

REVISTA ASTRONOMICA



ENERO
DICIEMBRE
1986
N° 236/239

REVISTA ASTRONOMICA

N° 236/239

Enero-Diciembre 1986

TOMO LVII

AG ISSN 0044-9253

REGISTRO NACIONAL

DE LA PROPIEDAD

INTELECTUAL N° 295486

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

Patricias Argentinas 550

1405 Buenos Aires

Tel. 88-3366

DIRECTOR:

Sr. Carlos Manuel Rúa

SECRETARIOS:

Srta. Susana Aiello

Sr. Ariel Otero Estrada

REDACTORES:

Lic. Alejandro Di Baja (h)

Dr. Angel Papetti

Sr. Carlos Rúa

Sr. Mario Vattuone

Sr. Manuel López Alvarez

Srta. Patricia Olivella

TRADUCTORES:

Lic. Alejandro Di Baja (h)

Dr. Angel Papetti

Sr. Mario Vattuone

Prof. Mónica Silvia Ugobono

TIPEADO Y CORRECCION:

Sr. Fabián Fucci

DIAGRAMACION:

Srta. Patricia Olivella

CANJE:

Prof. Mónica Silvia Ugobono

ENFERMERIDES:

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

Sr. Ricargo Gil Hutton

Sr. Eduardo Inza

Sr. Mario Vattuone

Sr. Luis Ferro

Sr. Carlos Manuel Rúa

VOCALES SUPLENTES:

Sra. Flora B. Claire

Sra. Monica U. de Estrada

Dr. José C. Caldararo

COMISION REVISORA

DE CUENTAS

Dra. María Susana Cánepa

Dr. Angel Papetti

Dr. Fernando P. Huberman

Impreso en:

Agencia Periodística CID

Avda. de Mayo 666, 2° Bs. As.

Tel. 30-2471

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

REVISTA ASTRONOMICA



Fundador: CARLOS CARDALDA

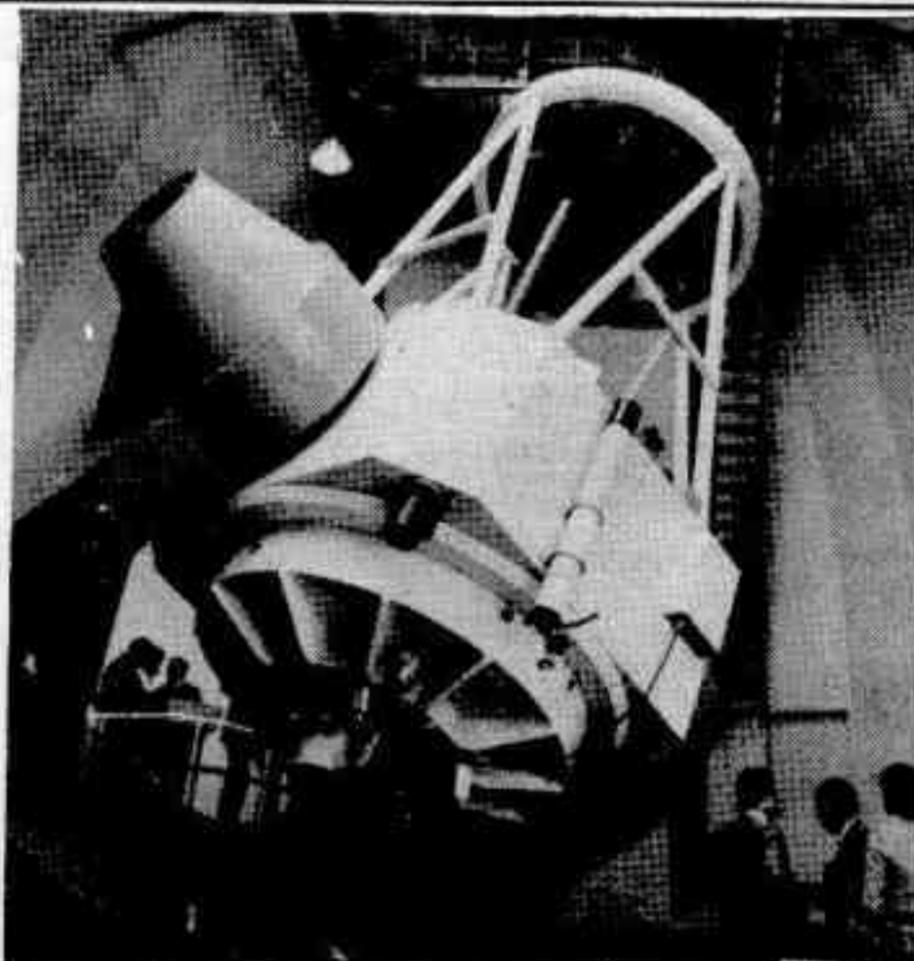
Organo de la Asociación Argentina

Amigos de la Astronomía

SUMARIO

EDITORIAL	Pág. 2
INAUGURACION DE EL LEONCITO	Pág. 3
RELIQUIAS DE LA CREACION por Paul Davies	Pág. 7
LA ESTADISTICA EN LAS MEDICIONES ASTRONOMICAS II por Juan Manuel Hernández	Pág. 11
EL HALLEY DESDE LA ARGENTINA por Claudio Martinez	Pág. 19
EL HALLEY NOS VISITA por Susana Beatriz Aiello	Pág. 23
OBSERVACION DE LA ACTIVIDAD SOLAR por Fabián Fucci	Pág. 24
PROGRAMAS DE OBSERVACION por la Dirección del Observatorio	Pág. 33
NOTICIAS DE LA ASOCIACION	Pág. 46
INDICE GENERAL AÑO 1985	Pág. 48

Nuestra Tapa
Telescopio reflector de 2,15 m instalado en el observatorio de El Leoncito e inaugurado el 12 de setiembre del corriente año (ver artículo pág. 3).



Editorial

La salida de REVISTA ASTRONOMICA se ha ido retrasando por varios motivos, siendo los principales la falta de tiempo que los socios pueden brindar a la Subcomisión y la demora de la imprenta en efectuar las diversas etapas del proceso de confección de la Revista. El primero de ellos es el más grave, pues abarca desde la obtención de los originales hasta el traslado de los ejemplares impresos hasta el local de la Asociación; es así, que por ejemplo el realizar una corrección en una galera insume varias semanas. Además, el no contar con una presencia sistemática en la imprenta ocasiona el segundo problema, pues como no se trata de una publicación diaria es relegada en las prioridades.

También habrá observado el lector, la presencia de reiterados errores, consecuencia de no contar con un cuerpo de correctores que puedan revisar detenidamente los artículos en la computadora de la imprenta antes de la tirada de las galeras. Otro inconveniente es la calidad de impresión, la que resulta bastante variable, llegando en el último número a tener que reimprimirse las dos terceras partes, hecho que redundó en un retraso de más de un mes.

Ante la presente situación, se resolvió editar este número que abarca todo el año 1986, para anular el retraso actual; en cuanto a los otros problemas, se van a contratar los servicios de una persona encargada de efectuar las tareas de tipeado (etapa que si se deja en manos de la imprenta es efectuada muy lentamente), y a la vez mantenga un seguimiento estricto del proceso de impresión.

No obstante todo ello, se necesita contar con un cuerpo de correctores, pues la persona antes citada, por no poseer necesariamente conocimientos astronómicos, puede cometer involuntariamente errores técnicos, por lo cual invitamos a todos aquellos que se consideren en condiciones de afrontar la tarea que se aproximen a la Dirección de la Revista.

El Director



Inauguración de El Leoncito

Invitado gentilmente por las autoridades del Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO), tuve la oportunidad el pasado 12 de setiembre de representar a la Asociación en la inauguración, tan esperada por todos, de este magnífico observatorio.

Luego de un cómodo y tranquilo viaje en avión y un no tan tranquilo y proporcionalmente más rápido trayecto por tierra por un camino de cornisa lleno de vueltas y revueltas, me encontré alojado en la localidad de Barreal, en el Valle de Calingasta, gracias a la gentileza de un sanjuanino (en rigor, un cordobés emigrado; estos cordobeses están por todas partes).

Era de noche y hacía bastante frío, pero no pude dejar de mirar hacia arriba para solazarme con el espectáculo del firmamento estrellado; la Luna lucía un esplendente cuarto creciente. No obstante ello, la transparencia del aire hacía que el fondo del cielo fuera completamente negro.

Dado que el acto se efectuaría a las 10:30, salimos temprano por la mañana, junto con otras personas que asistirían al mismo. La luz del día me permitió ahora apreciar el impresionante paisaje; el trayecto hacia el observatorio, algo más de sesenta kilómetros, era al principio más o menos llano, en la zona donde se halla la famosa Pampa del Barreal (que a poco sería utilizada como pista de aterrizaje natural por el avión presidencial), pero luego se hacía retorcido y abrupto en su ascenso.

Una vez pasados algunos controles (explicables, dada la asistencia del Presidente) llegamos al pie de la eminencia sobre la que se eleva la mole del observatorio. El edificio, inmaculadamente blanco, hería la vista al reflejar la luz del Sol, y se recortaba nítido contra el cielo azul cobalto, indicativo de la altura a la que nos hallábamos (2.500 m) y de la pureza del aire.

¡Y qué aire! Soplaban un viento que hacía difícil mantenerse en pie, y acentuaba el frío a pesar del brillante sol. Una multitud se había dado cita en el lugar; la construcción del observatorio fue tomada con gran interés por los sanjuaninos. En ella intervinieron empresas locales no sólo en la obra civil, sino también en parte del equipamiento. No debemos olvidar que al gran Sarmiento debemos el impulso de la ciencia en nuestro país, habiendo fundado el observatorio de Córdoba.

Con la llegada de las autoridades comenzó el acto, que contó como fondo escenográfico con el espectacular paisaje de los Andes nevados. Hicieron uso de la palabra las autoridades provinciales y municipales, el Dr.

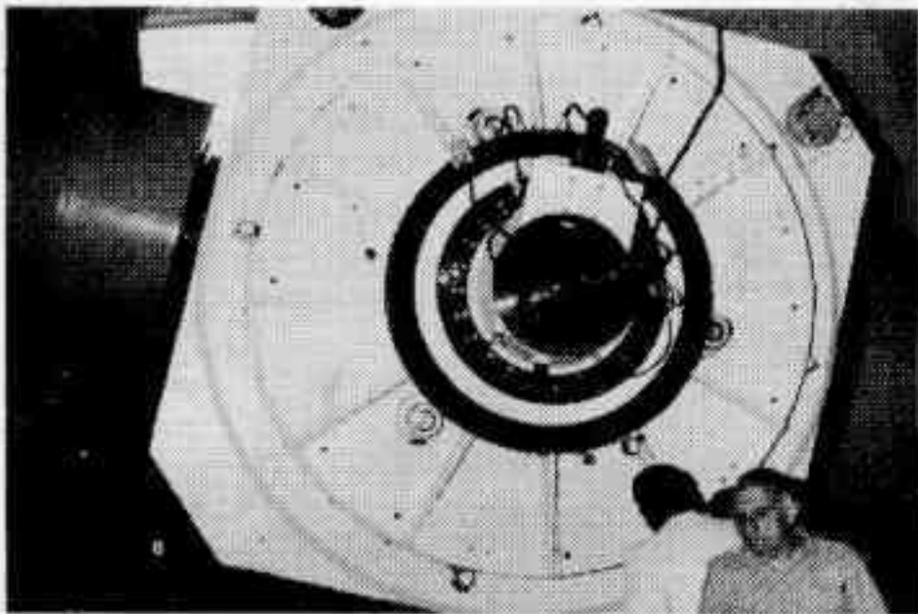


Orlando H. Levato como Director del CASLEO y el Dr. Jorge Sahade como Presidente de la Unión Astronómica Internacional, haciéndolo finalmente el Presidente de la Nación, Dr. Raúl Alfonsín, quien declaró inaugurado el complejo.



En otro lugar de esta revista se incluye el discurso del Dr. Sahade. Lamentablemente el del Dr. Levato no llegó a tiempo para el cierre de la edición.

Terminado el acto se abrieron las puertas del edificio a los visitantes, sumamente interesados en entrar, no sólo por conocerlo sino también para participar del abundante *lunch* que estaba preparado. Luego de reponer fuerzas con un psicolabis procedí a subir al nivel superior para conocer el "monstruo"; realmente, la visita valía la pena. Se trata de un magnífico instrumento, alojado en una gran cúpula que impresiona con su tamaño, provisto de un espejo principal de 2,15 m de diámetro; su óptica es del tipo Ritchey-Cretien y es gemelo del que desde hace un cuarto de siglo funciona en el Observatorio Nacional de Kitt Peak, Arizona (EE.UU.), aunque incluye ligeras modificaciones para mejorar su rendimiento. Posee un foco principal Cassegrain $f:8,5$ y un foco Coudé $f:29$ para ser utilizado con un espectrógrafo. Otros accesorios irán siendo adquiridos con el tiempo, a medida que se obtengan los fondos correspondientes. Dadas sus características, su uso principal está en el campo de la fotometría y espectroscopía estelar. Su espejo principal descansa sobre un colchón de aire para evitarle flexiones; la montura es del tipo ecuatorial a horquilla.



Durante los próximos meses los astrónomos que lo operen colaborarán con los responsables del ajuste del telescopio, anoticiándolos de las dificultades habidas con el fin de optimizarlo. Se espera que los primeros turnos de observación definitivos, luego de este periodo de ajuste, comiencen a principios de 1987. Como bien dijo el Dr. Levato en su discurso, ahora es el momento de que los astrónomos argentinos comiencen a sacarle provecho y lo demuestren con la publicación de trabajos originales basados en observaciones efectuadas con él.

4 • Enero-diciembre de 1986

La elección del sitio fue el resultado de varios años de búsqueda, si bien ya se conocían las bondades del cielo de San Juan, puesto que desde 1953 opera el Observatorio Félix Aguilar y desde 1965 la Estación Astronómica de Altura El Leoncito (ex Observatorio Austral Yale-Columbia), ubicada ésta última a escasos cinco kilómetros del nuevo observatorio.

Había llegado el momento de recapitular lo visto, pero en el viaje de vuelta no pude reflexionar mucho. Era mejor mirar por la ventanilla el paisaje sanjuanino, ya que el magnífico camino sigue el cañón del Río San Juan. Pero luego, ya de vuelta en la Asociación, el hallazgo en la caja fuerte de documentación correspondiente a los primeros trámites efectuados por el Dr. Sahade cuando en un principio el Observatorio de La Plata intentó la adquisición de lo que recién ahora se ha hecho realidad, me mostró una constante de nuestro país en los últimos tiempos, cuando del impulso de la ciencia se trata: 28 años tardó aquel sueño en concretarse.

Hoy por fin está en funciones, y el deber de todos es ayudar a mantenerlo en operación; que no le suceda lo que al de Córdoba, que también tuvo una historia azarosa y necesita actualmente reparaciones que no pueden iniciarse por falta de fondos. Es el momento de pensar si no podría crearse una fundación destinada al sostén de los observatorios nacionales; ello es normal en otros países y se ha llevado a cabo con éxito en el nuestro en otras disciplinas, como la medicina. Es indudable que los fondos públicos son insuficientes, y hay que tener en cuenta que por tratarse de instituciones oficiales todo lo en ellas invertido cuenta con total desgracia impositiva. ¿Será alguien capaz de recoger el guante?

Cristian Rusquellas

DISCURSO DEL PRESIDENTE DE LA UNION ASTRONOMICA INTERNACIONAL, DR. JORGE SAHADE, EN EL ACTO DE INAUGURACION OFICIAL DEL COMPLEJO ASTRONOMICO EL LEONCITO - 12-IX-986

Se me ha pedido que, como presidente de la Unión Astronómica Internacional, haga uso de la palabra en este acto -largamente esperado- en el que se inaugura oficialmente el Complejo Astronómico El Leoncito, y he aceptado con mucho placer. Pero ustedes me permitirán que también lo haga en mi carácter de astrónomo activo de mayor edad de nuestro país.

Como presidente de la Unión Astronómica Internacional, en nombre de la comunidad astronómica toda, cuyos saludos y mejores augurios tengo la satisfacción de transmitirles, no puedo menos que aplaudir y expresar mi complacencia por esta nueva ventana que se abre al universo para escudriñarlo y descubrir y explicar los fenómenos que lo caracterizan. En esta era espacial tan extraordinaria en que vivimos, la importancia de la observación desde tierra no sólo no ha disminuido, sino que sigue vigente tanto o más que antes, y, por consiguiente, toda nueva instalación, todo nuevo esfuerzo como el que nos congrega hoy aquí es entusiastamente bienvenido.

REVISTA ASTRONOMICA

La Unión Astronómica Internacional ha reconocido, en más de una oportunidad antes y después de Delhi -el nivel que la ciencia de Urania ha alcanzado en Argentina y en otros países de América Latina. Y reconforta, entonces, advertir que paralelamente a ese reconocimiento los países latinoamericanos brindan, en este caso, Argentina, mayores posibilidades a sus astrónomos para contribuir, con una participación más activa y utilizando mejores medios, al progreso en nuestro conocimiento y comprensión del Universo.



Aunque seguramente no es necesario ante un auditorio como el presente, yo quisiera destacar, de todos modos, que este acto trasciende la mera formalidad de la puesta "oficial" en funciones de un instrumento de trabajo para los astrónomos argentinos. Estamos, más bien, aquí para dar testimonio de nuestro beneplácito por el apoyo que presta Argentina para el desarrollo de una ciencia pura, con una tradición nacional que nace hace ciento quince años y un nivel que, como lo hemos mencionado, merece la consideración internacional. Recalquemos, asimismo, que se trata de una ciencia que, por un lado, además de poseer un enorme valor formativo, tiene una proyección humanística extraordinaria desde que sus conocimientos llegan a satisfacer una curiosidad innata en el individuo, curiosidad acuciada actualmente por los avances espectaculares que se logran mediante la utilización de la tecnología espacial. Por otro lado, se trata de una ciencia que genera progresos en otras ramas de la ciencia y en la tecnología e interactúa fuertemente con la Física, la Matemática, la Química... encontrándose en la etapa de convertirse, cada vez más, en un quehacer interdisciplinario.

Mencionemos, como ejemplos de las resultantes de la actividad astronómica, el desarrollo de los relojes de cuarzo y el de los relojes llamados atómicos, el desarrollo de placas fotográficas especiales, y de los materiales de muy bajo coeficiente de dilatación, el progreso en los trabajos de laboratorio para el conocimiento de los espectros de átomos, iones y moléculas... Y como un ejemplo más, mencionemos también que la astronomía ofrece el laboratorio para verificar la teoría de la relatividad...

En nombre de la Unión Astronómica Internacional formulo votos para que de ahora en más "El Leoncito" sea sinónimo de contribuciones importantes en el campo de nuestra ciencia.

REVISTA ASTRONÓMICA

Como astrónomo argentino, debo aplaudir la culminación de la primera etapa, de la etapa crucial de un proyecto que comenzáramos en La Plata hace veintiocho años y que pasara por distintas vicisitudes que alguna vez habría que historiar. En verdad, esta ceremonia debe marcar otro comienzo, el comienzo de una etapa continua de equipamiento periférico y de establecimiento de nuevas facilidades que permitan a los astrónomos del país desarrollar sus actividades de investigación sin retaceos. Deber ser el comienzo de una nueva era de apoyo a la Ciencia que aliente el esfuerzo, la inventiva y el desborde intelectual de nuestros científicos, de nuestros tecnólogos y aún del personal auxiliar, que siempre han sufrido la falta de continuidad en el apoyo, la imposibilidad de una planificación aún a medio plazo, el freno al impulso creador, la incomprensión y el desinterés por lo que el hombre argentino ambiciona y puede hacer.

El apoyo a la Ciencia Básica en la cual se fundamentan y de la cual se nutren la Ciencia Aplicada y la Tecnología es, sin lugar a dudas, la única inversión que reeditará en una Argentina moderna, eficiente y autónoma en sus decisiones. La presencia del señor Presidente de la Nación en esta ceremonia, que todos los astrónomos argentinos agradecemos con entusiasmo y celebramos con esperanzas, la entendemos como que significa que estamos iniciando una nueva época en el desarrollo científico del país. Porque así como no se entiende que pueda existir una industria competitiva sin modernización, sin investigación de avanzada ni fuerzas armadas ni de seguridad sin un equipamiento y organización que tengan en cuenta los progresos tecnológicos y la realidad circundante, tampoco se puede lograr un desarrollo científico acorde con el país que queremos, sin equipamiento adecuado, sin desarrollo tecnológico paralelo pensado en términos de futuro, sin bibliotecas completas, siempre actualizadas, sin contactos frecuentes con otros investigadores tanto del país como del exterior.



Dos palabras acerca del futuro, que, en una época de progreso vertiginoso como la nuestra, es como decir dentro de las próximas veinticuatro horas, no dentro de un siglo. Creo, como lo dije en ocasión de la inauguración de la Tercera Reunión Regional Latinoamericana de Astronomía de la Unión Astronómica Internacional, en noviembre de 1983, y como ya lo habíamos propuesto con los directores de los observatorios de Rio de Janeiro y de Santiago de Chile en 1968, que el futuro está

vinculado a una integración latinoamericana en ciencia y, en nuestro caso particular, en Astronomía. El costo de la instrumentación que se requiere hoy en día para estar a tono con el progreso tecnológico y poder realizar contribuciones competitivas y a la vez significativas en los campos de frontera del conocimiento, son de tal magnitud que resulta racional e ineludible compartir los gastos inherentes entre los países interesados.

Europa nos ofrece ejemplos magníficos de cooperación -con resultados por demás fructíferos- con sus dos organizaciones en los campos que nos competen, el Observatorio Europeo Austral y la Agencia Espacial Europea. Pienso que su gobierno, señor Presidente, y lo digo aquí porque sé que esta sugerencia engarza muy bien con sus visiones del futuro para las áreas política y económica en América Latina, podría tomar la iniciati-

va de patrocinar la designación de una comisión que actúe con diligencia y con pasión, que se encargue de establecer las bases y de dar los pasos iniciales para la integración latinoamericana en Astronomía, a través de un futuro Observatorio Latinoamericano emplazado en un lugar meteorológicamente adecuado.

Así, la inauguración de este complejo astronómico que, con gran alegría, advierto que constituye una muestra acabada de lo que pueden el tesón, el entusiasmo, el cariño, la capacidad de los hombres argentinos, tanto del campo científico y técnico como del campo empresarial, tendrá más que un sentido formal. Marcará un hito de proyecciones insospechadas, tanto en lo que se refiere al progreso científico argentino como a la consolidación de nuestro porvenir y el de América Latina en el campo de la astronomía. Nada más.



Una de las primeras fotos tomadas en El Leoncito en su período de pruebas. La imagen muestra el cúmulo globular Omega Centauri.

Reliquias de la creación

por Paul Davies

Traducido de Sky & Telescope de febrero de 1985, con autorización de Sky Publishing Corporation, la que retiene los derechos de autor.

La "Gran Explosión" -el evento que creó el universo hace unos 15.000 millones de años- ha sido recientemente revalorizada en uno de los adelantos más espectaculares jamás ocurridos en cosmología. El progreso está entendiendo las fuerzas fundamentales de la naturaleza a nivel subnuclear y ha permitido a los cosmólogos estudiar los propios principios de la existencia, cuando el universo tenía sólo una fracción de segundo de existencia.

Estas exploraciones teóricas (*S & T*, marzo 1983, pág. 207) apuntan a una excitante posibilidad. El Cosmos naciente podría haber dejado reliquias permanentes de su temprana y frenética actividad en la forma de objetos exóticos conocidos en clave como monopolos, cordeles y paredes del dominio. La posible existencia de esas entidades emerge de las "Grandes Teorías Unificadas" (G.U.T.) que buscan proporcionar una descripción común de tres de las cuatro fuerzas que gobiernan el universo.

A mediados del último siglo, James Clerk Maxwell demostró que la electricidad y el magnetismo son diferentes aspectos de la misma fuerza electromagnética. Más recientemente, Steven Weinberg y Abdus Salam sugirieron una profunda conexión entre el electromagnetismo y la llamada fuerza nuclear débil responsable de la radiactividad beta. Sus predicciones fueron ampliamente vindicadas en 1983 con el descubrimiento, en el Centro de Investigación Nuclear (CERN) de dos nuevas partículas subnucleares, llamadas *W* y *Z* (*S & T*, diciembre 1983, pág. 503).

Construyendo sobre este trabajo, los teóricos sugieren ahora una gran síntesis en la cual la fuerza "electrodébil" de Weinberg-Salam está unida con la fuerza nuclear fuerte responsable de la transformación de los quarks en neutrones y protones. Las dos fuerzas serían meramente diferentes aspectos de una única "gran fuerza unificada" o "superfuerza". Aunque la prueba experimental de la triple amalgamación permanece elusiva, los teóricos han estado ocupados explorando las consecuencias cosmológicas que podrían resultar si ello es cierto.

