos los delegados de asociaciones, ya que algunos todavía no habían llegado.

Fue así que en los primeros dos días fueron presentados quince trabajos sobre diversos temas, varios de excelente nivel, que serán oportunamente incluidos en las páginas de REVISTA ASTRONOMICA. Se notó un predominio de los temas teóricos sobre los prácticos u observacionales, lo que coincidió con lo observado en la tercera y última sesión.

En dicha última jornada del Congreso se trataron en forma casi simultánea los tres primeros puntos; se registró un debate muy animado e interesante, en el que se pudieron notar dos posiciones bien definidas: la de aquellos que creen que una asociación de aficionados sólo está en condiciones de hacer divulgación de la ciencia, y la de los convencidos de que es posible desarrollar una actividad de investigación seria a pesar de la falta de costosos elementos de trabajo.

Las resoluciones tomadas fueron las siguientes:

- a) descartar, al menos por ahora, la creación de una Federación, ya que se temió que ésta se transformara en un organismo burocrático y además estaban ausentes del Congreso varias asociaciones del interior del país.

b) que la AAAA actuara como un centro de recolección y distribución de la información, como ya lo estaba haciendo en cierta medida "de facto", activándose dicha tarea. puesto que la mayoría de las asociaciones del interior usualmente carecen de posibilidades en ese sentido, y la AAAA es prácticamente la única que cuenta con una Biblioteca especializada.

c) organizar cursos de capacitación de observadores, imprimiéndose apuntes de los mismos, para ser usados por las asociaciones del interior del país.

d) llevar a cabo semanas de observación, etc. con el fin de recaudar fondos para la adquisición y construcción de instrumental (fotómetros, telescopios, etc) que serian luego empleados por las asociaciones ubicadas en zonas donde un cielo limpio pudiera garantizar observaciones útiles, con el compromiso por parte de éstas de su utilización y rendición de los resultados.

e) hacer de la llegada del Halley el "leitmotiv" del incremento y estímulo de las actividades observacionales y de divulgación de la ciencia astronómica.

Finalmente, el Sr. Ricardo Jellinek, que asistía en representación de la "Asociación de Aficionados a la Astronomía" del Uruguay, invitó a los presentes a concurrir al Congreso a efectuarse en Montevideo del 19 al 21 de Abril de 1985.

El balance que nosotros podemos extraer del Congreso es el de que este tipo de reuniones deberían hacerse más frecuentemente, ya que hay otras agrupaciones de nuestro país de las que rara vez tenemos noticias, y cuando hay la oportunidad de reunirse con su gente nos encontramos que están activos, pero en su aislamiento no pueden intercambiar experiencias e información, lo cual es vital en nuestra actividad.

En cuanto a la respuesta del público durante la Exposición y Semana de Observación, se puede decir que fue notable, sobre todo si se tiene en cuenta que el tiempo (meteorológicamente hablando) no ayudó mucho, como de costumbre. Debemos agradecer la colaboración de las Embajadas que facilitaron las películas proyectadas y gran parte del material gráfico exhibido, como así también a los socios que trabajaron duramente para que todo esto pudiera ser realidad; las fotos adjuntas pueden dar una idea de todo lo dicho.

Esperamos ahora la colaboración necesaria para llevar adelante las decisiones tomadas durante el Congreso.