La simetría entre electricidad y magnetismo es muy familiar para nosotros; las corrientes eléctricas crean campos magnéticos y viceversa en motores, generadores y transformadores. Sin embargo, la conexión entre el electromagnetismo y las fuerzas nucleares no es tan obvia. La razón es que la unificación sólo se manifiesta a sí misma a grandes energías. El electromagnetismo y la interacción débil se tornan indistinguibles a energías por encima de los cien mil millones electrovoltios (10^{11}), y la superfuerza sólo revela su verdadera identidad por sobre unos tremendos 10^{24} eV.

La fuerza electrodébil puede ser estudiada en el laboratorio, aún si (como en caso del CERN) el laboratorio tiene varias millas de diámetro. Sin embargo, las energías requeridas para desenmascarar la superfuerza son tan inmensas que no se concibe que pudiéramos jamás investigarla directamente. Pero hay un dispositivo natural en donde estas condiciones existieron al principio: la "Gran Explosión".

Partiendo de una temperatura esencialmente infinita al tiempo cero, el universo se enfría rápidamente en el escenario de la "Gran Explosión". Mientras lo hace, la simetría inicial de fuerzas se quiebra (ver diagrama de la *figura 1*). A 10^{-43} segundos existen sólo la gravedad y la superfuerza; a 10^{-35} segundos la superfuerza se rompe en las interacciones entre la fuerza nuclear fuerte y la electrodébil, y a 10^{-10} segundos la última revela finalmente sus aspectos débil y electromagnético.

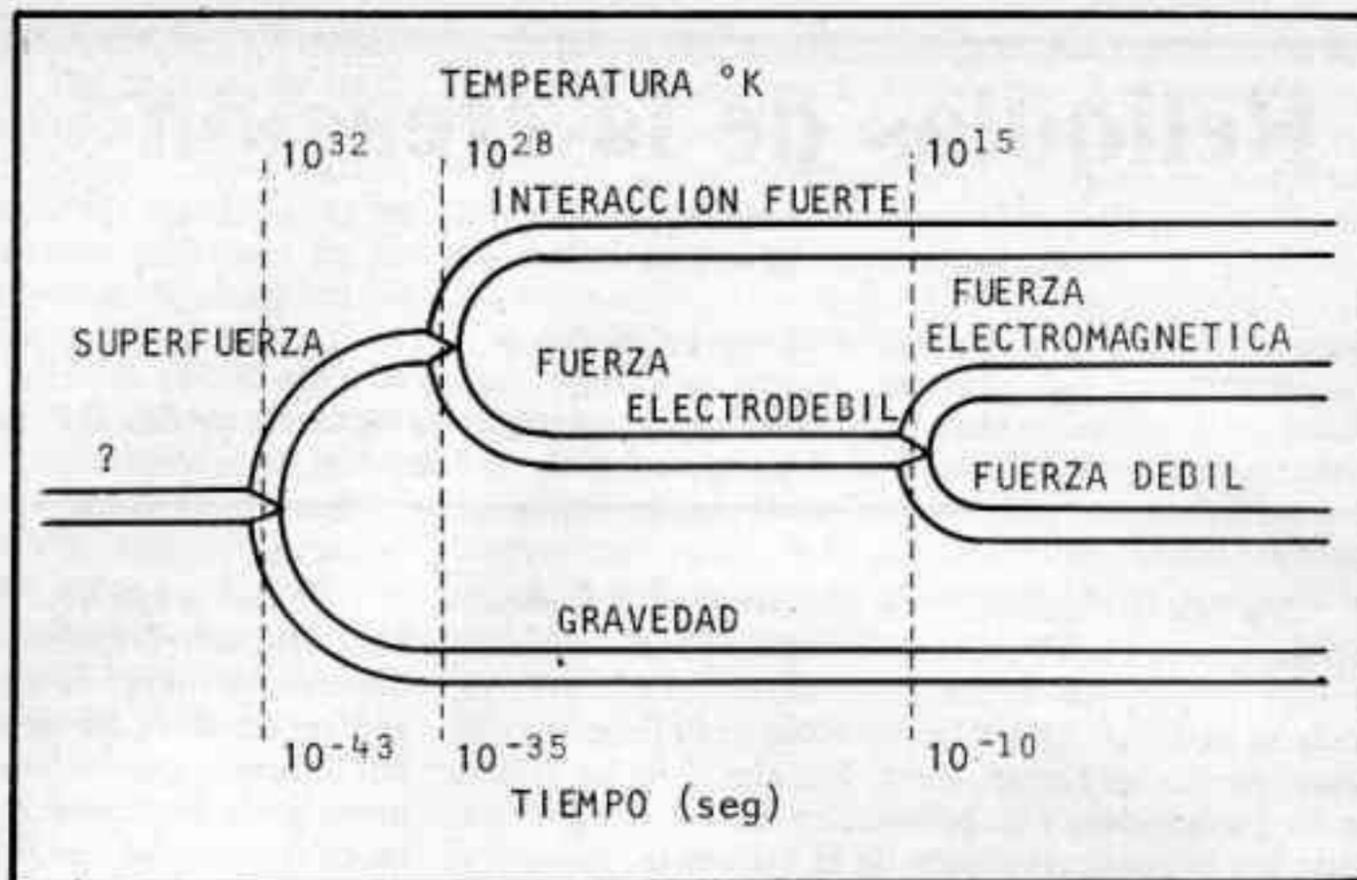
La empresa central que enfrentan los teóricos es determinar cómo una gran fuerza unificada afectaría la materia a las temperaturas ultraelevadas de la temprana Gran Explosión -y qué consecuencias podrían ser observables hoy. Como muchos detalles permanecen tentativos y conjeturales, la mayoría del GTU predicen que a medida que la temperatura cae a través de un umbral crítico de 10^{28} grados, se forman en el propio espacio estructuras que recuerdan los codos o dislocaciones encontrados en el material ordinario.

DEFECTOS DE CUANTOS

Imagínese un charco congelándose en el invierno. Al comienzo, la superficie es un líquido uniforme, mas luego comienzan a formarse parches aislados de hielo. Los cristales de hielo en diferentes regiones no tendrán necesariamente la misma orientación, por ello cuando los parches se confunden habrá quebraduras y discontinuidades. Quebraduras semejantes pueden ser incorporadas en la estructura del espaciotiempo, cuando la simetría entre las fuerzas electrodébil y fuerte se rompe.

A medida que el universo se enfría, esta fractura de simetría o "cristalización" se produce en sacos aislados de espacio, que crece subsecuentemente. Sin embargo, el universo se está expandiendo demasiado rápido para que haya uniformidad en el campo de cuantos que describen las varias fuerzas para establecerse entre los diversos sacos. Como resultado se produce una cierta cantidad de discordancia en los lugares donde regiones aisladas se juntan y unen. Por supuesto, las discrepancias pueden ser tan grandes que pequeñas burbujas de espacio controlado por la superfuerza quedan atrapadas dentro de regiones más normales (ver Fig. 3). Estos defectos de cuantos pueden ser cero, mono o bidimen-

Fig. 1: Las cuatro fuerzas que hoy rigen el Universo no existieron siempre en su forma actual. Originalmente hubo una sola fuerza fundamental, pero a medida que el Universo se fue enfriando, atravesó tres temperaturas críticas donde la simetría inicial se destruyó, apareciendo nuestras familiares gravedad, interacciones nucleares fuerte y débil y la electromagnética.



sionales: esencialmente puntos, líneas o planos.

Las grietas o fallas bidimensionales son llamadas "paredes del dominio", porque separan distintas regiones de espacio en donde la gran fuerza unificada "congela" en sus distintos constituyentes -las interacciones fuerte y electrodébil- de manera uniforme. Cada dominio tiene su propio arreglo ordenado de fuerzas, y el conjunto completo es bastante análogo a la colección de dominios en un imán permanente. En la intersección entre dos dominios hay un abrupto salto o codo en la organización regimentada de las fuerzas (ver Fig. 1).

Estas grietas o fallas en el espaciotiempo son objetos reales con masas muy sustanciales y otras propiedades físicas. Aunque las paredes del dominio podrían tener interacciones notables con la materia en su entorno, sus efectos gravitatorios son de máximo interés para los cosmólogos. Los cálculos efectuados utilizando la G.T.U. sugieren que una típica pared podría tener en todo lugar una densidad en el rango de 10^8 a 10^{46} g/cm².

Esta densidad es tan colosal que efectivamente excluye la existencia de tal pared en cualquier parte del universo visible hoy en día. La gravedad de hasta la más leve pared dominaría la de todas las galaxias e introduciría un efecto groseramente distorsionante en, por ejemplo, la uniformidad de la radiación cósmica de fondo. Esta realización no significa que las paredes del dominio sean ficción; sólo que tendrían que hallarse bien más allá del radio de varios miles de millones de años luz que constituye la frontera del Cosmos accesible, o hasta podrían haber desaparecido (por colapso, por ejemplo) en una etapa muy temprana, antes que fuera establecida la presente estructura del universo.

CORDELES COSMICOS

Del mayor interés son las fisuras o fallas unidimensionales, designadas "cordeles". Estas pueden ser descritas como la columna central en la caja de una escalera en espiral, en la que el rol de los escalones en espiral está representado por el campo de cuantos que determina cómo las fuerzas se relacionan unas con otras en la gran trinidad. Los cordeles tienen una densidad de 10^{19} g/cm² y el universo podría contener gran número de los

mismos. Aquí surgen dos preguntas. Primero, ¿cómo la trama casual de los cordeles creada en la fase inicial de la Gran Explosión actuó subsiguientemente? Segundo, ¿producen los cordeles efectos astronómicos observables?

La actividad de un cordel depende tanto de sus vecinos como de la expansión del universo. Inicialmente, los cordeles serían arrastrados en la expansión a cerca de la velocidad de la luz y poseerían una variedad de formas y movimientos complejos. Sin embargo, la expansión universal enderezaría sus flexiones y retardaría cualquier vibración. Mientras se arrastraran de un lado a otro, muchos cordeles intersecarían otros o a sí mismos, proveyendo una oportunidad para la formación de rulos cerrados.

Grandes bucles se expandirían en tamaño junto con el resto del universo y en el proceso se tornarían más suaves de formas. Los bucles más pequeños tenderían a vibrar y de este modo se tornarían fuentes prolíficas de radiación gravitatoria. El efecto de ello sería nuevamente ahogar las oscilaciones de los bucles. Por último un pequeño rulo colapsaría completamente.

La masa de un cordel se debe solamente a la energía recogida en su tensión. Es decir, si usted tensa una, su masa crece. Además, su campo gravitatorio es muy desusado. Si un cordel estacionario infinito se halla justo al lado de Ud., no notará nada; no ejerce atracción gravitatoria. En cambio, a diferencia de la materia normal que genera un "hoyo gravitatorio" en el edificio del espaciotiempo, un cordel causa una distorsión cónica (con el cordel en el vértice). En otras palabras; un cordel parece quitar localmente una sección en forma de cuña del espacio y juntar los bordes expuestos (ver el diagrama de la cabecera de la próxima página). La notable consecuencia de este efecto es que un círculo en derredor de un cordel contiene menos de 360°. Suponiendo propiedades razonables para un cordel, el defecto angular podría ascender a tanto como 10 segundos de arco.

Este alabeo particular del espacio tiene un efecto fantástico sobre la propagación de la luz. Los rayos que pasan detrás de un cordel en movimiento son deflectados, produciendo una doble imagen de su fuente -lo que explica posiblemente algunas de las lentes gravitatorias

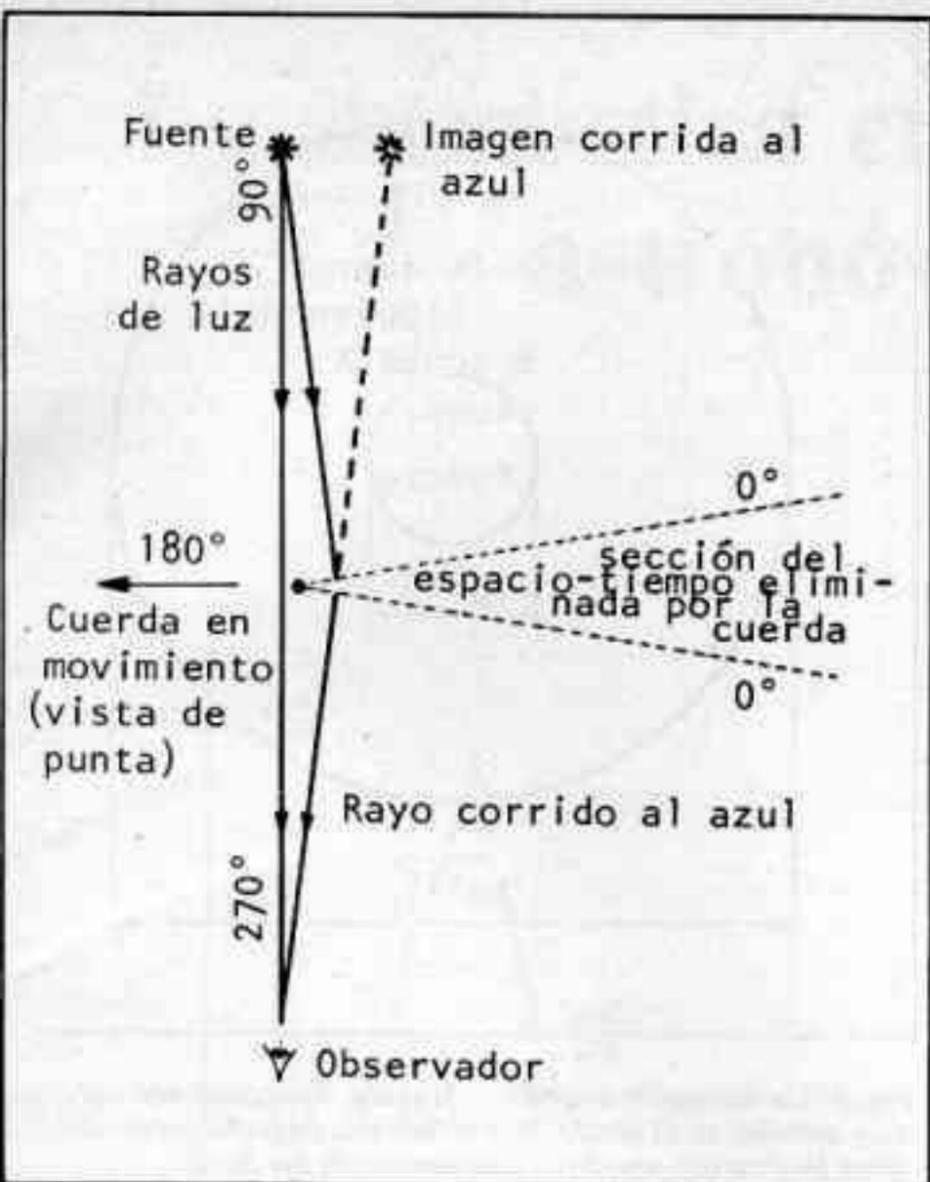


Fig. 2: Un cordel cósmico ubicado entre el observador y un objeto distante actuaría como una lente gravitatoria. Un cordel moviéndose transversalmente elimina en su vecindad una pequeña cuña de la estructura del espaciotiempo; luego, un pequeño círculo trazado alrededor del cordel tiene menos de 360° . El defecto angular depende de la tensión del cordel y puede ser de algunos segundos de arco. Un rayo de luz que atraviese la región distorsionada del espaciotiempo se desvía al azul para el observador.

descubiertas por los astrónomos (S & T, noviembre 1983, pág. 390). Además, los rayos que emergen de la cuña espacial son desviados hacia el azul. Este efecto puede tener una influencia perceptible sobre la radiación cósmica de fondo.

Yakov Zel'dovich y Alexander Vilenkin sugieren que los cordeles podrían haber actuado como las semillas de las galaxias. El misterio envuelve aún el origen de las irregularidades que tendrían que haber estado presentes al comienzo para que pudieran formarse las galaxias por agregación del material circundante. La densidad de masa de los cordeles podría directamente jugar este rol de iniciación. Contrariamente a la intuición, los cordeles no llevarían a las guirnaldas en el cielo filamentosas, que es la estructura que se ve hoy en día en la distribución de las galaxias.

MONOPOLOS MAGNETICOS

La tercera clase de objetos exóticos predichos por la GTU son puntuales, y se ha encontrado que corresponden a los largamente teorizados monopolos magnéticos. Estos son minúsculas partículas que actúan como polos norte y sur magnéticamente aislados. De nuevo constituyen defectos en las fuerzas que constituyen la gran trinidad.

La existencia de monopolos magnéticos fue puesta por primera vez sobre un sólido cimiento teórico por Paul Dirac en 1931. Fue capaz de predecir con precisión

la cantidad de "carga" magnética que deben llevar -si es que existen. Pero no fue hasta los años 70 que Alexander Polyakov y Gerhard't Hooft utilizaron una gran teoría unificada para demostrar que esas entidades son realmente *requeridas* en el terreno de la física.

Los cálculos muestran que los monopolos granunificados son muy masivos de acuerdo a los patrones de la física de partículas -cerca de 10^{16} veces más pesados que un protón, o sea, ¡cerca del peso de una bacteria! Tampoco son ellos partículas puntuales verdaderas, como los electrones y los quarks; en cambio, tienen una estructura en capas, como de cebolla. Atrapado dentro de una región de 10^{-25} cm de diámetro hay un núcleo en el cual aún prevalece la gran unificación, o sea, las tres fuerzas no gravitatorias tienen propiedades idénticas. Rodeando esto hay capas de partículas exóticas tales como los hipotéticos bosones X y las recientemente descubiertas partículas Z y W (ver Fig. 3).

Sin embargo, desde el punto de vista astronómico, los efectos magnéticos y gravitatorios de los monopolos son del mayor interés. Es concebible, por ejemplo, que el campo magnético de la galaxia se deba a una acumulación de estos polos cerca de su centro. Más dramáticamente, la enorme masa de monopolos podría tener un efecto principal sobre la estructura del universo. Podrían ser, por ejemplo, la "masa perdida" que los cosmólogos han buscado por largo tiempo (S & T, noviembre 1984, pág. 396).

Para determinar el efecto gravitatorio de los monopolos producido en la Gran Explosión, necesitamos calcular su abundancia. Cuando esto fue hecho por primera vez para un modelo simple del universo temprano, por John Preskill en 1979, llevó a un resultado fantástico. Resultó que la Gran Explosión habría arrojado tantos monopolos como átomos. Como los monopolos son muy pesados, tendrían que sobrepasar enormemente cualquier cosa en el universo.

Los cosmólogos habían ya verificado que los monopolos no podrían sobrepasar de mucho en peso a las galaxias, o el universo habría colapsado hace ya mucho tiempo bajo su propio peso. Además, búsquedas directas han fracasado repetidamente en revelar cualesquiera monopolos en el material ordinario, tal como las rocas. Por los demás, Eugene Parker mostró que demasiados monopolos descargarían el campo magnético galáctico. Toda esta evidencia negativa permite estrictas limitaciones en los referente al máximo número de densidad de monopolos que concebiblemente podrían permanecer indetectados. Estos límites sugieren que, a lo mejor, puede existir 100 veces más masa en los monopolos que en todo el resto de la materia combinada, pero está claro que el estudio de Preskill ha puesto al descubierto un importante conflicto entre la teoría y la observación.

EL PROBLEMA DE LOS MONOPOLOS

Los intentos para resolver el problema de demasiados monopolos han seguido dos estrategias. La primera es buscar una manera de barrer el universo limpio de la mayoría de los monopolos poco después que se formen. Hay un mecanismo natural para hacer esto en el proceso de aniquilamiento de pares monopolo-antipolo.

Una de las simetrías fundamentales de la naturaleza es que para cada tipo de partícula existe una correspo-

diente antipartícula. Cuando una partícula encuentra su antipartícula, ambas son aniquiladas en un pulso de energía. En la Gran Explosión deben haberse creado tantos antimonopolos cuantos monopolos, por ello los subsiguientes encuentros monopolo-antimonopolo deben haber sido bastante comunes en el primitivo universo densamente comprimido. Las estimas de la tasa actual de aniquilamiento de pares dependen sensiblemente de la Gran Teoría Unificada en particular que se esté usando. Sin embargo, en términos generales, la tasa es demasiado lenta para explicar la presente exigüedad de monopolos en el universo.

Más fructífera es la segunda aproximación, que busca hallar una forma de reducir drásticamente la abundancia inicial de monopolos. La idea más atractiva es el escenario de un universo inflacionario. Sucede algo como esto. En el comienzo no hubo una Gran Explosión; sólo una pequeña explosión con una gran cantidad de monopolos. Improvisamente la expansión cósmica comenzó a tomar velocidad, tornándose más y más rápida, hasta que se transformó en la familiar Gran Explosión. A medida que la pequeña explosión se inflaba, el volumen del universo se agrandaba por un factor extraordinario, unos 10^{90} . La región del espacio ocupada por nuestro presente universo observable, por ejemplo, creció desde un milmillonésimo del tamaño de un protón hasta varios centímetros en apenas 10^{-32} segundos. Tan grande era la distensión del espacio que la densidad de monopolos se redujo esencialmente a cero, explicando porqué no los vemos hoy en día.

El poder que dirigió el estallido inflacionario que generó la Gran Explosión provino de una suerte de efecto de antigravedad transitoria que es él mismo una consecuencia de la GTU. La idea fue propuesta originalmente por Alan Guth como medio de resolver el problema de los monopolos. Ya se encontró que el escenario inflacionario ha resuelto muchos otros misterios cosmológicos de larga duración y ha llevado a un mayor repensamiento de las ideas tradicionales en cosmogénesis.

Si la inflación es correcta, puede bien suceder que los monopolos se hallen ahora distribuidos con tal dispersión que tienen significado astronómico despreciable. Por otra parte, supóngase que un monopolo fuera realmente descubierto. Tal hallazgo podría ser tomado como prueba en contra respecto de la inflación. Alternativamente, podría sugerirse una GTU en la que una moderada cantidad de monopolos se habría formado en una segunda fase, luego de cesar la inflación.

Explorar grandes cantidades de rocas con imanes, la primera técnica que se empleó, es un modo bien grosero de buscar el viejo monopolo. Un medio más efectivo es construir un detector para registrar el fugaz pasaje de un monopolo cósmico que fuera barrido por la Tierra durante su viaje a través del espacio. Los detectores de este tipo emplean un anillo de material superconductor. Una corriente fluyendo alrededor de tal anillo tiene la curiosa propiedad de ser cuantizada en unidades discretas. Bajo circunstancias ideales, la cantidad de corriente en el rulo permanecerá absolutamente fija. Si entonces llegara a pasar un monopolo a través del rulo, la corriente saltaría abruptamente a otro de los valores permitidos.

Un salto semejante es exactamente lo que ocurrió la noche del 14 de febrero de 1982 en un laboratorio de la

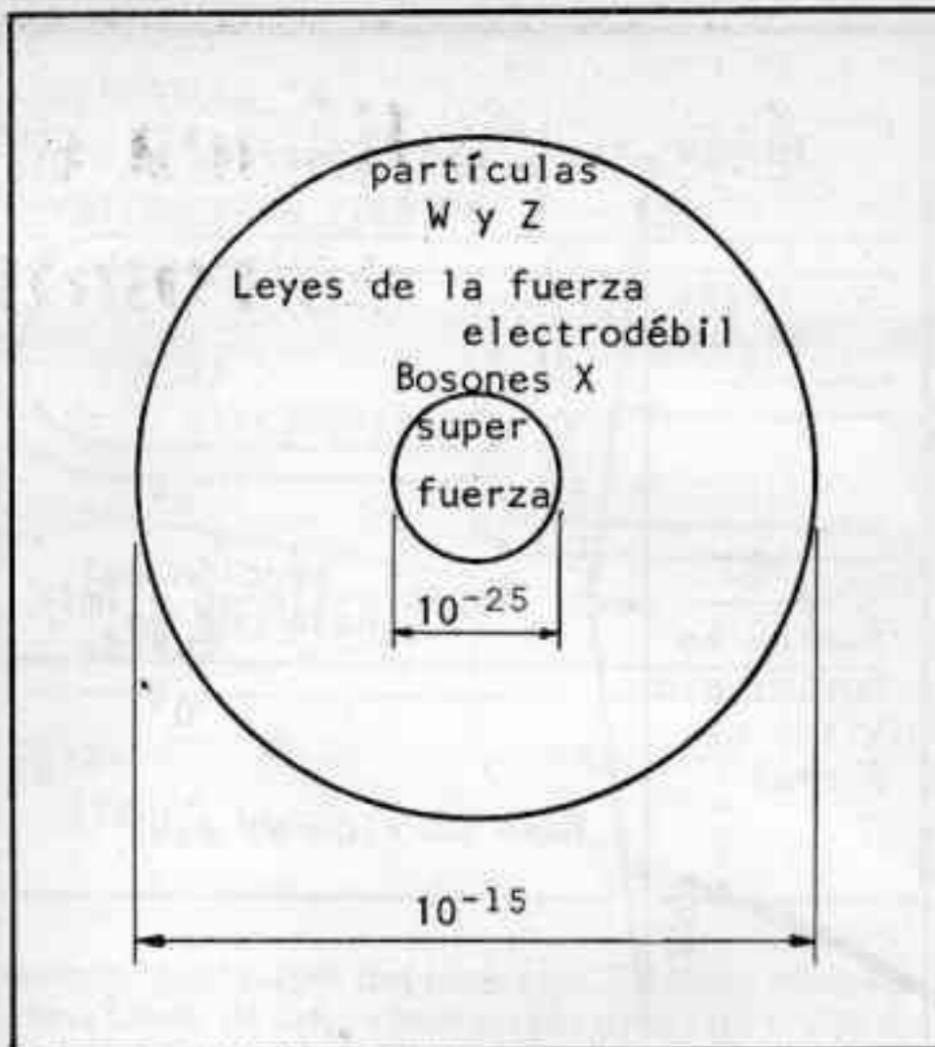


Fig. 3: Un monopolo magnético. Si existe, debe tener una estructura muy extraña; en su centro debe incluir una pequeña región donde la Gran Unificación rige desde los tiempos del Big Bang.

Universidad de Stanford. El físico Blas Cabrera informó del evento como de la primera identificación definitiva de un monopolo magnético. Por algún tiempo las comunidades física y cosmológica estuvieron engrdeadas. Parecía que la más antigua reliquia de la creación había sido por fin hallada. Lamentablemente, ulteriores experimentos fracasaron en revelar otros monopolos desde el espacio, y los investigadores comenzaron a sospechar que el evento del Día de San Valentín había sido espúreo.

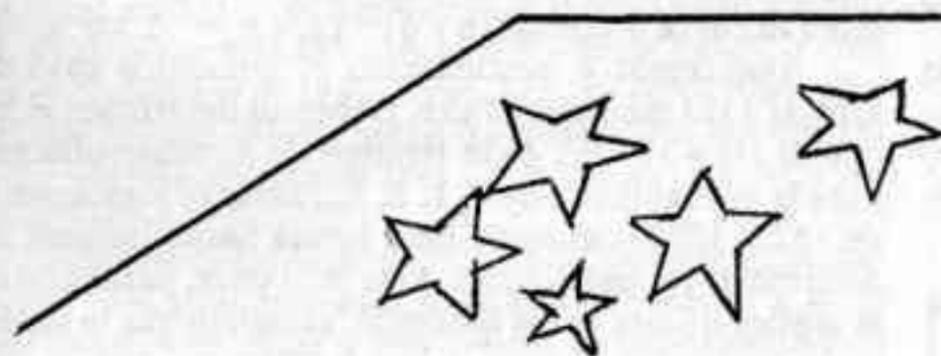
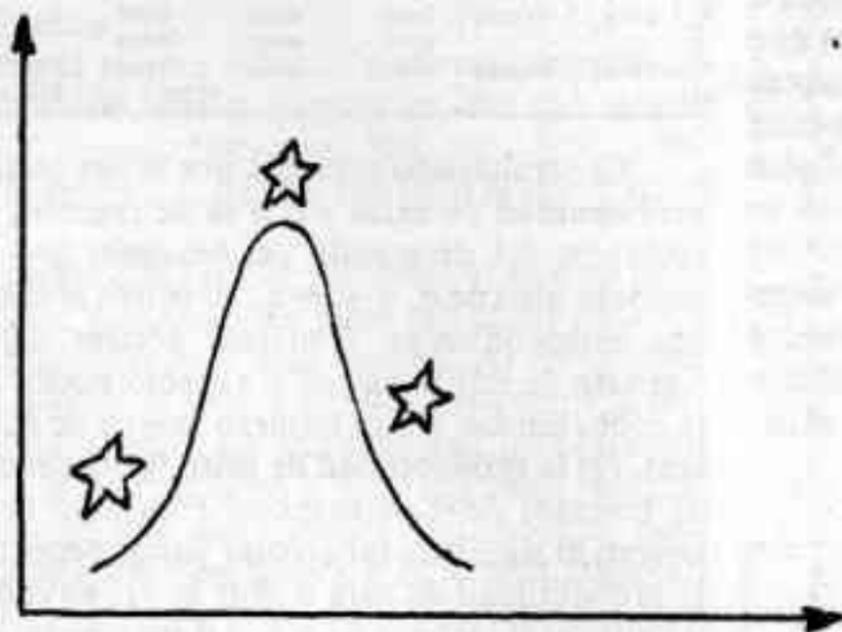
Mientras tanto, experimentos efectuados en grandes cavernas subterráneas, diseñados para comprobar la GTU buscando la declinación de protones, comenzaron a doblarse como detectores de monopolos, porque el decaimiento de protones puede ser también catalizado por el encuentro de un protón con un monopolo. De nuevo aquí, la evidencia acumulada es negativa. Pocos físicos o astrónomos podrían ahora aventurar mucho sobre nuestra chance de detectar alguna vez un monopolo directamente. Esto podría ser buena noticia para los entusiastas de la inflación, pero significa que podríamos ser privados de la oportunidad de oro para probar la GTU por experimento directo.

La presente situación respecto de las paredes del dominio, los cordeles y los monopolos es por lo tanto un bienmezclado para los astrónomos. Estas nuevas estructuras exóticas, todas predichas por la GTU, podrían ayudar a resolver algunos importantes problemas cosmológicos. Por otro lado, sus masas son tan grandes que amenazan hacer naufragar los aspectos exitosos de nuestra teoría cosmológica hasta que su abundancia pueda ser drásticamente restringida.

Paradójicamente, podría bien ser que, al final, pudiéramos aprender más acerca del universo descubriendo maneras de desembarazarse de paredes, cordeles y monopolos que lo que aprenderíamos encontrándolos.

La estadística en las mediciones astronómicas II

por Juan Manuel Hernández



En la primera parte de este artículo intentamos el acercamiento a una cantidad de herramientas matemáticas cuya utilización nos permitirá el manejo de cualquier serie de datos y consecuentemente obtener conclusiones. Fue así que hablamos de variables aleatorias, error, exactitud, precisión, dispersión, distribución normal y probabilidad.

Algunos de estos temas, bien por naturaleza, bien por su importancia relativa, quedaron agotados. La intención de esta segunda parte es profundizar en aquellos en los que sólo "arañamos su superficie", por así decirlo, y añadir otros que seguramente serán de utilidad.

PROBABILIDAD Y CURVA BINOMIAL

Definiremos lo que entendemos como probabilidad de un resultado favorable al cociente entre el número de resultados favorables observados (a) y el número de operaciones aisladas (b). Obviamente, cuando la probabilidad de un suceso es a/b , éste podrá producirse en ca-

da serie aislada con mayor o menor frecuencia que a ; solamente *en promedio* ocurrirá a veces. Cuando el cociente a/b es igual a 1 tendremos la *certeza*.

Aclaremos con un ejemplo, considerando una moneda arrojada al aire y dejada caer libremente. Podemos decir con *certeza* que la moneda caerá. No tendremos en cambio idea si lo hará mostrando cara o cruz. Instintivamente podemos decir que, si la moneda no está "cargada", ambas probabilidades serán iguales. De hecho, esta es la única manera de determinar si una moneda o dado están o no cargados.

Consideremos ahora qué sucederá si arrojamos dos monedas *al mismo tiempo*. Tendremos tres sucesos posibles: que ambas salgan cara, cruz o una cara y otra cruz. Analicemos el primer suceso en el que ambas monedas salen cara. Para que esto ocurra, la primera moneda debe salir cara y sabemos que lo hace sólo la mitad de las veces. A su vez, la otra moneda debe salir cara y ella también lo hará la mitad de las veces, por lo que am-

dos sucesos *simultáneos* sólo ocurrirán la mitad de la mitad de las veces. En otras palabras, la probabilidad será $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$. Generalizando, podemos decir que si conocemos la probabilidad de dos sucesos independientes, la probabilidad de que ocurran *simultáneamente* es igual al *producto de dichas probabilidades individuales*. Esto es lo que se denomina *probabilidad condicional*, y es aquella que depende de dos o más probabilidades interrelacionadas. Por un razonamiento similar tendremos que la probabilidad de que ambas monedas salgan cruz es $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$.

Al considerar el tercer acontecimiento, en el cual una moneda sale cara y otra cruz, vemos que la situación es diferente. Esto se debe a que es lo mismo considerar que la moneda *a* salga cara y la *b* cruz a que la *a* salga cruz y la *b* cara. Para el primer caso tenemos que la probabilidad es $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$; pero el segundo caso es igualmente probable. Debido a que el suceso cara-cruz puede ocurrir de dos maneras, la probabilidad total será la suma de estas dos probabilidades, es decir, $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$.

Por lo tanto, si dos monedas se arrojan cien veces debe esperarse que 25 veces ambas salgan cara, 50 veces cara y cruz y 25 veces las dos cruz. Esto obviamente *ocurrirá en promedio*. Podemos resumir esto en el siguiente diagrama:

SUCESO	RESULTADO		PROBABILIDAD
	MONEDA 1	MONEDA 2	
2 caras 0 cruces	cara	cara	$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = (\frac{1}{2})^2 = \frac{1}{4}$
1 cara 1 cruz	cara	cruz	$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$
	cruz	cara	
0 cara 2 cruces	cruz	cruz	$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = (\frac{1}{2})^2 = \frac{1}{4}$

Si representamos por *a* la probabilidad del suceso cara y por *b* la del suceso cruz, la probabilidad de obtener 2, 1 o 0 caras será respectivamente a^2 , $2ab$ y b^2 . Podemos reconocer aquí fácilmente los términos del desarrollo de $(a + b)^2$.

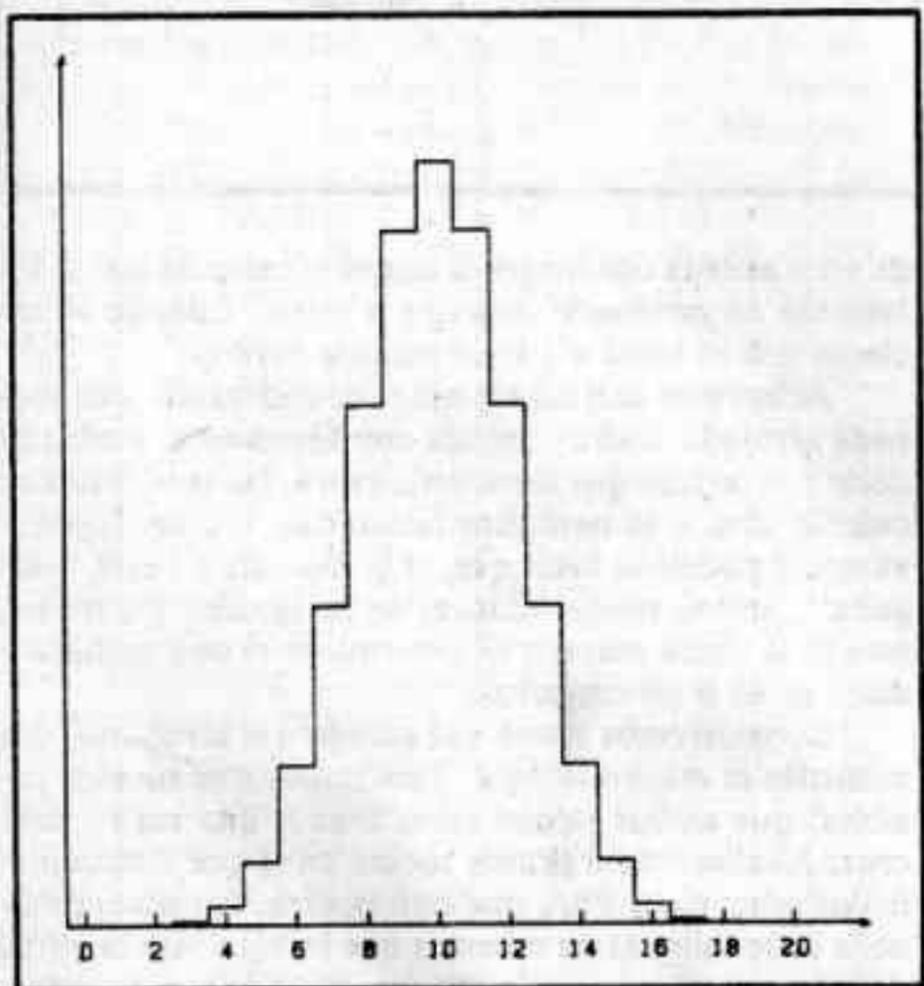


Fig. 1

Consideremos lo que ocurriera si arrojamos tres monedas simultáneamente pero aplicando el concepto anterior. Existen en este caso cuatro posibilidades, a saber: 3 caras-0 cruces, 2 caras-1 cruz, 1 cara-2 cruces y 0 caras-3 cruces. En este caso la probabilidad de todas las posibilidades dará 1 y se corresponde con la expresión $(a + b)^3$. Los términos del desarrollo de este cubo son a^3 , $3a^2b$, $3ab^2$ y b^3 . Cada uno de ellos es la probabilidad de cada posibilidad individual, es decir:

SUCESO	RESULTADO			PROBABILIDAD
	MONEDA 1	MONEDA 2	MONEDA 3	
3 caras 0 cruces	cara	cara	cara	$(\frac{1}{2})^3 = \frac{1}{8}$
	cara	cara	cruz	
	cara	cruz	cara	
2 caras 1 cruz	cara	cruz	cara	$3 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$
	cruz	cara	cara	
	cara	cruz	cruz	
1 cara 2 cruces	cruz	cara	cruz	$3 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$
	cruz	cruz	cara	
	cruz	cruz	cruz	
0 caras 3 cruces	cruz	cruz	cruz	$(\frac{1}{2})^3 = \frac{1}{8}$
TOTAL				$\frac{8}{8} = 1$

Generalizando diremos que si denominamos *p* a la probabilidad de éxito y *q* a la de fracaso, los términos sucesivos del desarrollo del binomio $(p + q)^n$ darán la probabilidad de *n*, *n*-1, *n*-2... 0 éxitos al efectuar *n* ensayos independientes. Conviene aclarar algunos puntos respecto de este desarrollo: (1) sólo puede determinarse la probabilidad de un número entero de éxitos (o fracasos), (2) la probabilidad de éxito (y consecuentemente la de fracaso) debe permanecer constante al pasar de un ensayo al siguiente (al arrojar varias veces una moneda, la probabilidad de cara o cruz es $\frac{1}{2}$, en cada uno de los intentos), (3) el valor de *p* y/o *q* no necesariamente debe valer $\frac{1}{2}$ (por ejemplo, la probabilidad de sacar un as al tirar los dados es $\frac{1}{6}$) aunque para nuestros propósitos éste será su valor. A título ilustrativo la figura 1 representa la curva binomial $(p + q)^{20}$ para $p = \frac{1}{2}$ y $q = \frac{1}{2}$.

Analícemos a continuación el hipotético caso de arrojar 1523 monedas al aire. Debemos desarrollar el binomio $(\frac{1}{2} + \frac{1}{2})^{1523}$; cada término de su desarrollo nos dará la probabilidad de 0, 1, 2, 3... caras (y lógicamente de 1523, 1522... cruces). Una forma harto fatigosa de determinar probabilidades. Más fácil sería, partiendo de la gráfica de esta curva binomial, sabiendo que la super-

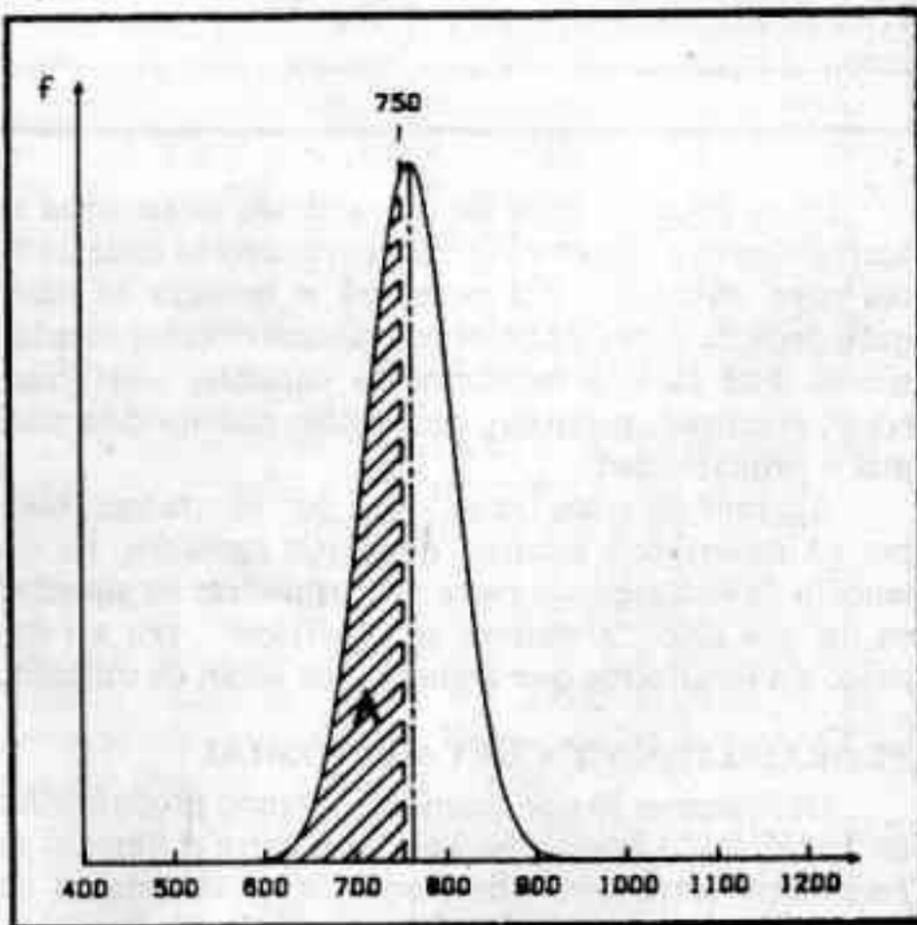


Fig. 2

ficie bajo la misma vale 1 (recordemos que esta curva abarca todas las probabilidades desde cero hasta 1523 caras y que la suma de todas ellas dará inevitablemente 1), obtener la comprendida entre dicha curva y las verticales a los sucesos cuya probabilidad de aparición deseamos obtener. En teoría, para obtener la curva deberíamos desarrollar de todas maneras el binomio, pero ya veremos que la molestia puede evitarse. En la figura 2 vemos por ejemplo que la probabilidad de 750 caras o menos es igual a la superficie sombreada A. Digo 750 caras o menos porque dicha superficie abarca la suma de las probabilidades desde cero hasta 750 caras. Como veremos en la curva, la mayor probabilidad corresponde a los sucesos 761-762, que coinciden con la mitad de las monedas arrojadas.

Utilizando el mismo método podemos determinar la probabilidad asociada a sucesos en los que salgan entre 300 y 670 caras o bien unas 500, etc.. Sólo debemos obtener la superficie delimitada bajo la curva entre dichos límites.

Considerando que arrojar monedas al aire no debe ser una actividad que apasione a los astrófilos pasará a considerar situaciones más interesantes. Al determinar el valor de la magnitud de una estrella tendremos la certeza de que obtendremos un valor, lo que no sabremos es si este valor diferirá mucho o poco del valor real (recordemos que éste nos será siempre desconocido, aunque podemos intentar acercarnos a él lo más posible). Consideremos, como simple algoritmo pedagógico, que al tomar el valor de una variable cometemos dos errores: uno por exceso y otro por defecto. La analogía con el caso de las monedas se hace evidente. La mayoría de las veces ambos errores tomarán el mismo valor absoluto, anulándose mutuamente ya que *ambos tienen la misma probabilidad de producirse*. Pero en otros casos uno de ellos tomará valores más altos que el otro, llevando el valor medido a ubicarse más a derecha o izquierda del valor medio.

Pero así como la probabilidad de que seis monedas salgan cara simultáneamente es bastante menor a la de que salgan tres caras y tres cruces, la probabilidad de que uno cualquiera de los dos errores sea muy grande y

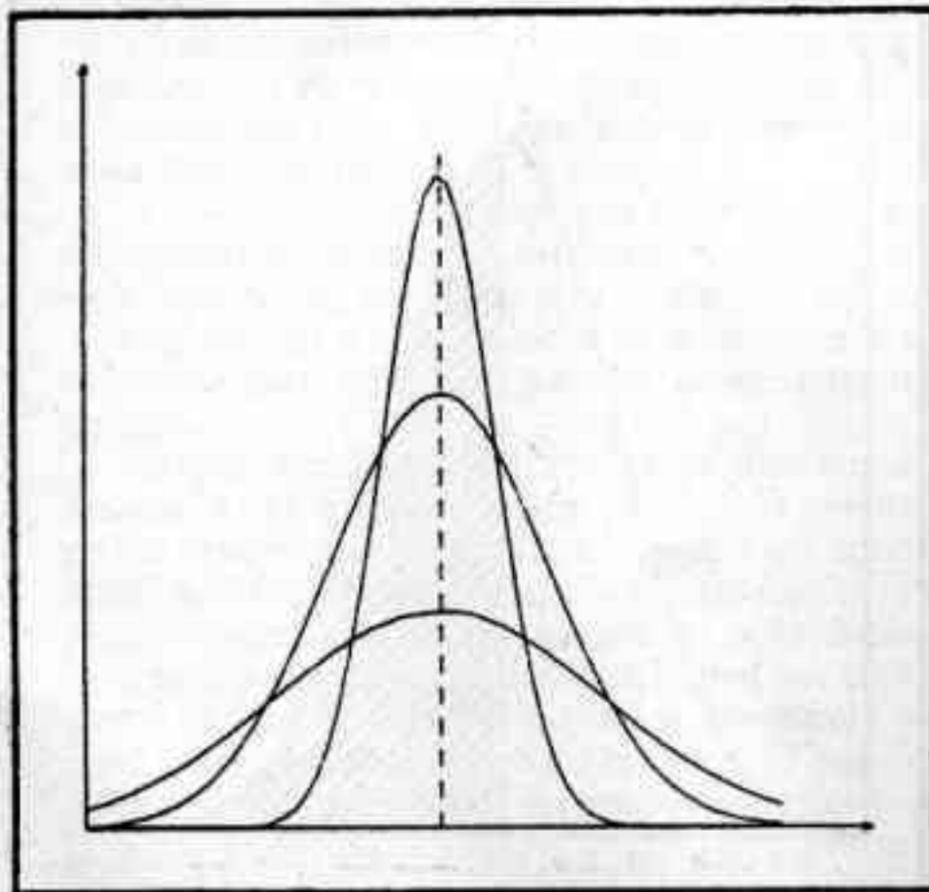


Fig. 3

el otro muy pequeño en la misma medición será mucho menor a la probabilidad de que ambos errores tengan valores cercanos. Por lo tanto, en una serie de mediciones las grandes diferencias de un valor individual con respecto a la media serán mucho menos frecuentes que los pequeños. Conviene aclarar que no todas las distribuciones binomiales son normales; sólo aquellas en las que la probabilidad de éxitos y fracasos son iguales ($p = \frac{1}{2}; q = \frac{1}{2}$) pueden ser así consideradas.

LEY NORMAL FUNDAMENTAL

Las variables aleatorias que se distribuyen según leyes normales no necesariamente lo deben hacer en forma idéntica (así como al arrojar una piedra ésta caerá describiendo parábolas, muy difícilmente coincidirán en su forma). Aquellas distribuciones que cumplan con todas las características enunciadas en el artículo anterior lo harán según una ley normal aunque la forma de sus curvas pueden ser muy diferentes [véase la figura 3]. Pero existe una curva en particular que representa una distribución que llamaremos fundamental, cuya característica es la de tener una media igual a cero y una desviación *standard* igual a uno.

La expresión matemática de las curvas normales es:

$$y = \frac{n}{Sx\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2Sx^2}}$$

donde:

n : número de mediciones de la variable,

TABLA 2: AREAS DE LA CURVA NORMAL TIPIFICADA DE MEDIA CERO Y DESVIACION STANDARD

$$F2(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

X/Sx	ϕ	X/Sx	ϕ
0,00	0,0000	2,00	0,4772
0,10	0,0398	2,10	0,4821
0,20	0,0793	2,20	0,4861
0,30	0,1179	2,30	0,4893
0,40	0,1554	2,40	0,4918
0,50	0,1915	2,50	0,4938
0,60	0,2257	2,60	0,4953
0,70	0,2580	2,70	0,4965
0,80	0,2881	2,80	0,4974
0,90	0,3159	2,90	0,4981
1,00	0,3413	3,00	0,4987
1,10	0,3643	3,10	0,4990
1,20	0,3849	3,20	0,4993
1,30	0,4032	3,30	0,4995
1,40	0,4192	3,40	0,4997
1,50	0,4332	3,50	0,4998
1,60	0,4452	3,60	0,49985
1,70	0,4554	3,70	0,4999
1,80	0,4641	3,80	0,49993
1,90	0,4713	3,90	0,49995

x/S_x : desviaciones relativas

ϕ : fracción de área desde la mitad de la curva hasta la desviación relativa.

\bar{x} : valor medio de la variable,
 x : un valor individual de la variable,
 S_x : desviación *standard* de la muestra,
 π : razón entre la longitud de la circunferencia y su diámetro,
 e : base de los logaritmos naturales.