Cristian Rusquellas

SOCIOS NUEVOS

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 5099 JORGE HERNAN CARTIE | 5130 MONICA C. GRIMALT DELLAMELE |
| 5100 ENRIQUE H. SALVIA | 5131 ENRIQUE DANIEL FUENTES ROCHA |
| 5101 ESTEBAN FERNANDEZ RIGHI | 5132 MARTA GRACIELA MUSSO DE MARTINEZ |
| 5102 LEONAR ROSA COHEN | 5133 LEANDRO ARAUJO |
| 5103 NESTOR J. GOMEZ | 5134 RICARDO MASSOLO |
| 5104 LILIANA CUTILLO | 5135 CARLOS LUIS PIZZUTI |
| 5105 CLAUDIO HUGO MARTINA QUIROGA | 5136 HUGO LUIS RUGGERI |
| 5106 GUILLERMO ALBERTO GARCIA GOMEZ | 5137 ENRIQUE CARLOS BERNI |
| 5107 ALEJANDRO NAUSA | 5138 CARLOS JOSE MORRONE |
| 5108 PAULINA CRISTINA KREMZAR | 5139 GERARDO ELIKIR |
| 5109 HECTOR TERRANOVA | 5140 ENRIQUE LUIS SEGUI |
| 5110 ANGEL AMADEO TORRES | 5141 CRISTIAN FAVIER DUBOIS |
| 5111 ALEJANDRO G.O. OLIVA | 5142 ROQUE FABIAN RODRIGUEZ |
| 5112 JORGE FIDEL BALEJ | 5143 GABRIEL CENTOFANTE |
| 5113 DIEGO N. SANTILLAN | 5144 EDUARDO ARTURO MORELLI |
| 5114 JOSE NICOLAS BALBI | 5145 RAFAEL COHEN SABBAN |
| 5115 DIEGO RAMON FLOREZ | 5146 MARCELO ADRIAN TORRES |
| 5116 VICTOR M. LOSIGGIO | 5147 ROXANA VERONICA MENDEZ |
| 5117 CARLOS ALBERTO SOLAZZO | 5148 ERNESTO ALMASIA |
| 5118 MARTHA EDITH GIGLIANI | 5149 DANIEL LUIS CAIROLI |
| 5119 PABLO ADRIAN TARELA | 5150 SONIA GABRIELA SMODLAKA |
| 5120 HUGO EMILIO TEMPESTA | 5151 MARIEL AMARE |
| 5121 FERNANDO JAVIER KRASNOV | 5152 JORGE CARLOS WOODS |
| 5122 HIPOLITO CESAR BRAVO | 5153 PEDRO LUIS SASIAIN |
| 5123 WALBERTO JERONIMO BRAVO | 5154 JORGE RODRIGUEZ MORROS |
| 5124 ROBERTO OSCAR CORDOBA | 5155 JOSE FLORENTINO ALVAREZ |
| 5125 ENRIQUE BERNER | 5156 BEATRIZ ANTONELLI DE MACERATINI |
| 5126 ERNESTO BETBEZE | 5157 ORLANDO C. LABANDEIRA |
| 5127 BARBARA CRISTINA BETBEZE | 5158 LEONARDO GIUFFREDI |
| 5128 MARIA FERNANDA BENITEZ | 5159 EDUARDO ROMANO |
| 5129 GUILLERMO GABRIEL HENRION | 5160 HORACIO ALFIO MOSCHETTO |

Noticiero Astronómico

por Mario Vattuone

P.A.M. DIRAC - SU FALLECIMIENTO

El 20 de octubre de 1984 falleció en su hogar de Florida, EE.UU., el notable físico teórico Paul A.M. Dirac, que con Erwin Schrödinger compartió en 1933 el premio Nobel de Física por el trabajo de ambos en mecánica ondulatoria.

La más relevante hazaña de Dirac fue el desarrollo de una teoría que describía el comportamiento de un electrón en el campo eléctrico de un núcleo atómico. De esta manera armonizó la teoría de la mecánica ondulatoria -entonces nueva- con la relatividad especial, demostrando de este modo la necesidad de una rotación (espín) del electrón, concepto que había sido introducido arbitrariamente en trabajos anteriores. Su nueva teoría enfrentaba sin embargo una seria dificultad: requería estados electrónicos de energía total negativa. El descubrimiento del positrón en 1933 eliminó esta dificultad, a la vez que fue el primer ejemplo de antimateria, aunque hoy en día se sabe que toda partícula elemental tiene su correspondiente antipartícula.

Este físico pasó la mayor parte de su vida en la Universidad de Cambridge (Gran Bretaña) y desde 1971 hasta su muerte fue profesor de Física en la Universidad del Estado de Florida.

PULSAR EN LA GRAN NUBE DE MAGALLANES

Se ha descubierto un pulsar de rayos X en el residuo de supernova designado 0540-69,3 situado en la Nube Mayor de Magallanes. Las pulsaciones fueron captadas por el satélite Einstein en cuatro observaciones distintas efectuadas entre Septiembre y Noviembre de 1979, lo que permitió calcular un periodo de $50,206102 + 0,000040$ milisegundos. Se está buscando ahora la po-

REVISTA ASTRONÓMICA

sible contrapartida óptica y radio, no individualizada aún.

NEBULOSA DE ORION ¿RECIENTE NACIDA?

La Gran Nebulosa de Orión (M 42) es hoy en día uno de los objetos más notables del firmamento y quien se haya interesado alguna vez por las cosas del cielo no pudo dejar de notarla, ya que es visible a simple vista incluso en noches algo brumosas.