Debido a que la integración de esta expresión imprescindible para determinar las superficies eventualmente necesarias escapa a la capacidad matemática media, es que existen tablas para la curva normal fundamental, cuya superficie ha sido previamente calculada. Sus valores se indican en la tabla 2 y veremos ahora su utilización. Retomemos el ejemplo dado en la primera parte de este artículo (REVISTA ASTRONÓMICA N° 235, pág. 2) en donde buscábamos determinar con los datos de la tabla 1 qué porcentaje de las mediciones se encontraba entre dos valores cualesquiera de la magnitud estelar, por ejemplo, 3,0 y 3,2. Como dijimos, para esto basta determinar el área subtendida bajo la curva entre estos dos valores, pero debemos tener en cuenta que esta curva de distribución no es la normal fundamental (su media no es cero y su desviación *standard* no es uno).

Recordemos que entre distribuciones normales existen diferencias que están dadas por la mayor o menor dispersión de la variable. Nuestra distribución tiene un desvío *standard* calculado en 0,15305 y una media de 2,9946. Obviamente, no podremos hallar directamente de la tabla 2 la superficie en cuestión. Para salvar este inconveniente deberemos simplificar nuestra curva determinando cuántas veces está contenido el desvío *standard* en la diferencia entre los límites de nuestro ejemplo. Entrando con el valor de este cociente por la columna de la izquierda de la tabla 2 obtendremos en la lindante el valor de la probabilidad buscada. En el caso que nos ocupa los cálculos serán:

$$\frac{|x-\bar{x}|}{\sigma} = \frac{\Delta x}{\sigma x} \quad (1) \quad \frac{|3,0-3,2|}{0,15305} = 1,30$$

Para este valor de 1,3 la tabla de áreas nos da una probabilidad de 0,4032, o sea que el 40,32 por ciento de la distribución se encontrará entre los límites indicados.

Hemos redondeado a 3,0 el valor de la media para simplificar los cálculos. Al cociente $\Delta x / \sigma x$ se lo denomina desviación relativa. Desde luego, es más fácil aceptar la mecánica de tipificar una curva que el explicar la deducción rigurosa de la misma, la que de todas maneras excede el objetivo de este artículo.

La tabla 2 da la superficie desde la mitad de la curva hasta la desviación relativa correspondiente; es por ello que la superficie máxima tabulada es cercana a 0,5, que corresponde a toda la superficie de la mitad de la curva. Es sumamente importante tener esto en cuenta cuando deseemos averiguar límites que no coincidan con el valor medio. Veamos dos ejemplos: en el primero deseamos averiguar, con los datos de la tabla 1, qué porcentaje de la distribución se halla entre los valores 2,7 y 3,1 [véase la figura 4]. Para ello debemos averiguar el área rayada, que es igual a la suma de las subáreas A (correspondiente al porcentaje de distribución entre 2,7 y 3,0) y B (correspondiente al porcentaje de distribución entre 3,0 y 3,1).

$$\frac{\Delta x}{\sigma x} = \frac{|2,7-3,0|}{0,15305} + \frac{|3,1-3,0|}{0,15305} = 1,96+0,65$$

Debido a que sólo las áreas correspondientes a las desviaciones relativas son aditivas es que antes de sumar debemos determinar las áreas correspondientes que resultan ser $0,475 + 0,240 = 0,715$, es decir, el 71,5 por ciento de la distribución se encontrará dentro de dichos límites.

Veamos a continuación el porcentaje de distribución entre los valores 3,3 y 3,5. Para esto deberemos restar al porcentaje de distribución entre 3,0 y 3,5 el que se encuentre entre 3,0 y 3,3 [véase la figura 5].

$$\frac{\Delta x}{\sigma x} = \frac{|3,5-3,0|}{0,15305} - \frac{|3,3-3,0|}{0,15305} = 3,267-1,96 = 0,4994-0,475 = 0,0244$$

Es decir, el 2,44 de la distribución se hallará entre los límites elegidos.

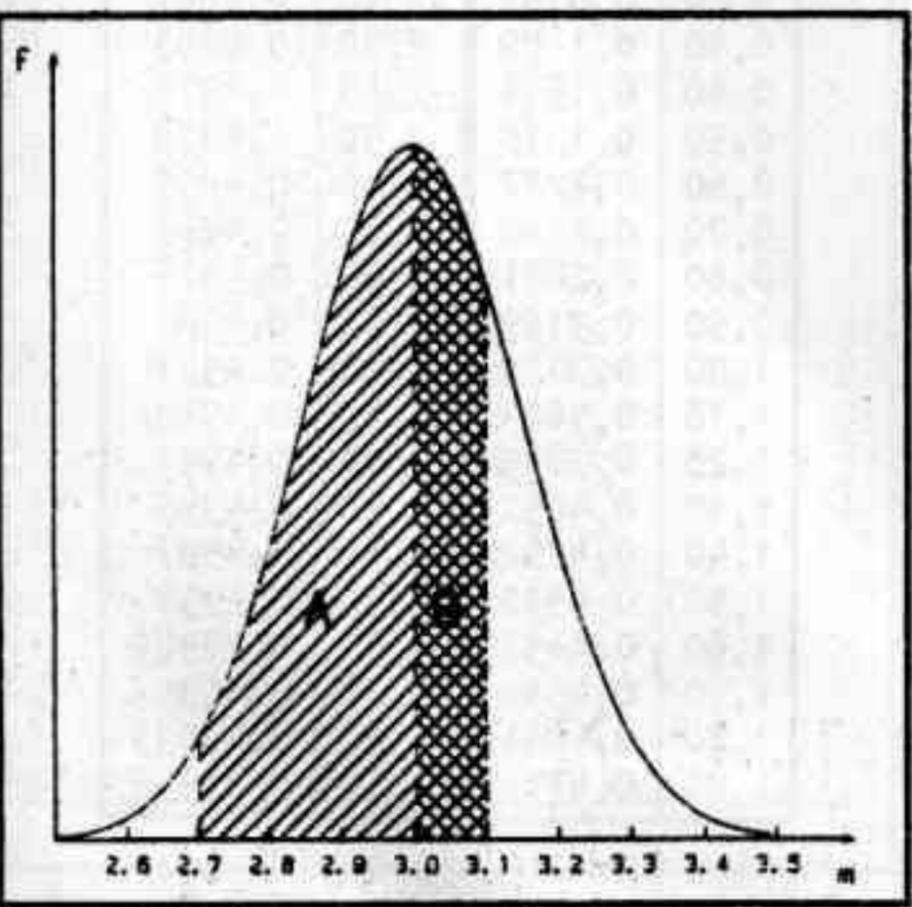


Fig. 4

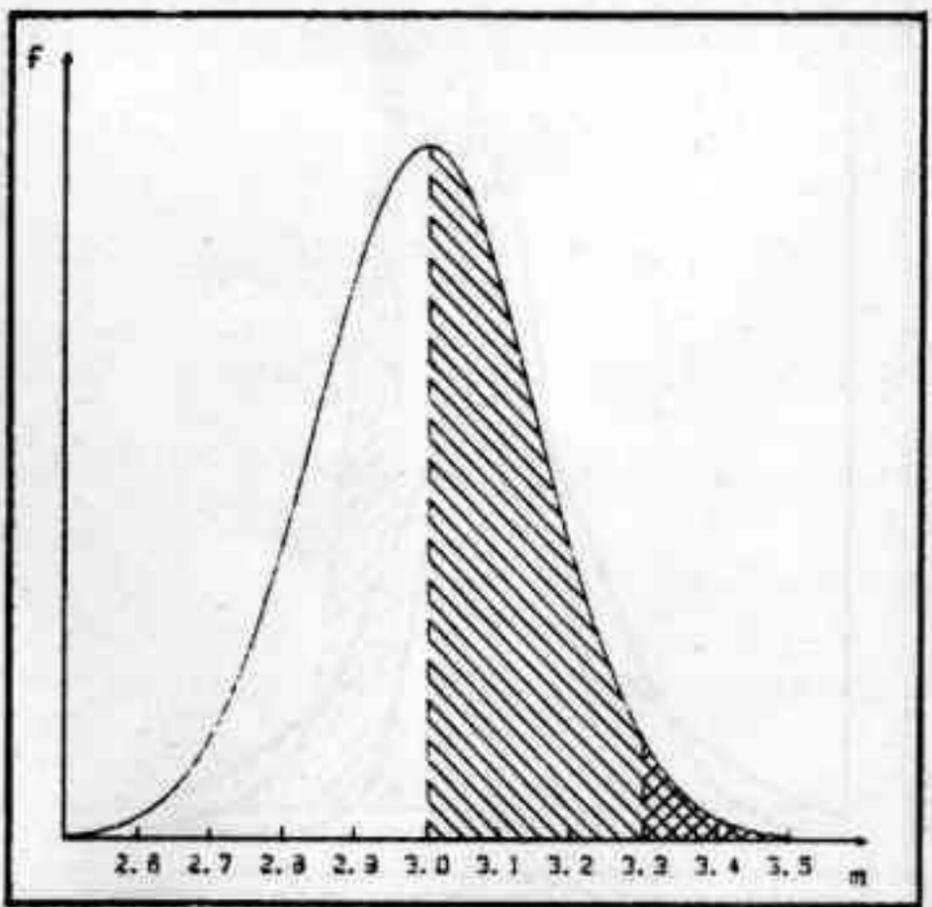


Fig. 5

VARIACION EN LAS MUESTRAS EXTRAIDAS DE UN MISMO UNIVERSO

En estadística se considera universo el conjunto de todos los elementos que pueden clasificarse según una característica. En nuestro caso el universo es infinito, ya que teóricamente podríamos tomar infinitos valores de la magnitud estelar. Otros universos son finitos, como el peso de cada grano de arroz correspondientes a un embarque. En el caso de un universo infinito como el nuestro, la utilidad de las estadísticas es clara, ya que podemos arribar a conclusiones con sólo una pequeña cantidad de los infinitos valores potenciales de nuestra variable, los que serían imposibles de obtener en la práctica. Aun en el caso del embarque de arroz las estadísticas nos permiten arribar a una idea muy cercana a la real en cuanto a las características del total con sólo tomar 500 de los millones de granos de arroz. El único recaudo a tomar es obtener una muestra *representativa* del universo en estudio. En nuestro caso bastará evitar los errores determinados (y en el del embarque tomar muestras de distintos lugares de la bodega).

Así como hay variaciones de un valor a otro dentro de una muestra, existen variaciones de un grupo de medidas a otro tomadas de un mismo universo cuando son considerados *en conjunto*. Es sumamente probable que si obtuviésemos otra serie de valores de la magnitud estelar, la media y el desvío *standard* no coincidan con los anteriores. A cada nueva obtención de conjuntos de datos veríamos nuevas discordancias (aunque sería imposible notar las diferencias observando los valores individuales). Pero entonces y teniendo en cuenta estas variaciones, ¿qué seguridad tendremos al aseverar que el valor real de la variable está representado por la media de una cualquiera de la serie de mediciones?

LIMITES DE CONFIANZA

Para contestar la pregunta anterior deberemos enfocar la situación de la siguiente manera: consideremos el valor medio de cada serie de mediciones como si fuese un valor individual. Obteniendo sucesivas series del mismo tamaño y del mismo universo (en nuestro caso serían sucesivas series de 56 lecturas de la magnitud estelar) veremos que las medias de cada serie se distribuyen a su vez según una curva normal. En otras palabras, tendremos una idea de la dispersión de las sucesivas medias, dispersión que dependió de los errores indeterminados cometidos y del tamaño de la muestra.

Con una serie de 30 medias la aproximación a una distribución normal será lo suficientemente buena como para justificar su uso. Todo esto no significa que debamos obtener 30 o más series de 56 medidas cada una; sólo sirve para orientar y permitir comprender lo siguiente.

Hemos dicho que las medias se distribuyen de acuerdo a una curva normal, y obviamente también se podrá obtener su desviación *standard*. Casi intuitivamente podríamos asegurar que los valores medios se dispersarán mucho menos que los *valores individuales* de cada serie y así ocurre. Teniendo en cuenta que el 68 por ciento de una distribución normal se encontrará entre $\bar{x} \pm \sigma$; el 95 por ciento entre $\bar{x} \pm 2\sigma$ y el 99,7 por ciento entre $\bar{x} \pm 3\sigma$, intentaremos determinar entre qué límites la media de la distribución de medias se encuentra con una probabilidad que nosotros estipulamos como conveniente del 95 por ciento. Pero esto lo intentaremos con sólo los valores de la serie de mediciones de la tabla

1, haciendo uso de algunos presupuestos con respecto de los datos necesarios, que son el valor medio y el desvío *standard* de la distribución de medias. Para evitar errores, a la media de la distribución de medias la llamaremos *media**. Lo primero que presupondremos es la *media** y el desvío *standard* de una serie es la mejor estima de la *media** y el desvío *standard* del universo. Otra suposición es que la media de cada serie no difiere mucho de la *media**. Para el desvío *standard* de la distribución de medias usaremos la fórmula

$$\sigma_{\bar{x}} = \sigma/\sqrt{n}$$

Los valores así calculados son muy próximos a los que se obtendrán de 30 series de 56 valores de la magnitud estelar cada una. De esta manera podemos aproximarnos a la *media** y al desvío *standard* de la distribución de medias (no confundir este último paso con el desvío *standard* correspondiente a los valores individuales. Lo denominaremos error *standard* de la media $\sigma_{\bar{x}}$).

Para aclarar todo lo antes dicho supongamos realizadas las 30 series de 56 mediciones cada una. Una vez obtenidas las medias (30) de cada serie, éstas se distribuyen según una curva normal, que a su vez tendrá una *media** y un error *standard* ($\sigma_{\bar{x}}$). Si comparásemos estos valores obtenidos en la práctica con los supuestos en forma teórica, a saber: la media de una cualquiera de las 30 series y $\sigma_{\bar{x}} = \sigma/\sqrt{n}$ (siendo σ el desvío *standard* de una cualquiera de las 30 muestras y n el número de mediciones de la misma), veríamos que las diferencias son poco significativas, pudiéndoselas emplear con relativa seguridad.

Para los datos de la tabla 1 tendremos:

$$\bar{x} = 2,99 \quad \sigma = 0,15305 \quad n = 56$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \sigma/\sqrt{n} = 0,15305/\sqrt{56} = 0,02$$

Sabemos que el 95 por ciento de la distribución de medias se encontrará entre los límites $1,96 \sigma_{\bar{x}}$ por lo que:

$$\bar{x} \pm 1,96\sigma_{\bar{x}} = 2,99 \pm 0,04 = \begin{matrix} < 3,03 \\ 2,95 \end{matrix}$$
$$P = 0,95$$

Es decir que nuestra *media** se encontrará entre 2,95 y 3,03 con una probabilidad del 95 por ciento, siendo su valor más probable 2,99. Esto significa que de cien series de mediciones, 95 tendrán su media dentro de los límites enunciados. Para una probabilidad $P = 0,99$ los límites se extenderán según la tabla 2 entre $\pm 2,6 \sigma_{\bar{x}}$, es decir, $\bar{x} = 2,99 \pm 0,05$. Nótese que en la tabla 2 al valor 2,6 para la desviación relativa le corresponde un área de 0,4953, que es el área comprendida entre la media y esta desviación relativa; pero nuestros límites se extienden tanto a derecha como a izquierda de la media, por lo que el área total será el doble de la indicada, es decir, 0,9906. Esto ya había sido comentado y ejemplificado [véase la figura 4], pero es conveniente recordarlo.

La determinación de los límites de confianza consiste entonces en obtener los valores entre los que la media se encontrará con una probabilidad determinada. Con respecto de este tema haré una observación más. En el caso de los datos de la tabla 1, que fueron elegidos arbitrariamente, la dispersión resultó relativamente pe-

queña, por lo que los límites de confianza varían poco al pasar de una $P = 0,95$ a una $P = 0,99$. En la práctica esto no siempre suele ocurrir de este modo, por lo que una probabilidad de 0,95 alcanza los propósitos perseguidos en nuestro caso y nos evitará una dilatación exagerada de los límites de confianza. Si ocurriese que aun así los límites se extendiesen demasiado nos quedarían dos alternativas: aumentar el número de mediciones o disminuir los errores (cambiando de observador, instrumentos o método).

SIGNIFICADO DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS NIVEL DE SIGNIFICACION

Este tema que abordaremos es el que personalmente considero más interesante en cuanto a la aplicación en astronomía. Su desarrollo nos permitirá, por ejemplo, determinar si la diferencia entre los valores medios de dos series de datos se debe al azar o bien es una variación real de la amplitud en estudio, y la probabilidad asociada. Para ello dispongamos que, lapso de tiempo mediante, volvemos a realizar otra serie de mediciones de la magnitud estelar de la misma estrella cuyos datos aparecen en la tabla 1. La nueva serie da los siguientes valores:

TABLA 3

3,3	3,1	3,3	3,3	3,2	3,0	2,9	2,9
3,1	3,0	2,9	3,2	2,9	3,2	3,2	2,9
2,9	3,0	3,1	2,8	2,9	3,2	2,9	3,0
3,1	2,8	3,0	3,1	3,0	3,0	2,8	2,9
2,9	3,0	3,2	3,0	3,2	2,8	3,0	3,0
2,9	3,3	3,0	3,2	3,4	3,1	3,2	3,1
3,2	3,0	3,1	3,1	2,9	3,0	3,0	3,2

$$n_2 = 56 \quad \bar{x}_2 = 3,05 \quad \sigma_2 = 0,14769$$

$$\sigma_{\bar{x}_2} = \sigma_2 / \sqrt{n_2} = 0,0197$$

$$3,05 \pm 1,96 \cdot (0,0197) = 3,05 \pm 0,04$$

$$P = 0,95$$

Esta serie da una media de 3,05 con límites de confianza de 3,09 y 3,01, los que se superponen parcialmente con los anteriores. Tal como están las cosas es imposible afirmar que las diferencias entre las medias sean debidas al azar o que se trate de muestras de universos diferentes. Mucho más oscuro es el panorama que ofrece la comparación de los valores individuales de cada serie.

Volvamos nuevamente a considerar una situación hipotética en la que tengamos 200 series de 30 medidas de la variable cada una. Obtengamos ahora las diferencias entre los valores medios de la primera serie con la segunda, la tercera con la cuarta y así sucesivamente hasta obtener las cien diferencias entre medias. Si graficamos estas diferencias en función de sus frecuencias de aparición veremos que se distribuyen según (han adivinado) una curva normal cuya media valdrá cero. Esto es lógico ya que la mayor frecuencia de aparición corresponderá a diferencias de medias cuyos valores coincidirán. Asimismo, esta distribución tendría un desvío *standard* que obtendríamos aplicando la fórmula 5. Si comparásemos a continuación este desvío *standard* con el que nos da la aplicación de lo siguiente:

$$\sigma_{\bar{x}_\Delta} = \sqrt{\sigma_{\bar{x}_1}^2 + \sigma_{\bar{x}_2}^2}$$

constataríamos que sus valores son muy próximos. Esto nos permite obtener σ_{Δ} con sólo disponer de dos series de mediciones. Lo que estamos haciendo es obtener una estima del valor del desvío *standard* de la distribución de diferencias entre medias a partir de sólo dos de ellas. Averiguemos la desviación relativa determinando a cuántos σ_{Δ} se encuentra la diferencia entre las medias de ambas series, del centro de la distribución de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta x_{dif}}{\sigma_{\bar{x}_\Delta}} &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\sigma_{\bar{x}_1}^2 + \sigma_{\bar{x}_2}^2}} \\ &= \frac{2,99 - 3,05}{\sqrt{0,02^2 + 0,0197^2}} = -2,13 \end{aligned}$$

Esto nos permite hallar la superficie de la curva entre la media y una desviación relativa de -2,13 (el signo negativo indica que es la mitad izquierda de la curva), pero debido a que la distribución es normal una desviación entre la media y 2,13 es igualmente probable, por lo que deberemos tomar la superficie de ambas áreas, a izquierda y derecha de la media. Para una desviación relativa de 2,13 el área es de 0,4821; más allá de esta desviación tendremos $0,5 - 0,4821$ [véase la figura 6] y para ambas mitades $2(0,5 - 0,4821) = 0,035$. Estas dos pequeñas superficies corresponden a la probabilidad de que diferencias como las apreciadas se deban al azar y no a una variación real por lo que es estadísticamente correcto afirmar que en cien casos como el presentado sólo 3,5 de ellos tendrán desviaciones debidas al azar iguales o mayores a las observadas.

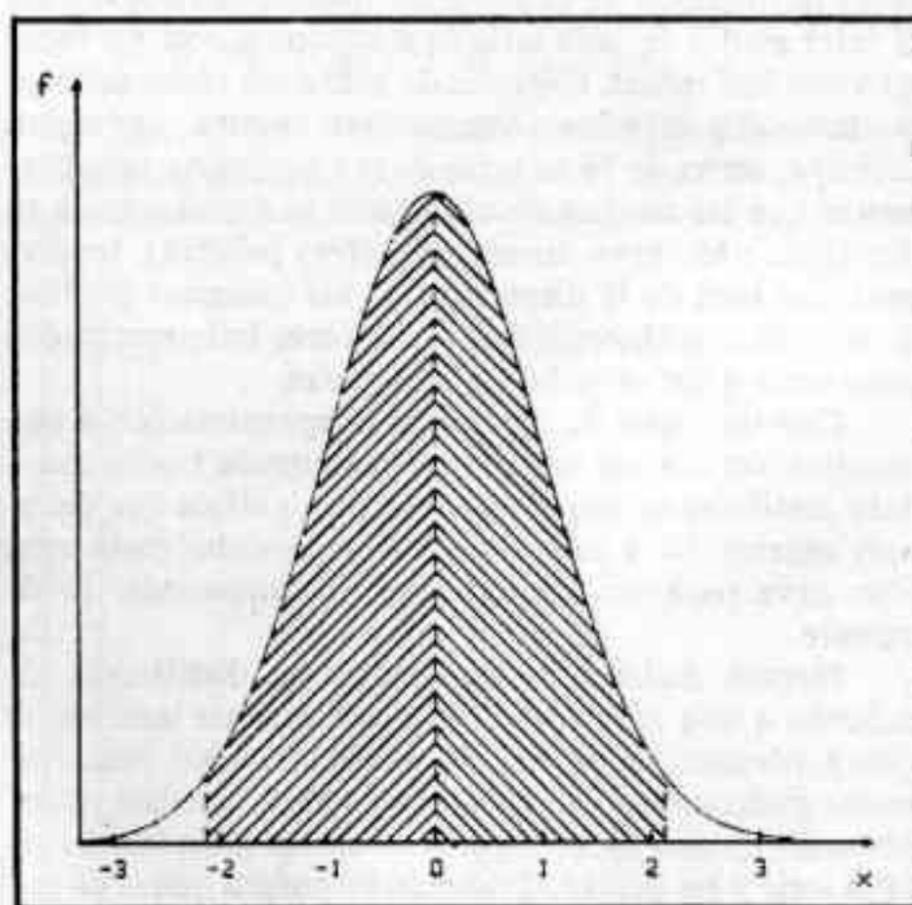


Fig. 6

Dicho de otro modo, podemos afirmar con un 96,5 por ciento de probabilidades de no equivocarnos que las diferencias entre ambas series de mediciones se deben a una variación real en la magnitud estelar.

TABLA 4 - DISTRIBUCION DE t (STUDENT)

P	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,100	0,050	0,020	0,010	0,001
n													
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	656,619
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,941
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,859
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,405
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,126	0,255	0,388	0,529	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,126	0,254	0,387	0,527	0,679	0,848	1,046	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,126	0,254	0,386	0,526	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,126	0,253	0,385	0,524	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

USO DE LA DISTRIBUCION DE STUDENT PARA PEQUEÑAS MUESTRAS

Hasta ahora hemos trabajado con tablas que involucran una cantidad de mediciones que podríamos considerar grandes (en nuestro caso 56 medidas pueden agotar al observador) y en las que las desviaciones relativas se distribuyan aproximadamente de acuerdo a una ley normal. Esto nos permitió, en el ejemplo del párrafo anterior, el uso de la tabla 2. Pero cuando las muestras son pequeñas no puede usarse siempre la curva representada por dicha tabla. No obstante, si la variable se distribuye normalmente se pueden referir las desviaciones relativas a la tabla de distribuciones de *t*. Estas, como la normal, son siempre simétricas pero tienen a los extremos "colas" cuyas áreas son mayores. En la tabla 4 vemos que hay una distribución para cada tamaño de muestra (columna de la izquierda) y las probabilidades correspondientes desde *P* = 0,9 hasta *P* = 0,001 (fila superior). Esta fila indica la probabilidad de que una diferencia mayor que la observada se dé al azar. Veamos un ejemplo para lo cual tomaremos valores al azar

de las tablas 1 y 3.

TABLA 5

(de tabla 1)	(de tabla 3)
X1	X2
3,0	3,1
3,1	3,1
2,9	3,2
2,9	2,9
2,9	2,9
3,0	3,1
2,8	3,2
3,2	3,0
2,7	3,0
3,1	3,2
2,9	
2,8	

Vemos que la cantidad de valores no necesariamente deben ser iguales siendo *n*₁ = 12 y *n*₂ = 10, bastante más pequeñas que las originales. Para asegurar una me-

por estimación de la dispersión de ambas muestras utilizaremos una fórmula en la que se aparean las variaciones de ambas muestras.