Los astrofísicos concuerdan en que se trata de un objeto muy joven (astronómicamente hablando) y consideran que las estrellas azules del trapecio que iluminan la nebulosa no pueden haber brillado por más de algún millón de años, y hay quienes limitan este evento a sólo 10.000 años. Al analizar la propia nebulosa se ha llegado a la conclusión de que las citadas estrellas comenzaron a irradiar hace solamente 23.000 años, lo que las convierte en los astros más jóvenes que probablemente se conozcan.

Así las cosas, recientemente Thomas Harrison, de la Universidad de North Texas State, ha sugerido que la nebulosa, como objeto brillante, existiría solamente desde hace unos 375 años (ayer, en términos astrofísicos). Sus argumentos son históricos: de hecho, nadie ha registrado la nebulosa antes de la invención del telescopio por Galileo (1609). Tratándose hoy de un objeto tan conspicuo incluso a ojo desnudo, si hubiese brillado de igual forma en la antigüedad, ningún astrónomo habría dejado de verla, máxime con los cielos diáfanos de entonces, libres de toda contaminación luminosa y de "smog", y más de uno se habría referido a ella. Por ejemplo, se encuentran referencias a la nebulosa de Andrómeda entre los astrónomos árabes y ninguna mención a la nebulosa de Orión, hoy mucho más brillante que aquella.

La primera referencia a la nebulosa

de Orión la encontramos en los escritos del estudioso francés Nicolás Peiresc, que fuera alumno de Galileo. En Noviembre de 1610 este astrónomo consiguió hacerse de un telescopio y refiere que en la segunda noche de observación con el mismo se mostró sorprendido de ver la estrella central de la espada de Orión rodeada de una "pequeña nube luminosa". Esta zona había sido observada anteriormente por Galileo, que incluso dibujó un croquis de la misma donde muestra todas las estrellas visibles con su telescopio, pero no hay nota alguna de la nebulosa.

Es sobre esta base -falta de referencias- que Harrison sugiere en el número de Marzo de 1984 del "Quarterly Journal" de la R.A.S. que esta nebulosa alcanzó la luminosidad a simple vista entre 1609 y 1610. La exigüidad de la nebulosa no sería entonces efecto de la pobre calidad de los telescopios empleados, sino que se trataría de una real baja luminosidad.

Por supuesto que hay escépticos que dicen que nadie se refirió a ella "por ser harto conocida". Esto podría discutirse porque entonces no se comprendería la sorpresa de Peiresc ante su descubrimiento, y otros hechos sugestivos. Veremos quién tiene razón.

TUNGUSKA II

Parece que esta región de la estepa siberiana es gratamente atractiva para los grandes bólidos. No resuelto aún el enigma de la naturaleza del cuerpo caído en 1908, se ha producido otro caso.

El 26 de febrero de 1984, al crepúsculo, apareció un meteoro excepcionalmente luminoso que después de atravesar la atmósfera a unos 100 km de altura, se encendió sobre los territorios de Krasnoïarsk, Kemerovo, Novosibirsk y Tomsk dejando un rastro de fuego, para

Abril-Junio de 1985 • 23

terminar con una violenta explosión a unos 10 km de altura sobre la llanura siberiana, provocando una onda de choque que se percibió hasta un radio de 150 km como un largo trueno. Dada la hora del suceso, fue visto por centenares de personas por lo que hay superabundancia de información (a veces con datos contradictorios).

Miembros de la Academia de Ciencias de la URSS visitaron la zona del fenómeno, encontrándose ante un cuadro bastante similar al del bólido de 1908, con árboles volteados y quemados pero sin trazas de restos del meteorito ni grandes cráteres. La semejanza entre ambos eventos es sorprendente, lo que lleva a suponer que se trata de dos hechos similares. En tal caso, el estudio del presente fenómeno podría ayudar a develar la incógnita del de 1908.

PROGRAMA DE VISITANTES DE LA UNION ASTRONOMICA INTERNACIONAL

En la XVIIIa. Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional, realizada en Patras, Grecia, en Agosto de 1982, se aprobó por unanimidad una resolución por la cual se estableció, por primera vez en la historia de la U.I.A., un programa de Profesores Visitantes. Dicho programa debería establecerse mediante un contrato con una institución patrocinante, perteneciente a un país que no desarrolle actividad astronómica.

El primer contrato fue firmado con la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, de Lima, Perú, a principios de 1984, y tiene una duración de tres años y posibilidades de que ese término sea ampliado. De acuerdo al convenio, la U.I.A. sufraga los gastos de viaje a Lima, y la UNMSM los gastos locales.

Se estableció un comité Coordinador, integrado por Víctor Blanco, Sylvio Ferraz Mello, Pierre Kaufmann, Josip Kleczek y Jorge Sahade, éste último en calidad de presidente, que se encarga de efectuar la selección de los Profesores Visitantes.