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x}_1)^2 + \sum (x_2 - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$\bar{x}_1 = 2,94 \quad \text{y} \quad \bar{x}_2 = 3,07$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{0,2292 + 0,121}{12 + 10 - 2}} = 0,1323$$

Este valor de σ_t nos permite hallar t aplicando la siguiente expresión:

$$t_{20} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma_t} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

$$= \frac{2,94 - 3,07}{0,1323} \sqrt{\frac{12 \cdot 10}{12 + 10}} = -2,3$$

El valor de n a utilizar para entrar a la tabla 4 es el utilizado para determinar σ_t ; en este caso 20. En la fila correspondiente a este valor de n encontramos que $t_{20} = -2,3$ corresponde a $0,05 > P > 0,02$. Esto significa que en algo menos de cinco casos de cada cien las diferencias entre ambas series de datos serán debidas al azar, lo que significa que existe una variación real en el brillo estelar, afirmando esto con algo más del 95 por ciento de probabilidades de no equivocarnos. Como en anteriores oportunidades, si el valor de t nos da probabilidades menores que 0,9 (las que se consideran poco significativas) deberemos bien aumentar el número de mediciones, bien disminuir la dispersión aumentando la precisión de las observaciones o ambas cosas simultáneamente.

Como vemos, existe una perfecta concordancia entre los resultados utilizando el total de los datos de las tablas 1 y 3 y los obtenidos con los reducidos de la tabla 5.

CORRELACION

Observemos el cuadro 3 donde se indican las diez galaxias más brillantes en magnitud aparente.

NOMBRE O N° SEGUN NGC	DISTANCIA EN KILOPARSECS	MAGNITUD ABSOLUTA
GNM	46	-17,4
PNM	46	-16,0
224	460	-19,8
598	480	-17,6
253	4200	-21,4
55	1900	-19,1
5236	1800	-19,1
3031	1540	-18,7
4594	5000	-20,7
5457	1800	-18,5

Supongamos que deseamos determinar si existe alguna asociación entre distancia y magnitud absoluta, es decir, si existe alguna relación que a una variación de una cualquiera de ellas haga corresponder otra proporcional en lo restante.

Para medir el grado de asociación utilizaremos un parámetro llamado coeficiente de correlación (r). Su expresión matemática es:

$$r = \frac{\sum \left(\frac{x - \bar{x}}{S_x} \right) \left(\frac{y - \bar{y}}{S_y} \right)}{n}$$

donde x e y representan los valores apareados para las dos variables; \bar{x} e \bar{y} las medias de ambas variables y S_x y S_y las desviaciones *standard* correspondientes. Operativamente es conveniente agrupar los datos en un cuadro:

OBJETO	D(x)	M(y)	(x- \bar{x})/ S_x	(y- \bar{y})/ S_y	(x- \bar{x})/ S_x · (y- \bar{y})/ S_y
GNM	46	-17m4	-0,995	-0,897	0,892
PNM	46	-16m0	-0,995	-1,775	1,766
224	460	-19m8	-0,750	0,608	-0,456
598	480	-17m6	-0,738	-0,772	0,570
253	4200	-21m4	1,463	1,612	2,358
55	1900	-19m1	0,102	0,169	0,017
5236	1800	-19m1	0,043	0,169	0,007
3031	1540	-18m7	-0,110	-0,081	0,009
4594	5000	-20m7	1,936	1,173	2,271
5457	1800	-18m5	0,043	-0,207	-0,009
Σ			0,001	0,000	7,425

$$S_x = 1690,35 \quad S_y = 1,594 \quad \bar{x} = 1727,2 \quad \bar{y} = 18,83$$

$$n = 10 \quad r = 0,742$$

Este resultado nos indica que hay una correlación importante. Los valores que puede adoptar r están comprendidos entre -1 y 1. Un valor de $r = 0$ indica una ausencia total de correlación y un valor de r cercano a ± 1 indica una correlación perfecta. El signo de r indica, si es negativo, una correlación inversamente proporcional; y si es positivo, una directamente proporcional.

Cabe por último una pregunta: ¿Qué probabilidad tiene esta correlación de no ser debido al azar? Se puede demostrar que para grandes muestras el valor del error *standard* de r es $\sigma_r = 1/\sqrt{n-1}$ por lo que en nuestro caso $\sigma_r = 1/\sqrt{10-1} = 1/3$. En rigor de verdad, esta manera de determinar el error *standard* sólo es aplicable a grandes muestras (más de 50 valores), aunque en este caso lo aplicaremos para obtener sólo una aproximación relativamente aceptable del valor de P para la distribución de r . Para esto dividiremos r por σ_r y referiremos el resultado a la tabla de áreas de lo normal tipificada para su interpretación. Así, $r/\sigma_r = 0,742/1/3 = 2,22$. Para este valor de la desviación relativa, la P hallada es 0,486, lo que para ambos lados de la distribución nos da $P = 0,972$. Sólo en tres casos de cada cien un $r = 0,742$ para los datos del cuadro 3 será debido al azar. Es importante aclarar que una valor de r alto, por ejemplo 0,98, indica una correlación muy acusada pero se hace necesario determinar la probabilidad asociada.

Es posible por lo tanto que un alto grado de correlación quede anulado por una baja probabilidad o viceversa, una correlación pequeña sin dudas de que sea debida al azar tome una gran importancia. En lo que respecta al ejemplo del cuadro 3 vemos que existe un alto grado de correlación y que esto es muy significativo, ya que su probabilidad es alta. Sinceramente, esto me sorprendió, ya que el ejemplo fue tomado al azar (de *Estrellas, galaxias y metagalaxia* de F. Aguekian, Editorial Mir) como simple demostración operativa. Ya que en el libro no se hace referencia a este hecho dejo la inquietud de hacer un estudio similar con mayor número de datos (lo ideal sería tomar las 50 galaxias de mayor brillo aparente o bien 50 galaxias al azar). Este artículo quedará plenamente justificado si logra despertar el interés por el manejo estadístico de datos en un lector.

El Halley

desde la Argentina

INTRODUCCION

El fenómeno Halley ha dejado un sabor amargo en la boca de casi todas las personas de la Tierra, salvo aquellas que conocen la observación del cielo o las que viven en el campo. Esto ha sido porque desde niños a todos nos han enseñado que vendrá un cometa y también, suponiendo que los fenómenos se repiten de igual manera, sería tan espectacular que cubriría el cielo como en 1910. Esto último se vio incrementado también por la prensa sensacionalista que, haciendo reportajes a personajes no muy dignos, publicaron noticias como «El cometa explotó y muestra seis colas», «Será tan brillante como la Luna llena», «Vendrá detrás del cometa una flotilla de platos voladores» o «Los astrónomos estudian sus meteorismos» (*).

La realidad mostró que el cometa no fue así de brillante ni grande, ni siquiera tanto como a nivel científico se había pronosticado.

De todas maneras, en los principales centros de investigación se han obtenido datos físicos sobre el "Fenómeno del Siglo". En este acopio de información los aficionados hemos contribuido notablemente.

Este artículo pretende particularmente describir las observaciones que han llegado a la Comisión Halley de nuestra Asociación, así como algunos resultados interesantes que se han obtenido hasta el momento. Algo importante puede extraerse de estas observaciones: algunos de los aficionados realizaron una o dos observaciones solamente. Estas serían prácticamente inútiles si no existiera un ente que las nucleara, como en este caso lo es el International Halley Watch (IHW) en EEUU o la Liga Ibero-Americana de Astronomía (LIADA) en Venezuela.

Como verán más adelante, la cantidad de observadores que figuran en nuestras listas no es muy grande, a pesar de que tenemos varios cientos de socios y lectores. Creo que esto se debe a que muchos no sabían que existían estas comisiones. Las personas que quieran contribuir con sus observaciones pueden remitirlas a nombre de Claudio Martínez, Comisión Halley, Av. Patricias Argentinas 550, 1405 Capital Federal.

Antes de enviar sus trabajos consulte a esta misma dirección sobre los datos que son necesarios tener en cuenta para que sus observaciones tengan validez y recuerde que cada trabajo no reportado es como si nunca hubiera sido hecho.

NUESTRAS OBSERVACIONES

Los datos que hemos obtenido hasta el momento corresponden a las actividades: magnitud visual del cometa, dibujos, lluvias meteóricas y experimento de visibilidad.

Desgraciadamente, al no tener gran cantidad de observaciones, las conclusiones aquí tomadas son sólo aproximadas.

MAGNITUD VISUAL

Hemos recogido 71 observaciones, de 6 aficionados. En ellas ha contribuido también el Observatorio del Colegio San José.

Observador	N° observaciones	Instrumento
Giraudi	28	Bin. 8 x 30
Martínez	25	Refr. 5 cm, bin. 7 x 50
Lupláñez	12	Bin. 7 x 50
Moreno	02	Refr. 7 cm, bin. 30 x 40
Villegas	02	Refr. 5 cm, bin. 7 x 50
Zanette	02	Refl. 15 cm

El cometa se ha adaptado aproximadamente a la curva de luz calculada por Bortle y Morris, del IHW. Hay un buen acuerdo de nuestras observaciones con las obtenidas por los observadores del IHW (fig. 1).

Nuestra curva está un poco "por debajo" de la obtenida por el IHW, y es debido a que la mayoría de las observaciones fueron realizadas con binoculares, para los cuales todavía no existen correcciones de magnitud para estandarizar.

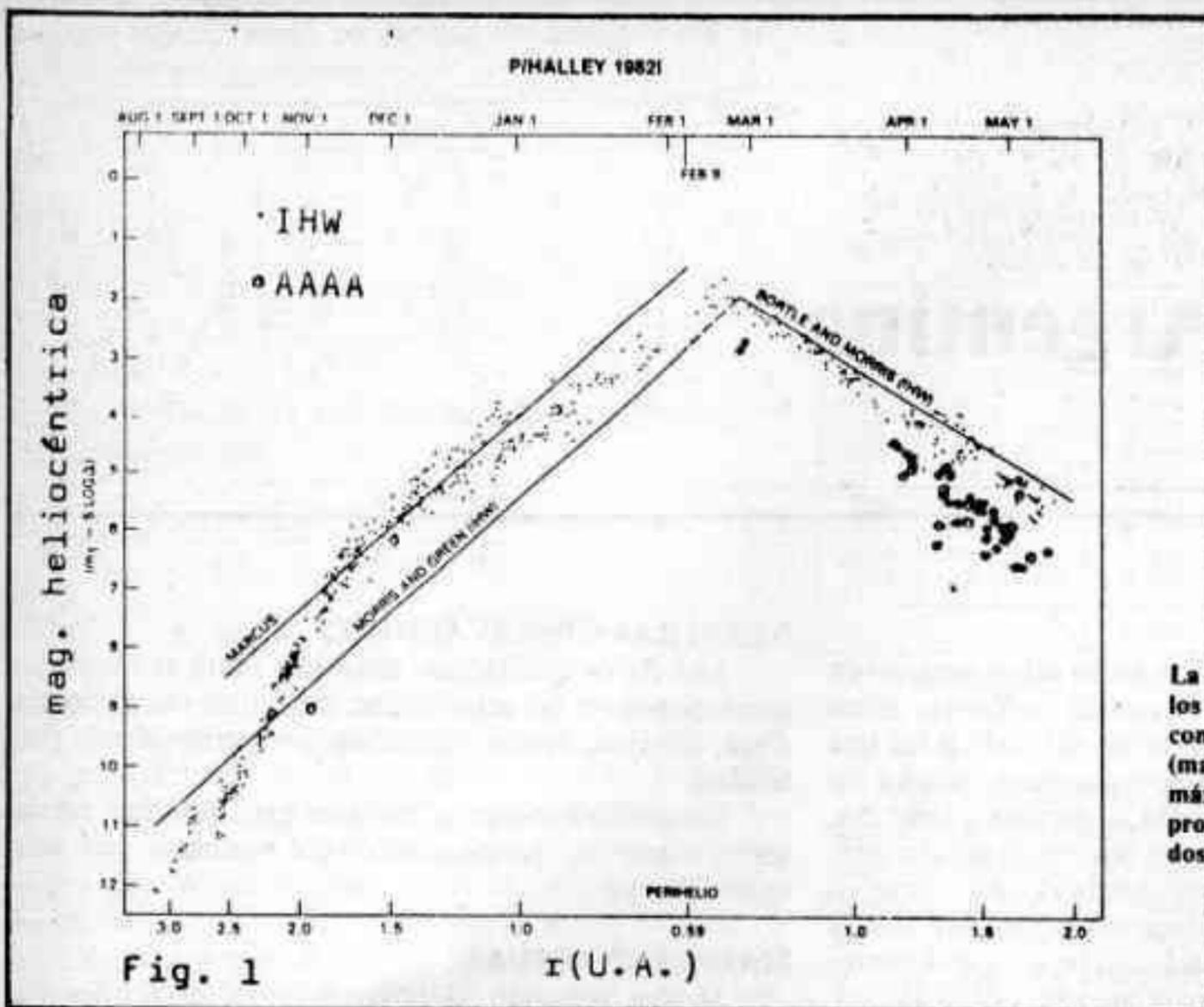
A pesar de que no hemos podido cubrir mucho tiempo (dos meses y medio aproximadamente) podemos calcular la curva heliocéntrica de variación de luz como:

$$M\Delta = 4,3 + 5 \log \Delta + 8,5 \log R$$

Lo que significa que la magnitud absoluta del cometa (4,3) fue un poco menor que lo previsto.

Con nuestros datos no pueden tomarse resultados concluyentes en lo que respecta al diámetro de la coma por haber demasiadas variables que corregir.

(*) Recomiendo buscar esta última palabra en el diccionario. Apareció en un artículo de Horungel en la revista *TV Guía*.



La magnitud del cometa medida por los observadores del IHW coincidió con la calculada por Morris y Bortle (mag. 3,1). Nótese que la magnitud máxima no fue en el perihelio, como lo pronosticado por Marcus, sino unas dos semanas después.

DIBUJOS

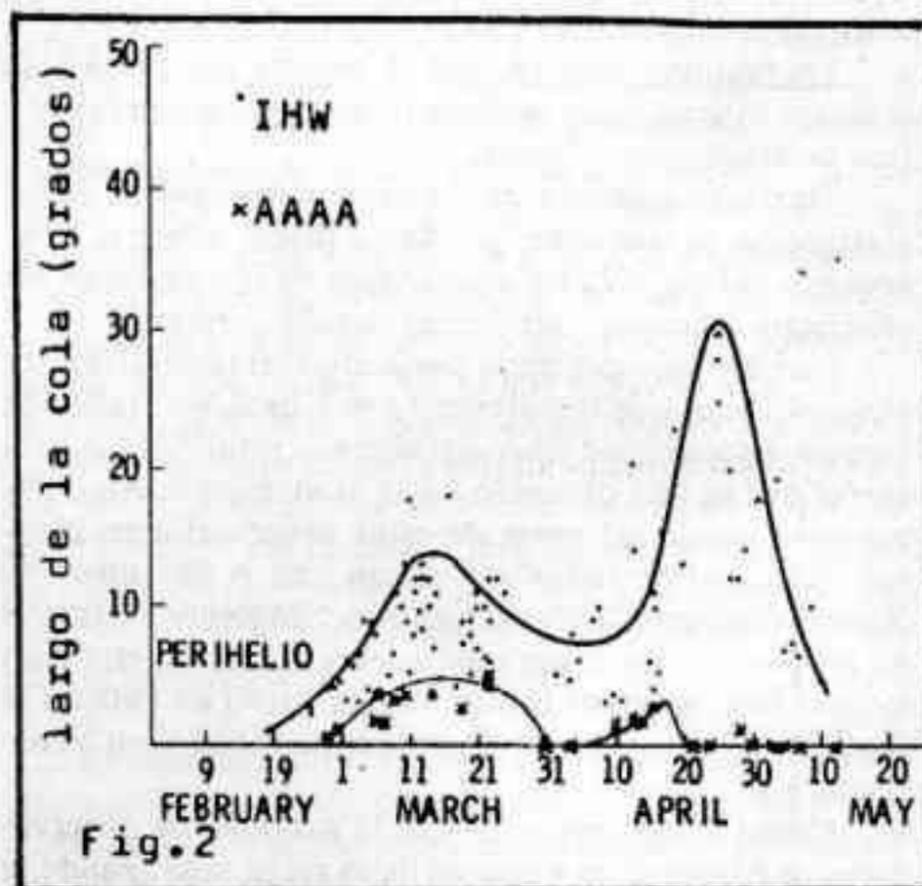
En esta actividad han contribuido 11 observadores, los que realizaron un total de 27 dibujos. La mayor parte de éstos no tiene estimada la MALE (magnitud límite estelar), por lo que han perdido gran parte de su utilidad. Sin este dato no pueden sacarse muchas conclusiones.

Lo más notable son las grandes diferencias de tamaño de la cola en distintos momentos, que no coincidieron con lo calculado. Combinando las estimaciones visuales hechas por Bernardo Lupiáñez, Claudio Martínez y los seis dibujos (de las fotografías) de Damián Zanette, pudo inferirse la variación del tamaño de la cola.

Nuestras mediciones coinciden en forma pero no en cantidad con las del IHW (fig. 2), y es debido a la diferencia de calidad del cielo, la que no puede ser corregida por no poseer la MALE.

La curva del IHW tiene dos picos; el primero corresponde a la cola de gas, y el segundo a la de polvo. Nuestras mediciones en el segundo pico no coinciden debido a que la cola de polvo fue muy débil, y nuestras observaciones fueron hechas desde la Capital Federal.

Según los datos del IHW, la cola (visual) jamás sobrepasó las 0,3 U.A., esto es, menos de la mitad de los valores previamente estimados.



	N° dibujos	Instrumento
Damián Zanette	14	Refl. 15 cm *1
Marcelo Monópoli	02	Refr. 22 cm y Refl. 30 cm
Gonzalo Moreno	01	Refr. 6,5 cm
*2	10	Refr. 13 cm

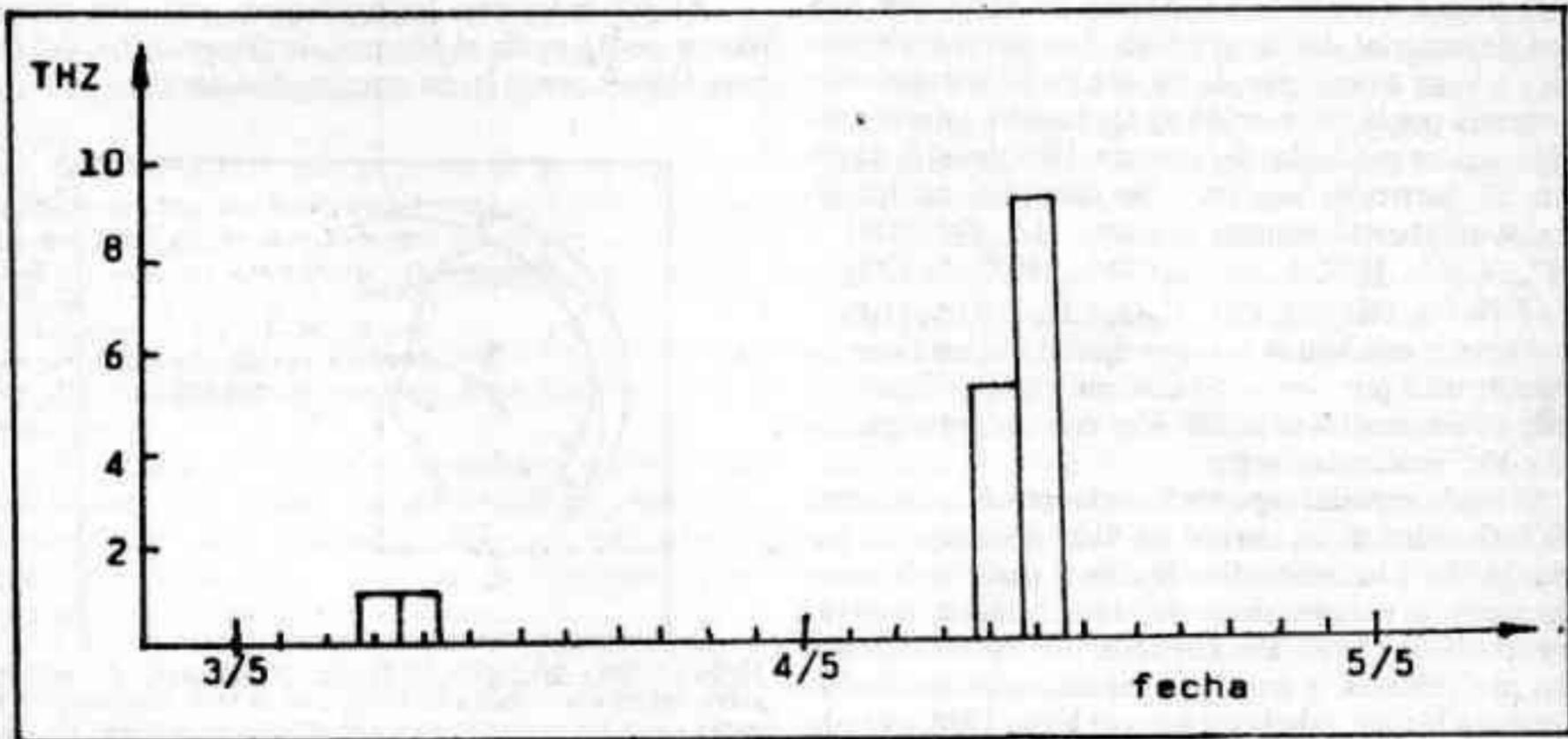
*1- Seis dibujos fueron hechos a partir de negativos tomados con una cámara de 50 mm, película B y N 400 ASA, con 5 min de exposición.

*2- Son 8 observadores distintos, del Observatorio del Colegio San José. Sus nombres son: 1. Luis Muñoz-1. L. Bruno-1. C. Fernando-1. Leonardo Cayiglia-2. Germán Folz-2. J. Giraudi-1. Hernán Attald-1. De Clazal.

LLUVIAS METEORICAS

Las observaciones que hemos recogido tienen tan poca dispersión en el tiempo que no sirven para poder hacer un estudio. La mayor parte de los datos recogidos pertenece al Observatorio Benjamín Gould, de Zárate, y fueron tomados durante las lluvias acuáridas.

Nombre	Horas de observación	Institución
Gonzalo Moreno	1 h 50 m	AAAA
Horacio Fortunato	1 h	Asoc. Benjamin Gould
Hugo López	1 h	Asoc. Benjamin Gould
Sergio Robles	1 h	Asoc. Benjamin Gould
Alejandro Tello	1 h	Asoc. Benjamin Gould
Adrian Busson	1 h	Asoc. Benjamin Gould
Pedro Barata	1 h	Asoc. Benjamin Gould
Silvia Muñoz	1 h	Asoc. Benjamin Gould
Marisa Melgarejo	1 h	Asoc. Benjamin Gould

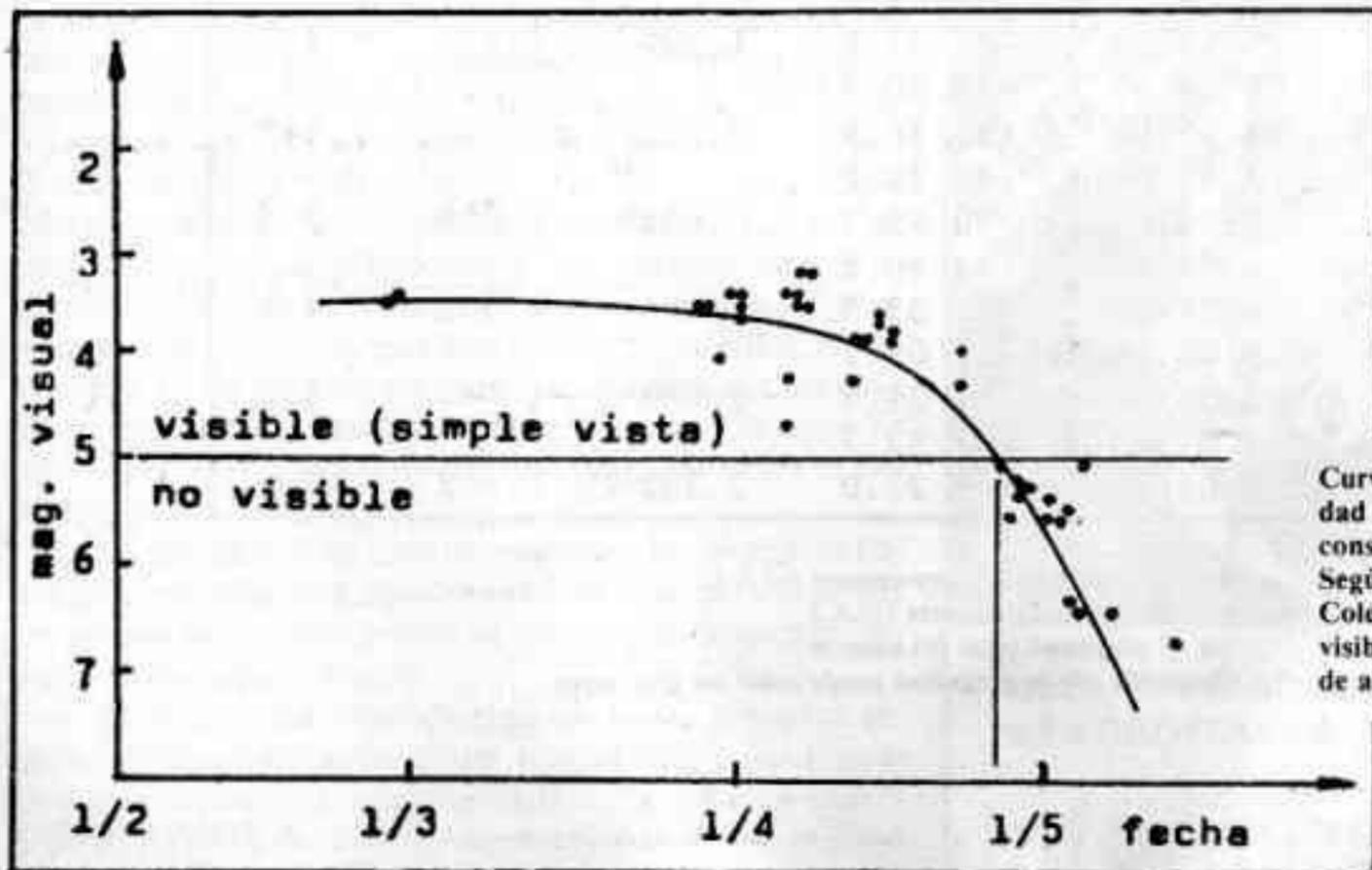


EXPERIMENTO DE VISIBILIDAD

Sólo tenemos datos de la desaparición del cometa y pertenecen al Observatorio del Colegio San José.