El programa con Perú dio comienzo en Setiembre de 1984 con un curso sobre "Astrofísica General", que dictó J. Sahade, y continuará con un curso sobre "Estructuras Galácticas", que estará a cargo de J. C. Cersosimo.

Durante el resto de la vigencia del convenio, se dictarán los cursos que se indican a continuación:

"Óptica instrumental y Técnicas en Astronomía", en 1985;

"Espectroscopia Estelar", en 1985, que dictará R. H. Mendez;

"Atmósferas Estelares", en 1986, que dictará J. Zorec;

"Estructura y Evolución estelares", en 1986, que dictará P. Pismis;

"Física Solar", en 1986, que dictará J. Kleczek;

"Astronomía Extragaláctica", en 1986, que dictará J. L. Sérsic;

"Seminario I", en 1987;

"Seminario II", en 1987.

A raíz del convenio entre la U.A.I. y la UNMSM, la Facultad de Física de dicha Universidad ha decidido ofrecer a los estudiantes la posibilidad de especializarse en Astrofísica.

Un segundo Programa de Profesores Visitantes ha quedado establecido con la Universidad de Nigeria, pero su implementación ha sufrido una demora.

OSCILACIONES DE CINCO MINUTOS EN ALFA CENTAURI

Astrónomos franceses que trabajan en Chile han detectado oscilaciones periódicas en Alfa Centauri A similares a las oscilaciones de cinco minutos del Sol, que han sido observadas durante más de veinte años en este astro, pero nunca en otra estrella, hasta el momento.

Aunque el sistema Alfa Centauri es el más próximo entre los vecinos a nuestra estrella, aparece con todo cien mil millones de veces más débil que el Astro Rey. Es por ello que Eric Foshat y sus colegas han tenido que utilizar un telescopio de gran abertura (el reflector de 3,6m del E.S.O.) para efectuar sus observaciones.

En "Comptes Rendus", de la Academia Francesa de Ciencias, del 7 de Junio de 1984, explican cómo controlaron porciones del espectro de Alfa Centauri A adyacentes a las líneas D del sodio en el amarillo, tanto en banda estrecha ($0,08 \text{ \AA}$) cuanto en banda ancha (20 \AA).

Por división de una señal por la otra pudieron aislar cambios intrínsecos en la intensidad de las líneas D en oposición a las variaciones causadas por fluctuaciones en la atmósfera terrestre.

Los datos recolectados en el curso de seis noches en mayo de 1983, mostraron una serie de señales a cortos espacios con períodos entre 4,8 y 5,6 minutos. Un análisis más detallado reveló picos individuales con períodos que difieren unos 10 segundos (en el Sol dicha separación es de alrededor de 7 segundos).

Las oscilaciones solares de 5 minutos son causadas, según se sabe, por vibraciones del Sol como un todo. Las frecuencias exactas que forman la familia de oscilaciones dependen en forma crucial de la estructura solar; su observación permite a los heliofísicos determinar la estructura interna del Sol de la misma manera que los sismólogos pueden calcular la estructura interna terrestre a través de vibraciones sísmicas inducidas. Ahora que se dispone de datos en otra estrella, se tiene un nuevo punto de comparación entre la teoría de las estructuras estelares y la realidad.

La gran semejanza de los hallazgos de los astrónomos franceses con aquello que se conoce sobre el Sol satisface porque, aunque Alfa Centauri A es un 10% más masiva que el Sol, es de su misma clase espectral (G 2); ambas estrellas pueden, por lo tanto, poseer una estructura semejante.

ACTIVIDAD INESPERADA EN EL HALLEY

Los astrónomos H. Spinrad y S. Djorgovski, de la Universidad de California, iniciaron a mediados de septiembre de 1984 una investigación sobre el cometa Halley con los telescopios del Observatorio Nacional de Kitt Peak, con el auxilio de un detector electrónico de alta sensibilidad. El 25 de septiembre consiguieron fotografiar al cometa por dos veces, en la constelación de Gemini, a unos 10° al NO de Procyon (Alfa Canis Minoris) y con sorpresa encontraron que las débiles imágenes del cometa denotaban una actividad anómala y un brillo casi dos veces superior al que era de esperarse en esa época, ya que el Halley estaba en ese momento a 6,2 U.A. del Sol. Según declaraciones de Djorgovski, es inusitado el desarrollo de una coma o cabellera a semejante distancia del perihelio; por esto se convierte en la coma más distante que se haya observado desde la Tierra.