Podemos tomar como conclusión que en la ciudad de Buenos Aires (o cualquier gran ciudad) un cometa no será visible si su magnitud es mayor que 5 (aproximadamente).

Observador	Nº observaciones	Observador	Nº observaciones
L. Caviglia	10	G. Folz	05
Giraudi	09	De Chazal	04
Luis Muñoz	05	H. Attala	04
R. Rodriguez	05	L. Bruno	04



Curva de variación visual de luminosidad del cometa en el tiempo. Está construida en base a nuestros datos. Según la información enviada por el Colegio San José, el cometa dejó de ser visible a simple vista poco antes del 25 de abril.

OTROS RESULTADOS

También hay datos definitivos del cometa, por ser calculados en base a miles de observaciones o por investigación con naves espaciales.

La gran sorpresa fue el tamaño de su núcleo. Se pensaba que tendría 3 Km de diámetro, pero con las misiones espaciales se ha encontrado que mide 15 Km x 8 Km, siendo su superficie muy negra, con lugares muy localizados de emisión de gas. Su temperatura en el momento de máximo acercamiento (navío Giotto) fue de $330^{\circ}\text{K} \pm 30^{\circ}\text{K}$.

Presumiblemente es un núcleo de hielo con una costra de material similar al polvo. Las naves soviéticas Vega 1 y Vega 2 perdieron de un 40 a un 50 por ciento de su potencia por la destrucción de los paneles solares producida por las partículas del cometa. Una de estas naves contó 53 partículas/seg/cm². Se identificaron las siguientes moléculas neutras e iones: H⁺, O⁺, OH⁺, N₂H⁺, CH⁺, HCO⁺, N₂⁺, CO⁺, HCO₂⁺, CO₂⁺, Fe⁺, NH, C₂, NH₂, O, OH, H₂O, CH, H₂O⁺, H₃O⁺.

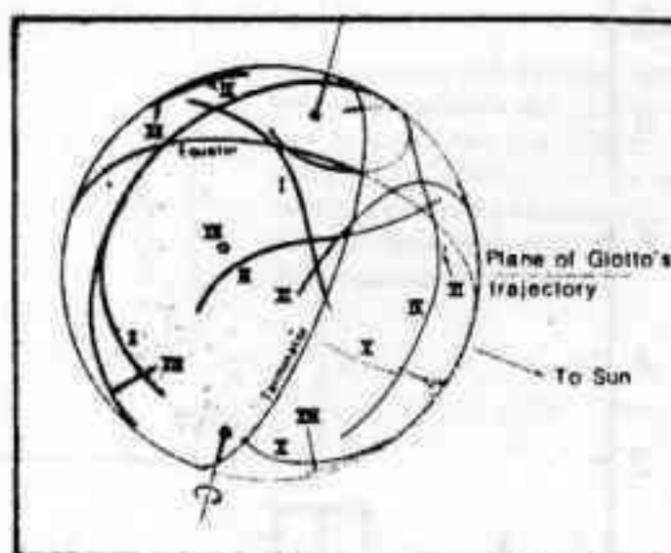
Algunos resultados sugieren que el núcleo tiene un albedo de un 2 por ciento. El máximo campo magnético fue de 60 nanoteslas a 16.000 Km con una producción de 2×10^{30} moléculas/seg.

El navío espacial japonés Suisei reportó variaciones en la intensidad de su corona de hidrógeno con un período de 52-53 hs, coincidiendo con el período de rotación calculado para el núcleo de 52 hs en base a observaciones de 1910 y 1986. Por supuesto que estos datos son datos preliminares, y para obtener todos los resultados del cometa Halley habrá que esperar hasta 1988, cuando se publique un manual con el más perfecto estudio sobre

un cometa que se haya realizado.

El trabajo del IHW tuvo tanto éxito que se pretende que continúe con la observación de otros cometas. Justamente para aprovechar esto, el IHW ha enviado las posiciones y magnitudes (aproximadas) del cometa Wilson (1986 I.), el cual, si sigue las predicciones hechas hasta el momento, alcanzará un brillo similar al del cometa Halley. Por la configuración espacial que tendrán la Tierra, el Sol y el cometa, veremos a este último en el perihelio, por lo que es posible que podamos observar alguna interesante explosión.

Al que le interese la observación sería del cometa Wilson podrá pedir el Manual de Observación del Cometa Halley, parte II, en nuestra Asociación.



Modelo esférico del núcleo del Halley con las fuentes de emisión de polvo, calculadas en base a las fotografías de 1910, ubicadas en la forma en que la vio la nave Giotto, a 18.000 Km de distancia. Las líneas llenas están en el hemisferio visible. Las punteadas están del otro lado.

COMETA WILSON (1986 I.)

1987 ET	R.A. (1950)	Decl.	Delta	r	ml
Mar. 6	20 36.71	-23 35.9	2.051	1.426	6.6
16	20 44.23	-26 51.2			
26	20 53.04	-31 27.4	1.504	1.297	5.5
Apr. 5	21 04.89	-38 30.3			
15	21 26.00	-50 16.9	0.921	1.230	4.2
25	22 41.5	-70 26.8			
May 5	6 40.0	-70 48.3	0.631	1.240	3.4
15	8 09.26	-43 20.5			
25	8 32.03	-26 33.3	1.034	1.323	4.8
June 4	8 44.54	-17 09.5			
14	8 53.74	-11 31.3	1.638	1.464	6.2
24	9 01.53	-7 53.7			
July 4	9 08.60	-5 27.0	2.202	1.642	7.4

Delta = distancia Tierra-cometa (U.A.)

r = distancia Sol-cometa (U.A.)

ml = magnitud total del cometa

Recuerde que la magnitud puede tener un gran error.

Claudio Martínez

El Halley nos visita

Empiezan a caer las sombras sobre Buenos Aires. Se ve a la multitud regresando a sus hogares, pero se distingue entre ellos un reducido grupo que, al regresar a sus moradas, van planeando su larga pero placentera noche.

El observatorio está plagado de gente yendo y viniendo, averiguando, leyendo, informándose acerca de un viajero celeste que cumple su órbita alrededor de nuestro sistema planetario aproximadamente cada 76 años.

El reducido grupo ya se encuentra en el observatorio, dispersados pero con una misma ilusión: ver el cometa Halley.

El séquito se encuentra cenando en un restaurante cercano al observatorio y comentando sus expectativas respecto del viaje y nuestro visitante, compuesto de nueve personas, todos astrónomos aficionados, pero dos de ellos fotógrafos profesionales.

La comitiva formada por dos vehículos ya había tomado rumbo hacia las afueras de la Capital Federal, exactamente a la localidad de San Vicente. En uno de los automóviles se hallaba la radio encendida, inundando de música los corazones de los nerviosos ocupantes. En el trayecto, había momentos de acalorada conversación y de silencios audibles por estar los viajeros anonadados por la negrura y la brillantez de esos puntos luminosos llamados no sin razón estrellas.

Para aquellas desafortunadas personas el tiempo se estiraba como si viajaran en una nave relativista, pero esa dilatación del tiempo se debía totalmente a sus agitadas e inquietas almas.

Al detenerse los motores de los vehículos nos invadió un silencio ensordecedor, sólo interrumpido por el croar de las ranas. Al levantar nuestras cabezas nos encontramos con algo decepcionante. El firmamento se hallaba cubierto de nubes. Sentimos que el viaje había sido inútil, totalmente desconsolados. Descubrimos que lo que creíamos eran nubes era simple y maravillosamente nuestra Vía Láctea. Permanecimos así no sé cuánto tiempo, admirando aquel cielo jamás visto en la Capital. A nuestra privilegiada vista se hallaba la constelación de Escorpio, que con su ojo color rubí, Antares, nos miraba como velando nuestro desvelo; debajo de su majestuosa pero temida cola, los cúmulos abiertos se nos parecían diamantes arrojados al azar hacia la bóveda celeste.

Luego, al desviar uno de nosotros la mirada de Escorpio, percibió una nebulosidad extraña pero a la vez conocida. Se trataba ni más ni menos que de nuestro visitante: el cometa Halley.

A medida que transcurrían las horas nosotros seguimos contemplando aquel magnificentísimo firmamento estrellado, y nuestro visitante se elevaba más y más hacia su cenit. En el preciso instante en que se situó a unos noventa grados de altura sobre el horizonte, los

fotógrafos procedieron a retratarlo. Al concluir ambos profesionales, el frío y el rocío se intensificaron aún más, mientras la negra noche cedía su lugar al claro día.

El firmamento tenía una coloración celeste pálido y las remotas estrellas seguían refulgiendo, como si supieran que el astro rey las ahogaría por unas horas con su llamante luz.

El amanecer en esa pequeña localidad fue algo magnífico, porque en aquel fidelísimo cielo matutino, reservado solamente para nuestro Sol, brillaba otro cuerpo celeste, el más grande de nuestro sistema planetario. Ese que, en una noche de un día, el brillantísimo Galileo le descubrió con su simple pero eficaz anteojo astronómico cuatro satélites que, en su honor, fueron denominados galileanos: el sacratísimo Júpiter.

Seguidamente la comitiva se dirigió a los vehículos para regresar a sus hogares, pero ellos se distinguían de la multitud por un enormísimo motivo: llevaban grabadas en sus retinas una majestuosa y grandiosa imagen: la del cometa Halley.

Susana Beatriz Aiello

LA RELATIVIDAD Y LA FILOSOFIA

CURSO



- RELATIVIDAD ESPECIAL Y GENERAL.
- FILOSOFIA DE LA CIENCIA.

informes: 86-9921

Observación de la Actividad Solar

por Fabián Fucci

La observación del Sol es uno de los campos ideales de la astronomía para el aficionado que se inicia debido al equipo sencillo y no sofisticado que se necesita. Todo aquel interesado podrá, con las debidas precauciones previas, observar el desarrollo de la actividad solar y realizar su posterior estudio con telescopios de una abertura mayor a los 10 centímetros, pues debajo de este orden la observación se dificulta.

Mediante la observación solar puede recopilarse información sobre el estado del Sol. Este trabajo, realizado periódicamente, arroja datos suficientes para organizar un registro continuo. La parte práctica de este campo astronómico comienza al enviar dichos registros a las entidades que hacen uso intensivo de ellos. Tales son los casos de los observatorios astronómicos (que logran predecir el estado futuro del Sol mediante los registros), los centros meteorológicos (que determinan el próximo estado del clima junto con mediciones de temperatura, presión, etc.) y grupos de otros aficionados nucleados en asociaciones, sociedades e inclusive secundarias y universidades. Esta gran cadena, por la cual circula información constantemente, tiene su base justamente en el trabajo desarrollado por los aficionados. De ahí que se trate de dar todos los conocimientos necesarios y el apoyo a los interesados en el tema.

Fenómenos propios del Sol

Descontando las reacciones eléctricas y magnéticas que tienen lugar en el Sol hay dos fenómenos que caen dentro del campo de estudio del aficionado (al menos dos visibles). Uno son las protuberancias solares, enormes mantos con forma

de llama que aparecen esporádicamente sobre la superficie solar para desaparecer al poco tiempo. El segundo, la aparición de manchas solares, zonas negras vistas al telescopio que giran en torno al eje de rotación del Sol.

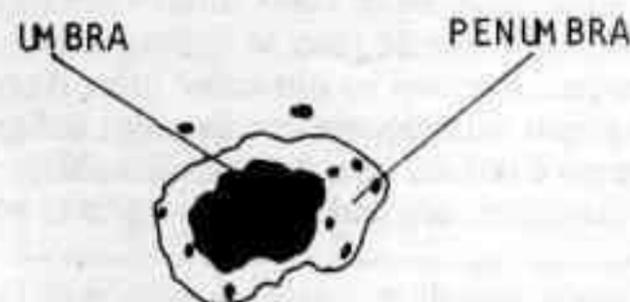
Por ser las protuberancias solares esporádicas y difíciles de observar, sin contar que se necesita equipo no precisamente sencillo para su estudio, el aficionado opta generalmente por la observación de manchas solares. Esta opción la determinan tres consideraciones principales: las manchas solares son mucho más periódicas que las protuberancias, lo que hace la observación mucho más dinámica; los resultados que se obtienen son por lo general más interesantes y prácticos que los de una protuberancia y, sobre todo, que el equipo utilizado no adolece de tantas exigencias.

Fisonomía de las manchas solares

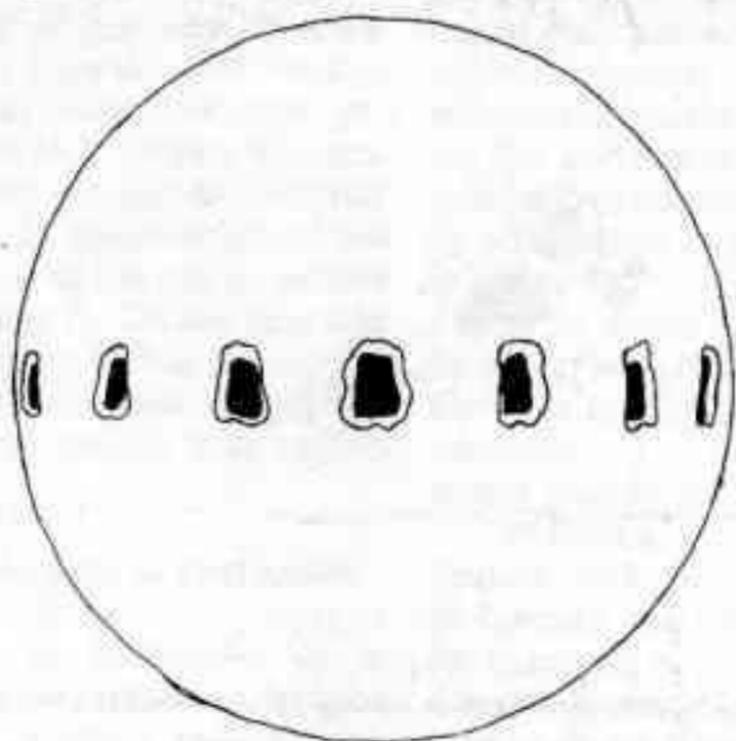
El origen de las manchas solares está basado en el hecho de que el Sol es un cuerpo enorme que libera gran cantidad de energía con el paso

del tiempo. Cuando una zona de la superficie solar libera más energía que la de su entorno -debido a la actividad térmica del núcleo- sufre una disminución de temperatura y se "enfria". La diferencia de temperatura con respecto a su entorno se traduce en la toma de un color más oscuro, mediante el cual se las puede distinguir fácilmente al telescopio si no son muy pequeñas. En las manchas de tamaño medio a grande aparecen dos matices de color oscuro: en el centro de la mancha, una región negra; en la zona inmediatamente próxima al centro, una región marrón oscuro. La región negra recibe el nombre de *umbra* y la otra región se llama *penumbra* [véase la figura 1].

Las manchas solares no son planas como podrían parecer, sino que se presentan como grandes pozos sobre la superficie del Sol. La umbra, que es la parte más fría de las manchas, ocupa el lugar de mayor profundidad; la penumbra se encuentra a media profundidad. Es por esto que cuando las manchas se acercan al borde del Sol puede verse la penumbra como la pared inclina-



1. MANCHA SOLAR en la que pueden apreciarse dos regiones diferenciadas: la umbra en su centro y la penumbra alrededor. La temperatura de la umbra es menor que la de la penumbra.



2. MANCHAS SOLARES en perspectiva que muestran las distintas vistas que se obtienen al acercarse la mancha al borde del Sol. Se ha exagerado el tamaño de las manchas para una mejor exposición de la idea.

da que media entre la umbra a profundidad y la superficie a nivel, por efecto de perspectiva [véase la figura 2].

Comportamiento y evolución de las manchas solares

Las manchas solares acompañan al Sol en su movimiento de rotación en torno al eje. El periodo medio de vida (es decir, el tiempo entre su aparición y desaparición en la superficie solar) que se les ha estimado a base de observaciones y cálculos es de unos veinte días. Por lo general tienden a realizar su recorrido en latitudes próximas al ecuador del Sol, siendo muy raros los casos de manchas que aparecen cercanas a los polos. Su desplazamiento no es lo suficientemente notable como para apreciar un cambio de posición en una sola observación, sino que se necesitan varios días seguidos para notar que una mancha ha variado su posición en la superficie solar.

En sus veinte días de vida, una mancha evoluciona hasta adoptar distintas formas. Conforme transcurre el tiempo puede, si es de tamaño grande, hacer aparecer pequeños grupos de manchas alrededor de sí [véase la figura 4], que a su vez se integran a la primera mancha, evolucionan por separado o desaparecen a los pocos días de su aparición. La primera mancha puede por su parte expandirse o desarrollar "brazos"

que cambien su forma. Pero si es de tamaño medio o pequeño corre más suerte de permanecer de dichos tamaños o reducirse hasta desaparecer que de expandirse [véase la figura 5].

Clasificación de las manchas

A la hora de realizar un registro de la actividad solar anotando la posición y el número de manchas, es útil hacer constar en él el estado de evolución de las manchas observadas para poder llegar a una conclusión sobre su futuro destino. Por lo general los aficionados utilizan para

esto la clasificación del Observatorio de Zurich [véase la figura 6], que divide los grupos de manchas según el estado al que hayan llegado y los designa con letras. Tal clasificación es la siguiente:

Tipo A: poro aislado o grupo de poros pequeños.

Tipo B: grupos de poros más marcados y grupos de poros dispuestos bipolarmente.

Tipo C: mancha pequeña o mediana y poros dispuestos bipolarmente.

Tipo D: grupos bipolares con dos o tres manchas y poros intermedios.

Tipo E: grupo grande de varias manchas y muchos poros.

Tipo F: grupo grande con manchas extensas irregulares y muchos poros.

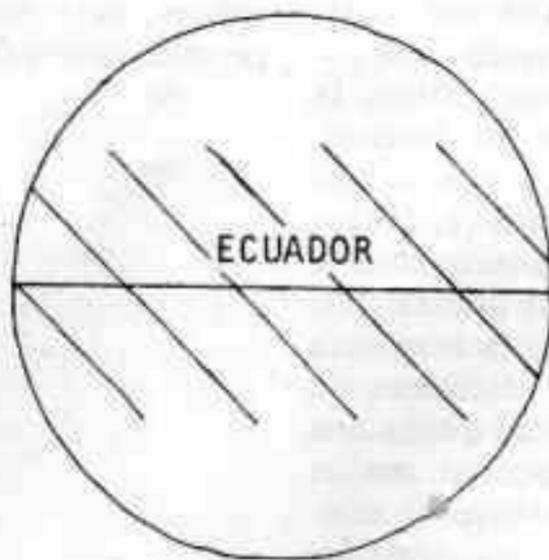
Tipo G: dos manchas grandes bipolares y pocos poros pequeños intermedios o mancha grande y poros bipolares.

Tipo H: mancha central grande con muy pocos poros cercanos o grupo compacto de manchas medianas nacido de la división de un grupo mayor.

Tipo I: mancha regular o mancha pequeña en proceso de desaparición.

Tipo J: mancha reducida.

Las manchas solares arrancan siempre del estado A. Siempre que una mancha no llegue al estado de mayor evolución -el estado F- retrocede hasta readoptar su estado anterior en la forma ABA, ABCBA, ABCDCBA, etc. Llegado el caso de que una mancha llegue al estado F, no podrá regresar al estado anterior.



3. ZONA DE APARICIÓN DE MANCHAS. Estas tienden a dar vueltas al Sol en trayectorias limitadas por la faja rayada que contiene el ecuador solar. Son raros los pocos casos de manchas que aparecen cercanas a los polos.

La evolución en cuestión es ABC-DEFGHIJ, es decir, todos los estados consecutivos.

Aunque el aficionado puede organizar su propio sistema de clasificación de manchas, se recomienda utilizar la clasificación Zurich si los registros han de enviarse a centros astronómicos, ya que este sistema está normalizado en la mayor parte del mundo.

Ciclos de la actividad solar

Se dice que el Sol está activo cuando sobre su superficie aparecen manchas. La actividad solar es directamente proporcional al área que cubren las manchas, de tal modo que una curva de esta actividad representada en función del tiempo trepará si el número de manchas solares se eleva y bajará si el número disminuye.

Si bien el Sol presenta día a día distintos índices de actividad, está circunscrito a un periodo de variación mucho mayor. Dicho periodo abarca once años, y comienza desde el mínimo de la actividad solar y termina en el mínimo siguiente, con el máximo en su medio. Estos periodos comenzaron a contarse desde el año 1744, año del inicio del periodo cero. Los periodos anteriores se designan con números negativos. El ciclo actual es el número 22, que comenzó entre mediados y fines de 1985.

El periodo de once años se hace notar principalmente en los medios radiales de comunicación. El Sol actúa eléctricamente sobre la ionósfera, acelerando sus partículas componentes a mayor o menor velocidad según la mayor o menor actividad solar respectivamente. Los comunicados radiales que utilizan la ionósfera deben encontrarla compacta para efectuar el rebote contra ella y volver a la Tierra. (El rebote ionosférico se utiliza principalmente cuando se desea cubrir grandes distancias por radio.) Si la ionósfera está acelerada, sus electrones se desplazan a tal velocidad que en una unidad de tiempo cubren mayor área que la que cubrirían si estuviesen quietos. De ahí que los electrones acelerados confieran a la ionósfera una mayor homogeneidad. En los comunicados radiales, esto se traduce en la recepción de una señal nitida y clara. Por el contrario, de estar inmóviles las partículas la onda radial se pierde



4. GRUPO DE MANCHAS en el que se pueden apreciar tres de gran tamaño con penumbras unidas entre sí rodeado de manchas más pequeñas.

por los intersticios que dejan en la ionósfera y rebota parcialmente. A esto se debe la señal débil o irregular que se recibe durante el mínimo de la actividad solar.

Modos de observar el Sol

La observación del Sol puede llevarse a cabo por dos medios. Uno es la fotografía, método no muy utilizado por los aficionados por caer fuera de sus posibilidades. El segundo es la observación visual, método seguido ampliamente por ser el más sencillo y rápido de los dos.

La observación visual puede hacerse de dos modos: por vía directa (observación con el ojo ante el ocular del telescopio) o por proyección (transporte de la imagen solar a un tablero de medidas mediante accesorios adosados al ocular).

La observación directa permite identificar los grupos de manchas solares, mientras que la proyección permite hacer esto más cómodamen-

te y realizar, además, cálculos sobre la posición y superficie de las manchas. La ventaja que ofrece la proyección sobre la observación directa es que se puede trabajar con la imagen sobre una lámina milimetrada, lo que le da al observador una cuadrícula de referencia que podrá usar luego para averiguar, por ejemplo, la distancia entre una mancha y otra o el borde del disco solar, etc., preparando una escala entre las distancias aparentes y verdaderas.

Preparativos para la observación directa

Si el aficionado ha de llenar sus registros a base de observaciones directas, debe tomar ciertas precauciones, ya que tal vez éste sea uno de los pocos casos en que la astronomía puede resultar peligrosa.

Para observar el Sol sin riesgos es necesario disminuir considerable-



5. MANCHA AISLADA en cuya cercanía no se encuentran siquiera manchas pequeñas, pese a su tamaño.

mente la gran cantidad de luz solar que llega al telescopio y sale por el ocular. A fin de proteger de semejante brillo la vista del observador y permitirle una visión clara sin riesgos, al ocular se le adosan aparatos especiales cuya función es disminuir el porcentaje de luminosidad del Sol haciendo pasar su luz por un prisma [véase la figura 7]. Dichos aparatos deben dejar pasar menos de un 1 por ciento de la luz original. Un porcentaje mayor no resulta muy seguro para la vista.

solar por el ocular y haciéndola llegar hasta una lámina milimetrada que el observador sostiene, es aconsejable preparar un armazón de planchas de cartón o metal para dejar fijo sobre el ocular, a fin de obtener mayor comodidad si el método de observación elegido es éste [véase la figura 8].

Si se decide hacer las planchas de metal, éstas deberán ser de aluminio para no sobrecargar de peso al telescopio. Las demás piezas de agarre podrán ser de hierro.

Debido a que la mayoría de los oculares están pegados con bálsamo de Canadá, son algo sensibles al calor excesivo, por lo que el observador que haya optado por la proyección en lugar de la observación di-

recta deberá vigilar el estado del ocular si no dispone de filtros protectores.

El número de Wolf

La actividad solar registrada en una observación puede sintetizarse en un solo número, que se calcula en base al número de manchas contadas por separado y en grupos y a la constante numérica del telescopio determinada por su diámetro. El número en cuestión se obtiene mediante la fórmula $k(10g + m)$, donde k es la constante numérica del telescopio (que actúa como factor sobre el término entre paréntesis), g es el número de grupos de manchas y m el número de manchas contadas por separado. El número obtenido recibe el nombre de número de Wolf, en honor a uno de los pioneros en el estudio del Sol. Como este número está directamente relacionado con el número de manchas, se puede uno dar idea de la actividad solar observada refiriéndose al número de Wolf obtenido a la fecha de la observación [véase la figura 10].

Cuando no se encuentra ninguna mancha sobre el Sol, el número de Wolf vale cero (debido a que es cero el número de grupo de manchas a multiplicar). En tal caso, se dice que hay un estado de "Sol quieto", es decir, que el disco solar está completamente vacío de manchas.

Área de las manchas

Un trabajo interesante de hacer si se dispone de medios para proyectar la imagen del Sol es el de medir la superficie verdadera de las manchas. Para esto se deberá forrar la plancha de cartón o metal que recibirá la proyección con una lámina milimetrada. Durante la proyección deberá echarse mano a la fórmula $a(196 \times 10^{10}) / (2d \sqrt{d^2 - x^2})$, donde a es el área de la mancha sobre el papel milimetrado en milímetros cuadrados; 196×10^{10} es el cuadrado de 1.400.000, diámetro verdadero del Sol en kilómetros; d es el diámetro del Sol proyectado medido en milímetros cuadrados y x es la distancia entre la mancha y el borde del Sol proyectado medida en milímetros. Finalmente, se podrá establecer el porcentaje de superficie solar que cubren las manchas.

Preparativos para la proyección

Aunque la proyección de la imagen del Sol puede hacerse simplemente dejando pasar la luz

TIPO	CONFIGURACIONES POSIBLES		
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			

6. CLASIFICACION ZURICH. Ideada en el Observatorio de Zurich, designa el estado de evolución de las manchas solares mediante una letra, denominada tipo. En la figura se dan tres de las varias configuraciones características para cada tipo de mancha.

Discos heliográficos

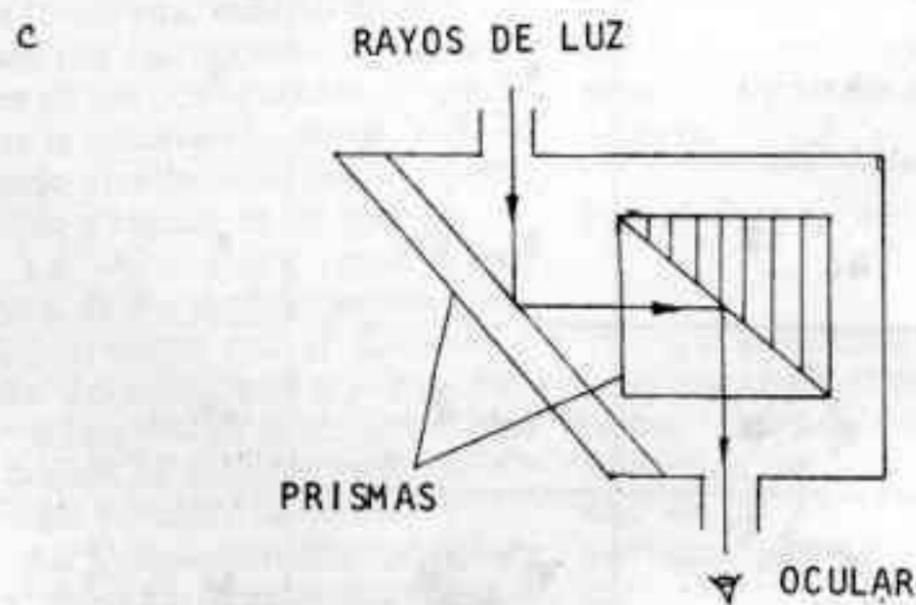
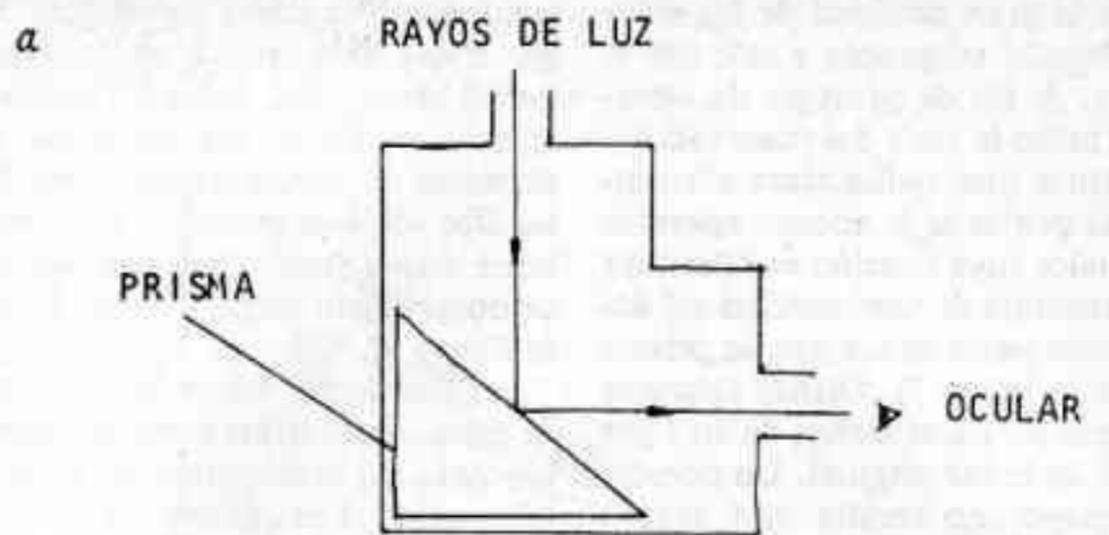
Mediante la proyección el observador puede tomar nota de la posición aparente de las manchas sobre el disco solar y realizar dibujos sobre éste. Pero si se desea conocer la posición heliográfica de las manchas (es decir, su latitud y longitud con respecto a las coordenadas propias del Sol) deberán utilizarse discos graduados que irán apoyados sobre la plancha que recibirá la proyección de la imagen. Dichos discos graduados vienen en un juego de ocho y normalmente llevan escrita la inclinación del eje de rotación del Sol con respecto al eje perpendicular a la eclíptica en grados, llamada ángulo de cabeceo [véase la figura 11]. Según la alineación del eje de rotación el ángulo de cabeceo variará entre un máximo de 7 grados y un mínimo de -7 grados aproximadamente a intervalos de unos tres meses [véase la figura 12].

El ángulo de cabeceo del Sol para todas las fechas del año figura en la gran mayoría de los almanaques de efemérides bajo el título de «Efemérides físicas del Sol». En tales efemérides se hallan tres columnas de datos. En la primera columna se da P , ángulo de cabeceo del eje de rotación del Sol con respecto al punto norte (punto de la intersección entre el borde del disco solar y la línea imaginaria que pasa por el centro del disco y el polo norte del cielo); B_0 , latitud heliográfica del centro del disco y L_0 , longitud heliográfica del centro del disco.

El primer dato a utilizar es B_0 , cuyo valor designa directamente el disco graduado a utilizar. Siempre ha de redondearse su valor hacia arriba si pasa la mitad del decimal, hacia abajo si no. Por ejemplo, si $B_0 = +3,4^\circ$ el disco a utilizar es el que está rotulado ± 3 ; si $B_0 = +4,6^\circ$ el disco será ± 5 y si $B_0 = -1,5^\circ$ dará igual utilizar los discos ± 1 o ± 2 , en presencia del decimal 5.

Una vez elegido el disco correspondiente se procede a averiguar cuál parte de él apuntará al norte y cuál al sur. Si B_0 es positivo la parte positiva del disco deberá coincidir con el norte de la imagen proyectada; si es negativo, será la parte negativa la que deba coincidir con el norte.

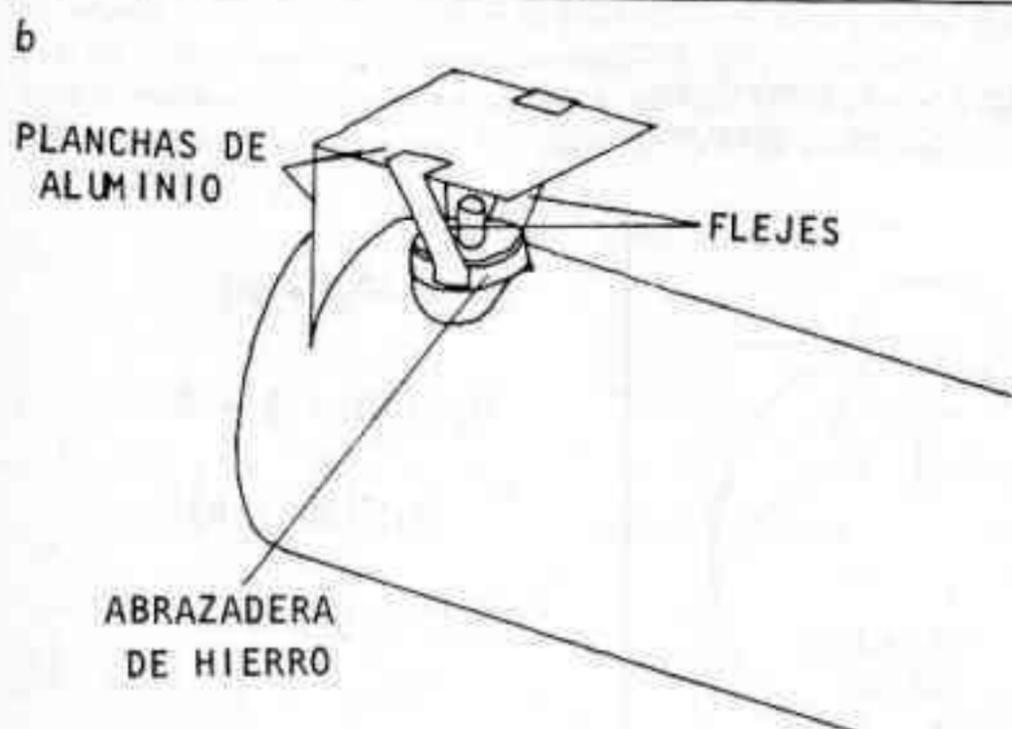
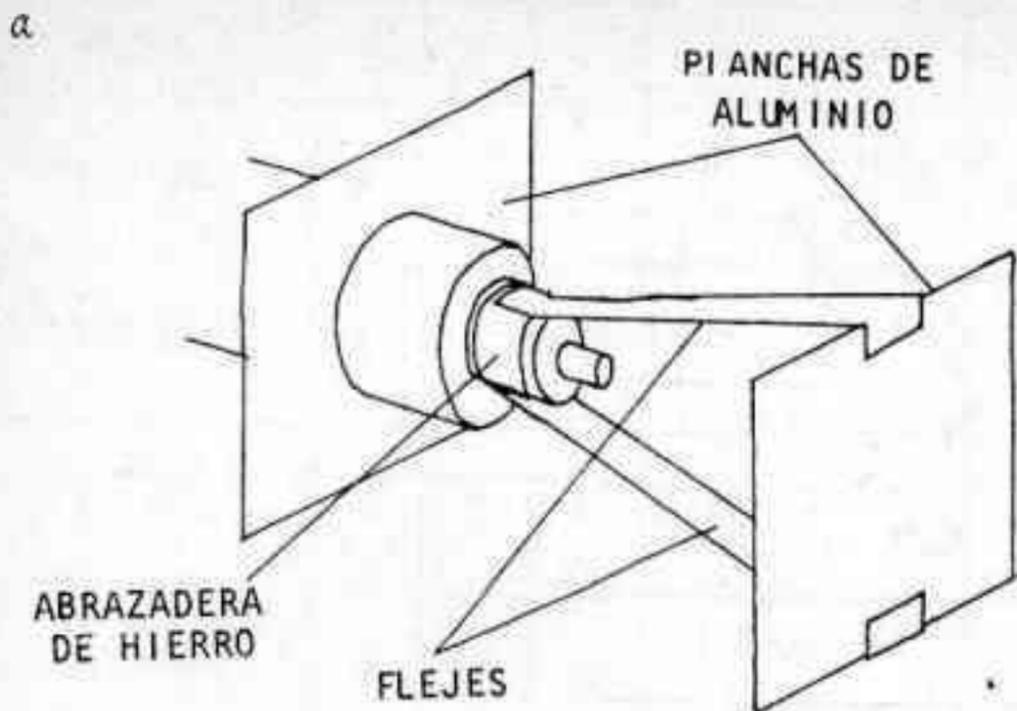
Antes de adosar al telescopio la plancha que recibirá la imagen se le trazan dos líneas perpendiculares entre sí paralelas a los lados, de tal



7. APARATOS REDUCTORES DE LA LUZ SOLAR que llega al telescopio. Se adosan al ocular y, haciendo rebotar la luz del Sol mediante un prisma en su interior, disminuyen el brillo de la imagen hasta un nivel admisible por el ojo humano. Son la cuña de Herschel (a), el pentaprisma (b) y el helioscopio de Colzi (c). De los tres aparatos mostrados, el que da mejores resultados es el helioscopio de Colzi, ya que deja pasar el menor porcentaje de luz original, medido en un 0,2 por ciento.

modo que la dividan en cuatro partes iguales. La plancha así dividida se acopla al telescopio y sobre ella se enfoca el disco del Sol. Hecho esto, debe hacerse coincidir una de las manchas solares con alguna de las líneas trazadas anteriormente moviendo el telescopio y *no* la plancha. Luego se inmoviliza el telescopio (apagando la relojería en caso de tenerla) y se pasa a observar el movimiento de la mancha con respecto a la línea.

Después de haber observado el movimiento de la mancha durante algunos minutos se estará en condiciones de determinar su trayectoria aparente. Dicha trayectoria deberá hacerse paralela a la línea previamente nombrada rotando entonces y sólo entonces la plancha que recibe la imagen. La línea en cuestión estará alineada con la dirección este-oeste del Sol, estando el oeste hacia donde se mueva la mancha.



8. ARMAZONES PARA PROYECCIONES de fácil construcción para telescopios refractores (a) y reflectores (b). Ambos consisten en sostener una plancha (pintada de blanco mate) a corta distancia del ocular mediante varillas de metal que la mueven merced al giro de una abrazadera alrededor del cuello del ocular.

Orientada la plancha, se procede a colocar sobre ella el disco graduado, haciendo coincidir su centro con el punto de intersección entre las líneas de la plancha. (La posición del centro del disco graduado se obtiene mediante el valor de P y L_0 .)

Luego se hacen coincidir la línea sobre la que se movió la mancha con el ecuador del disco graduado (línea perpendicular a la de los polos en su medio). Seguidamente se identifican los puntos cardinales. Al término de esto, el norte del Sol coincidirá con el norte del cielo.

Por último, se gira el disco graduado P grados en el sentido que corresponda según las efemérides. Para facilitar el giro es conveniente tener una escala en el borde del dis-

co graduado en las latitudes próximas al ecuador del Sol.

Una vez finalizada la orientación del disco, se dibujan sobre el mismo los grupos de manchas. Su latitud heliográfica saldrá de lectura directa, mientras que para la longitud verdadera deberá sumarse la longitud obtenida a L_0 si es oeste y restarse si es este.

Un registro diario o hecho a intervalos de tiempo no muy grandes de la posición de las manchas con respecto a las coordenadas heliográficas arrojará suficientes datos para confeccionar un mapa plano del Sol proyección Mércator que muestre su desplazamiento sobre su superficie en un tiempo determinado.

Preparación de registros e informes

Al final de todas las observaciones debe anotarse la información recabada para ser usada luego al someterla a estudio. El registro que para esto utilice cada observador responderá a su interés personal o al de la entidad con la que colabore.

Aunque el formato de los registros varía para cada quién, en el mundo se han normalizado dos formatos. Uno de ellos responde a la necesidad de anotar el índice de la actividad solar; el otro se limita a almacenar la posición heliográfica de las manchas solares.

El primer formato (índice de la actividad) es el más sencillo, ya que los casilleros del registro pueden llenarse mediante la información recabada por observación directa y por lo tanto sin proyección, lo que elimina los cálculos secundarios para la orientación final del disco graduado. Este tipo de registro se ha normalizado en el formato de la figura 13.

Los observadores que sólo desean tomar nota de la posición de las manchas con respecto a las coordenadas del Sol y su clasificación utilizan el segundo formato para sus registros, mostrado en la figura 14.

Siempre es preferible que en los informes definitivos no queden espacios en blanco correspondientes a días sin observación, máxime si dichos informes han de enviarse a centros que necesitan la mayor cantidad de información diaria y la menor cantidad de incertidumbres en los resultados enviados por sus observadores. Un pronto envío de éstos asegurará la fluidez de datos a través de la red de contactos.

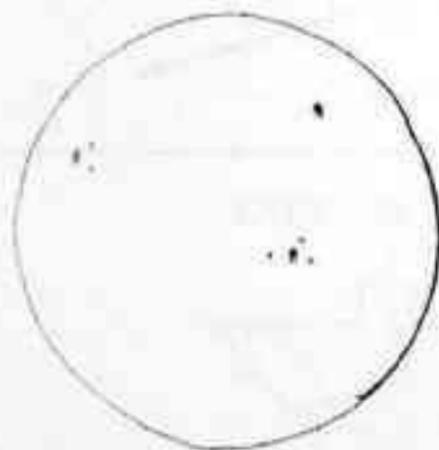
ERRATA

En el presente artículo de REVISTA ASTRONOMICA se han producido los errores siguientes:

Donde dice	Debe decir
«obtenmido»	«obtenido»
«supficie»	«superficie»
«térrmino»	«término»
«deterimina»	«determina»

DIÁMETRO DEL TELESCOPIO (EN CENTÍMETROS)	k
4	1,5
8	1
12	0,9
15	0,7
18	0,6
20	0,5

9. CONSTANTES PARA TELESCOPIOS en función de su diámetro. Estas constantes actúan como factor de reducción sobre la relación matemática entre los datos obtenidos tras las observaciones.



$$k(10g + m)$$

$$0,5(10 \times 3 + 8)$$

$$0,5(30 + 8)$$

$$0,5 \times 38$$

$$19$$

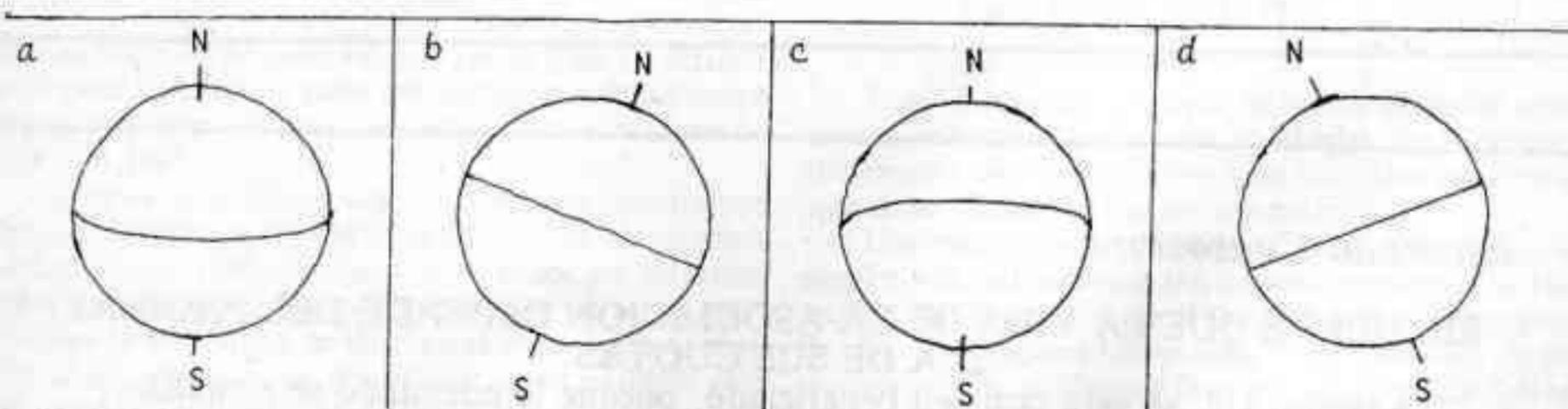
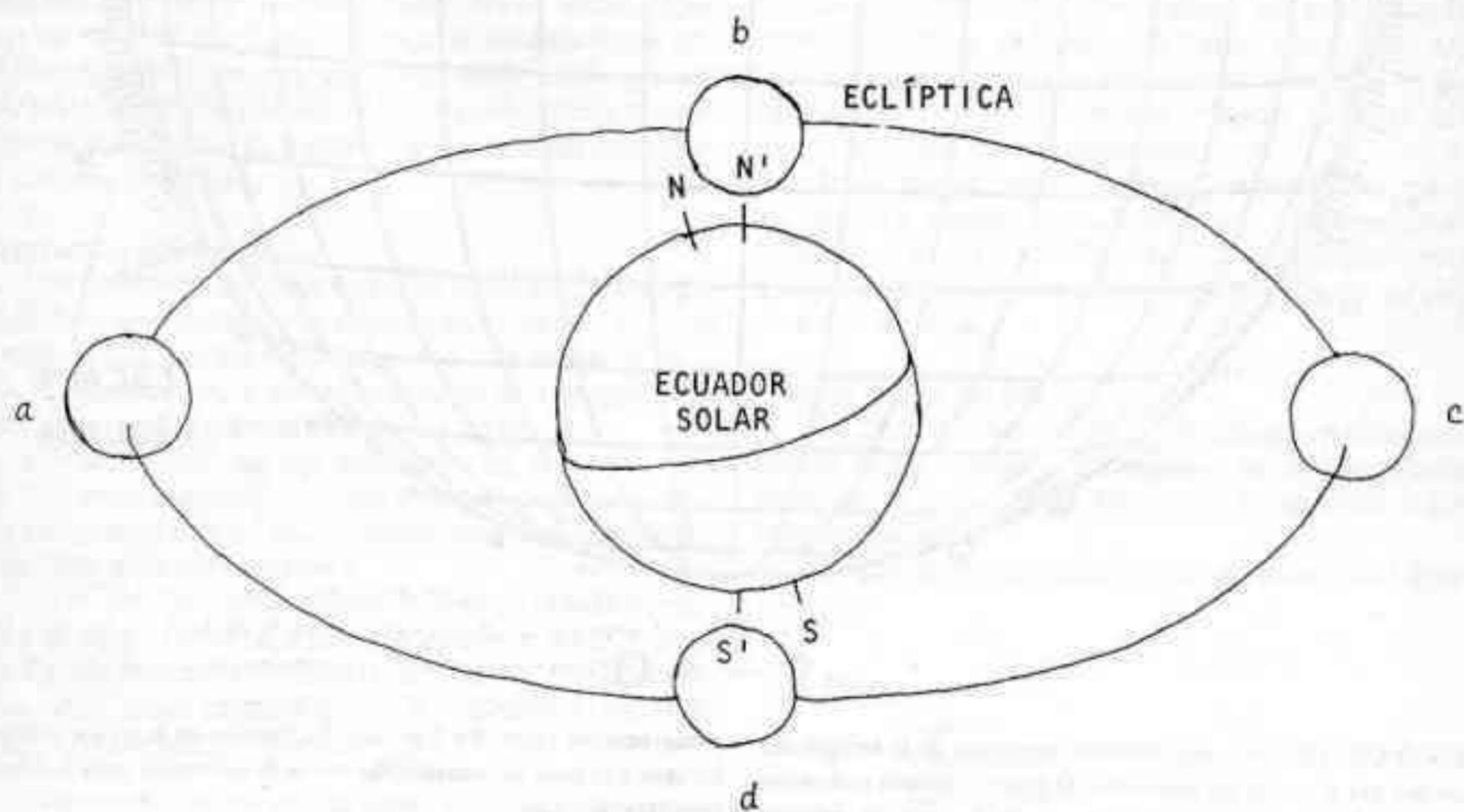
10. CALCULO DEL NUMERO DE WOLF explicado en este ejemplo. Se supone que se utiliza un telescopio de 20 centímetros de diámetro, cuya constante en la figura 9 es de 0,5. Hay tres grupos de manchas sobre el Sol y ocho manchas si se las cuenta una por una. Estos valores ingresan a la fórmula y arrojan el número de Wolf resultante.

FECHA	G ₁			G ₂			G ₃		
	λ	φ	Z	λ	φ	Z	λ	φ	Z
1/9/86	10°0	30°N	B	5°E	10°S	C			
2/9/86	13°0	31°N	B	1°0	8°S	C	50°E	42°N	A
7/9/86									
18/9/86	16°0	32°N	B	7°0	6°S	B			

11. REGISTRO DE LA POSICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS MANCHAS ejemplificado. Por cada grupo se anotan su longitud heliográfica λ , latitud heliográfica φ y clasificación Zurich Z.

FECHA	<i>g</i>	<i>m</i>	NW	TELESCOPIO	<i>k</i>	VIS
1/9/86	2	7	13	REFLECTOR Ø 20 cm	0,5	4
2/9/86	3	8	19	"	0,5	5
7/9/86	0	0	0	"	0,5	4
18/9/86	2	9	17	REFRACTOR Ø 15 cm	0,7	3

13. REGISTRO DEL NUMERO DE WOLF ejemplificado. La primera columna contiene la fecha; la segunda, el número de grupos de manchas bajo la letra *g*; la tercera, el número de manchas *m*; la cuarta, el número de Wolf correspondiente a dichos datos y a los de la cuarta y quinta columnas, el tipo de telescopio utilizado y su constante, respectivamente; la sexta columna contiene el grado de visibilidad del cielo, medido normalmente de 1 a 5, significando 1 la menor visibilidad y 5 la mejor. 2, 3 y 4 son grados intermedios.



12. "CABECEO" DEL SOL visto desde la Tierra. Esta gira en torno al Sol por la eclíptica, y debido a que el eje de rotación *NS* no está alineado con la línea de los polos eclípticos *N'S'*, la vista que desde la Tierra se obtiene, a medida que cambia su posición, es la de un trom-

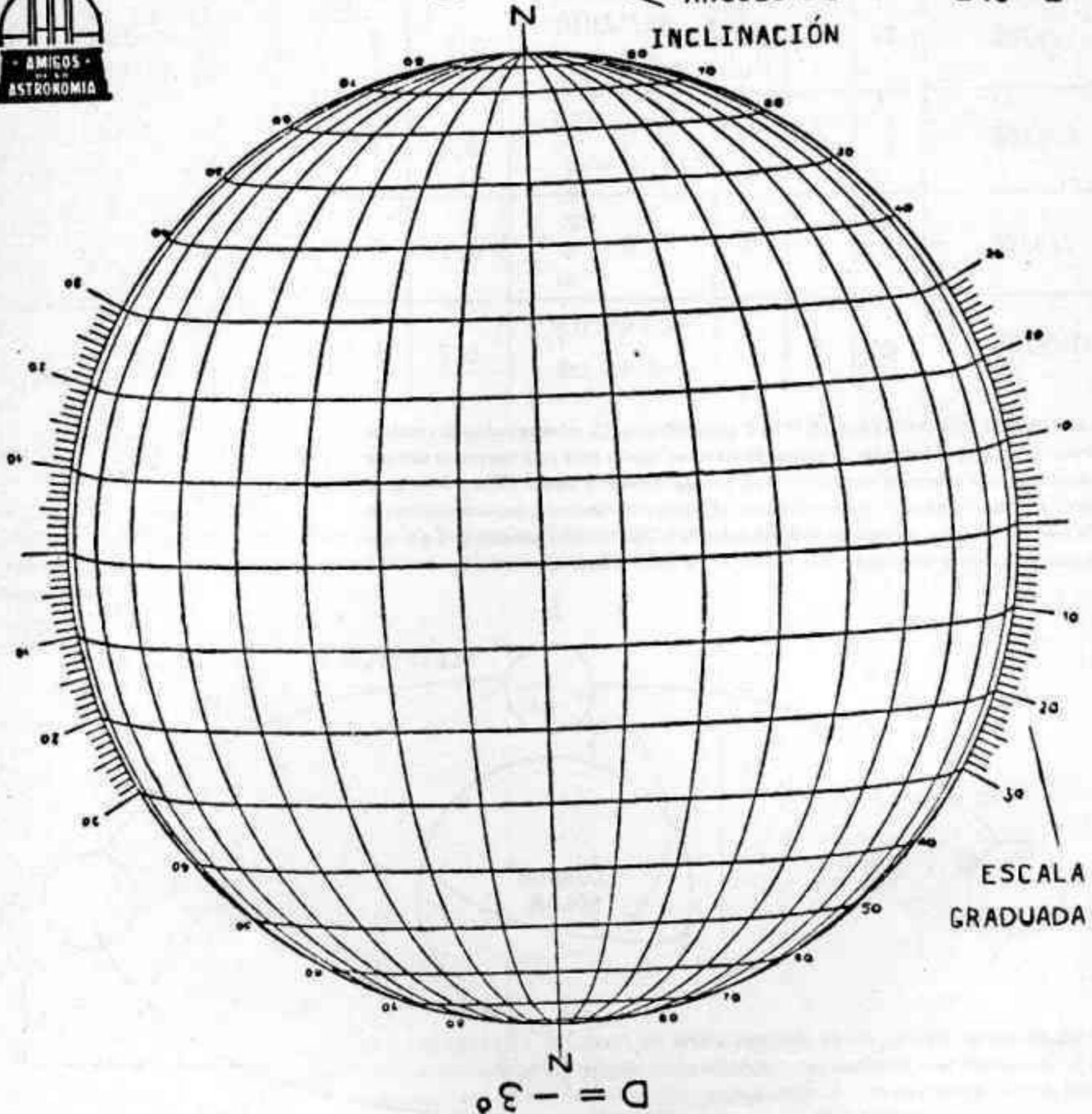
po que declina su movimiento. Se da la vista desde *a*, *b*, *c* y *d*. El ángulo entre *NS* y *N'S'* determina el disco graduado que ha de usarse en la proyección.



$$D = +3^\circ$$

ÁNGULO DE INCLINACIÓN

N. 4



11. DISCO GRADUADO que recibe la proyección de la imagen del Sol que sale por el ocular del telescopio. El juego completo es de ocho discos, que abarcan Soles coordinados para ángulos de cabeceo

comprendidos entre -7 y 7 grados. La función de la escala graduada cercana a la zona del ecuador del Sol es de referencia para la orientación final del disco.

Estimado Consocio:

RECUERDE QUE LA VIDA DE LA ASOCIACION DEPENDE DEL PAGO AL DIA DE SUS CUOTAS.

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

Programas de Observación

DIRECCION DEL OBSERVATORIO

Debido al interés demostrado el año pasado en nuestros programas de observación y el éxito alcanzado en algunos de ellos como el de observación de Marte y el de lluvias meteóricas, hemos decidido repetir la experiencia para 1987. Algunos programas son nuevos, otros han sido renovados y otros definitivamente eliminados, pero todos se encuentran al alcance de telescopios pequeños y de los aficionados que se inician en la observación.

Los lectores de REVISTA ASTRONOMICA que posean telescopios de 200 mm de diámetro o mayores y estén interesados en realizar trabajos sistemáticos sobre algún tema en especial pueden comunicarse directamente con la Dirección del Observatorio, indicando sus preferencias, instrumental y posibilidades. Facilitaremos toda la información necesaria y contestaremos a sus inquietudes con mucho gusto.

Observación planetaria

Durante 1986 la Gran Mancha Roja de Júpiter fue difícil de ubicar en instrumentos de aficionados. A pesar de todo, sigue siendo de interés medir la longitud de la GMR o cualquier otra perturbación en la atmósfera joviana para poder estudiar su deriva irregular.

El mejor método fue explicado en R.A. N° 235, pág. 20, pero también se puede dibujar el disco del planeta indicando lo más exactamente posible la ubicación de la GMR para ese instante.

La mejor época para observarlo es en octubre (oposición el 16 de octubre, diámetro aparente 49,7"), pero será visible en enero y febrero después del anochecer y desde abril hasta octubre antes del amanecer, pasando luego nuevamente a vespertino.

Marte será visible por la tarde durante los primeros meses del año, reduciendo su diámetro aparente de 7" el 1/1 a 3,6" el 4/7, fecha en la que se encontrará muy cercano al Sol para su observación. Desde fines de octubre se lo podrá encontrar antes del amanecer y su diámetro aparente aumentará paulatinamente hasta el máximo de 23,8" en 1988.

A pesar de su altura sobre el horizonte necesitamos dibujos del planeta en 1987 para continuar los estudios realizados en 1986. Estamos interesados en informes sobre los casquetes polares, tormentas de polvo, su efecto sobre la visibilidad de las marcas permanentes sobre el planeta, etc. A pesar del pésimo clima en 1986, este planeta fue observado intensamente desde la AAAA, pudiéndose detectar un notable cambio en el tamaño de los casquetes polares.

En este mismo número de REVISTA ASTRONOMICA se podrá encontrar un artículo que describe las técnicas de observación del planeta Marte.

Respecto a los restantes planetas, Saturno estará en oposición el 9/6 (diámetro aparente = 18,4"), siendo visible antes del amanecer desde marzo hasta la oposición, pasando luego a vespertino. Venus se encontrará hasta fines de junio en el este antes del amanecer (máxima elongación oeste el 15/1), y de setiembre a diciembre en el oeste después del anochecer. Mercurio será visible por la mañana del 6/3 al 29/4 (período más favorable para nosotros), del 12/7 al 12/8 y del 3/11 al 6/12, y por la tarde del 26/1 al 21/2, del 15/5 al 26/6 y del 30/8 al 22/10 (período más favorable para nosotros). De Saturno nos interesan dibujos del disco del planeta y el seguimiento de sus satélites, y de Venus y Mercurio necesitamos observaciones que indiquen el momento en que se produce la fase de dicotomía ("media luna"), ya que nunca coincide con la calculada.

Para mayor información y por cualquier consulta al respecto puede comunicarse con el encargado del Grupo de Observación Planetaria, Sr. Marcelo Saludas, quien facilitará información, planillas y material impreso sobre el tema.

Eclipse anular de Sol

El 29/3/87 será visible desde nuestro país un eclipse anular de Sol. Estamos interesados en informes sobre la hora de contacto de la sombra y fotografías sobre el acontecimiento.

Los horarios de inicio y fin, en hora legal argentina, son:

	Hora
Inicio	07 02,5
Centro inicio	08 04,7
Centro medio	09 30,4
Centro fin	11 33,1
Fin	12 35,3

Para fotografiar el eclipse no es indispensable contar con telescopio y montura ecuatorial. Es suficiente una cámara común de 35 mm y un trípode o estructura para dejar la cámara fija en una posición.

Los interesados en observar o fotografiar el eclipse pueden solicitar información complementaria a la Dirección del Observatorio o al Departamento de Fotografía. Las dos mejores fotografías de las remitidas serán premiadas con un libro de la colección científica Salvat a elección del ganador.

Observación solar

Si posee un instrumento de diámetro pequeño y tiene un rato libre durante el día para observar, ésta es la rama de la astronomía en la que puede colaborar inten-

samente. Con cualquier telescopio de 40 a 100 mm de diámetro, refractor o reflector, puede obtener registros de la actividad solar día a día y detectar la aparición de manchas solares. En REVISTA ASTRONÓMICA se han publicado dos cursos sobre observación solar [véanse R.A. N° 185 de J. Pardi y la serie del Dr. A. Papetti en R.A. N° 204 a 214], pero los interesados pueden pedir al encargado del Grupo de Observaciones Solares, Sr. Fabián Fucci, toda la información pertinente, así como también planillas de informe y resúmenes de las observaciones realizadas.

Estrellas variables

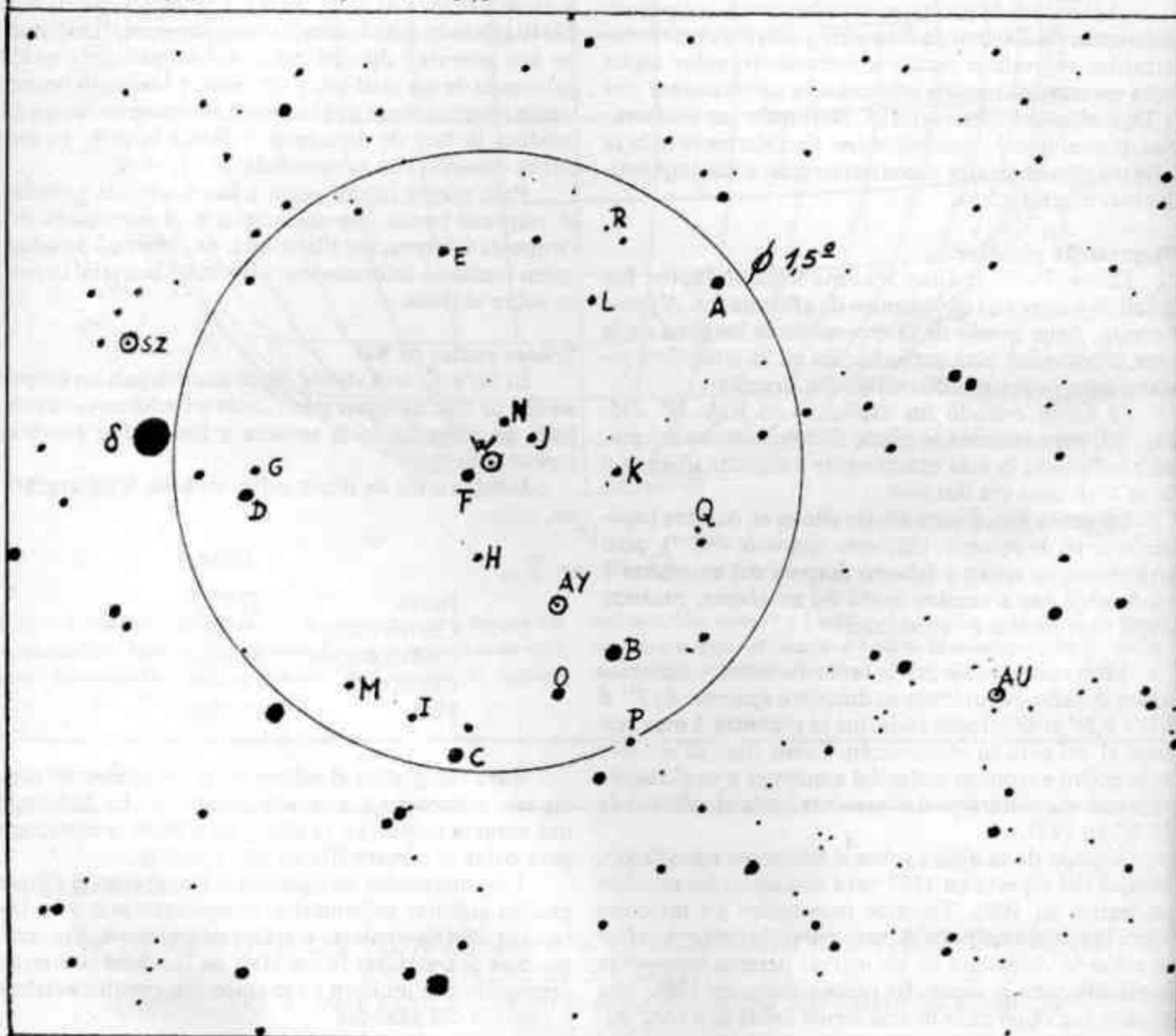
Uno de los programas más importantes de 1986 era la determinación de la curva de luz de la binaria eclipsante W Crucis, variable muy mal estudiada con período de 198,53 días y duración del eclipse de 60 días.

Debido al mal tiempo el año pasado no se pudo estudiar durante el momento del eclipse, pero se obtuvo una carta mucho mejor gracias a los observadores del Colegio Luisa Barreiro de Rafaela, Santa Fe, que será controlada fotoeléctricamente en el Observatorio Municipal de Mercedes para confeccionar una carta definitiva.

Durante 1987, W Crucis tendrá mínimos el 1/4 y el 15/10 aproximadamente, fechas en que la estrella caerá de su magnitud 8 a una de 9,5. Se recomienda observar la variable desde 45 días antes hasta 45 días después de la fecha calculada para el mínimo y observar en forma periódica durante todo el eclipse.

Otra binaria eclipsante que es necesario estudiar es BL Telescopii, con un período de 2,13 años y duración del eclipse de 68 días. Su magnitud en el mínimo es muy variable y, en promedio, llega a 9,09 siendo su valor ori-

W CRUCIS α : 12h 09,6m (1950,0) δ : -58° 30'
 Tipo: E - Dur. eclipse: 60d (?) - Sp: G1/G8
 Per.: 198,53d - M: 8,0 - m: 9,5



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
7,45	7,60	7,85	7,95	8,45	8,90	9,00	9,10	9,20	9,30	9,40	9,60	9,50	9,70	9,80
P	Q	R												
9,90	10,00	10,25												

Gentileza del Observatorio Astronómico del Colegio Nacional "L. R. de Barreiro", Rafaela

ginal 6,96 (magnitudes en el visual). Debido a la amplitud de 2,1 magnitudes, las estimas pueden hacerse con binoculares o en forma fotográfica con una cámara común de 35 mm y filtro amarillo (de otra forma las magnitudes serían fotográficas y no visuales. Véase el programa sobre variables de largo período).

No se obtienen datos de esta variable desde 1953 y no está en los programas de la AAVSO. Rigen las mismas indicaciones que para W Crucis.

Si está interesado en el estudio de estrellas variables y no cuenta con telescopio pero sí con una cámara de 35 mm puede realizar un trabajo muy interesante en el campo de las estrellas semiirregulares y de largo período.

Estas variables, con períodos mayores a 40 días y amplitudes de más de 1 a 2 magnitudes, son ideales para estimar fotográficamente. Si cada 7 a 10 días se obtiene una fotografía de la región de la variable debido a su gran amplitud y a los períodos involucrados, la variación en el brillo será fácilmente detectada y podrá ser comparada con las restantes estrellas del campo de magnitud conocida. Si se utiliza un filtro amarillo las magnitudes serán visuales; de otro modo serán azules o fotográficas. Para guiar la cámara durante la exposición se requiere una montura que compense la rotación de la Tierra alrededor de su eje. Esta montura puede ser del tipo detallado por el Lic. A. Di Baja en R.A. N° 225, pero para fotografías con exposiciones menores a 20 minutos se pueden emplear con éxito monturas de madera mucho más simples y transportables. En el próximo número de R.A. se podrá encontrar un artículo que detalla este tipo de montura simple y su forma de uso, pero también puede pedirse una copia de dicho artículo a la Dirección del Observatorio.

NOMBRE	POSICION	PER	MAG	TIPO
U Men	4h14m -81°59'	410	70/100	SR
R Pic	4 45 -49 20	172	69/100	SR
T Cae	4 45 -36 18	156	70/98	SR
AS Pup	8 08 -38 01	328	77/110	LP
R Car	9 31 -62 34	309	40/100	LP
SZ Car	9 58 -59 59	126	80/100	SR
CM Vel	10 06 -53 01	780	74/100	SR
BZ Car	10 52 -61 46	97	78/96	SR
BH Cru	12 14 -56 01	421	72/100	LP
XZ Cen	12 22 -35 21	291	78/107	LP
T Mus	13 17 -74 11	93	70/90	SR
RV Cen	13 34 -56 13	446	72/108	LP
T Cen	13 39 -33 21	91	55/100	SR
VX Cen	13 48 -60 10	308	80/110	SR
R Cen	14 13 -59 41	547	54/120	LP
V Pav	17 39 -57 42	225	80/100	SR
S Pav	20 08 -60 05	397	66/100	SR
X Pav	20 08 -60 05	397	80/100	SR
T Ind	21 17 -45 14	320	60/85	SR
S Phe	23 57 -56 51	141	72/90	SR

Tabla 1. Las 20 variables tipo largo período (LP) y semiirregulares (SR) más fáciles para aplicar la técnica fotográfica. Las magnitudes son visuales y sin coma decimal (107 = 10,7). La posición está dada para B1950,0 y los períodos están dados en días.

Se ha preparado una lista con 90 estrellas de largo período y semiirregulares cuyos períodos y amplitudes corresponden a los valores mencionados, muchas de las cuales no están incluidas en los programas de la AAVSO ni poseen cartas. En la tabla 1 se detallan las 20 variables más fáciles, con sus coordenadas (1950,0), tipo de variabilidad, período y magnitudes máxima y mínima.

Los programas de estudio de estrellas variables para 1987 son muy importantes para nosotros y tienen la máxima prioridad. Tenemos otras variables que siguen en estudio y de las cuales necesitamos más estimas para completar su curva de luz, por lo que se requieren más observadores. Si se encuentra interesado en alguno de estos programas o desea mayor información, comuníquese con el encargado del Grupo de Observadores de Variables, Sr. Juan Carlos Marioni, que le brindará todo su apoyo (véase también estrellas múltiples).

Estrellas múltiples

Con el micrómetro para aficionados que se detalla en R.A. N° 234 ahora los interesados en esta rama de la astronomía pueden trabajar con sus telescopios midiendo algunas de las estrellas dobles australes que no tienen mediciones actualizadas en los últimos años (hay estrellas que no se controlan desde el siglo pasado).

Se puede obtener una lista de estrellas que necesitan medición, junto con sus posiciones, datos complementarios y una pequeña carta de comparación para encontrar la doble del encargado del Grupo de Observadores de estrellas Múltiples, Sr. Roberto Betbeze, quien gustosamente contestará sus preguntas.

Los observadores de Estrellas Múltiples de la Asociación Valenciana de Astronomía han detectado frecuentemente muestras de variabilidad en sistemas múltiples que se encuentran en estudio en el hemisferio norte. Normalmente, la estrella más débil es la que presenta la variabilidad y, debido a la poca incidencia sobre la magnitud conjunta, este trabajo se debe realizar en forma visual y no mediante fotómetros del tipo fotoeléctrico.

El método recomendado para detectar la variación en el brillo es el de comparar las magnitudes de las componentes del sistema. Se puede aplicar las técnicas de variables (Pogson, fraccional) o el método de Beyer aplicado en el estudio de cometas. Al detectar la variación se deberá informar con urgencia a la Dirección del Observatorio para coordinar el estudio de la estrella. Mayor información, así como una lista de estrellas, puede obtenerse del Sr. Roberto Betbeze.

Lluvias meteóricas

este programa, iniciado formalmente en 1986, es el de mayor éxito de los presentados el año pasado. Debido al interés demostrado por este programa se ha formado una Red de Observadores de Meteoros con miembros en todo el país. Cualquier observador interesado puede ingresar a esta Red con el solo requisito de remitir periódicamente las observaciones realizadas. No se necesita instrumental, el trabajo se realiza a simple vista y es recomendable trabajar en lugares oscuros y con el horizonte lo más libre posible.

En estos momentos estamos estudiando algunas lluvias del hemisferio sur muy importantes, como las púpidas-vélidas de las que hay que determinar si son una

o dos lluvias superpuestas, y algunas lluvias menores de actividad variable de año en año.

En este número de R.A. podrán encontrar un artículo que detalla el método de trabajo para realizar este tipo de estudio.

Si se desea mayor información sobre el tema, el Director del Observatorio, Sr. Ricardo Gil Hutton (coordinador de la Red), está a su disposición para aclarar cualquier duda o inquietud.

Programas especiales

Se ha formado un grupo de socios que tienen acceso a telescopios mayores con instrumental accesorio que están trabajando en programas de estudio muy importantes y necesitan colaboradores para desarrollar estos estudios plenamente.

Si está interesado en colaborar con este grupo y tiene conocimientos de cosmografía y fotografía astronómica (no excluyente), acérquese para hablar con el Director del Observatorio o con el Encargado del Departamento de Fotografía, Sr. Alejandro Blain, y puede tener la oportunidad de aprender nuevas técnicas de trabajo y desarrollar nuevos programas de estudio según sus preferencias.

Recuerde que existen muchos programas de observación con valor científico al alcance de instrumentos de aficionado. Comuníquese con nosotros para indicarnos su inquietud y buscaremos el programa más apto para su instrumental y posibilidades, facilitándole toda la información necesaria. Lo esperamos.

COMETA WILSON 19861

TU	Fecha / hora		AR (1950)	DEC	MAG. B	FASE
MAR	5	4:00	20h 35m 41.7s	-23° 24' 11.7"	6,60	-25,12
	10	4:00	20 40 10,7	-25 10 58,5	6,30	-29,57
	15	4:00	20 44 10,3	-26 56 18,5	6,03	-33,37
	20	4:00	20 48 31,1	-29 01 21,5	5,75	-37,21
	25	4:00	20 53 23,6	-31 32 35,9	5,46	-41,05
	30	4:00	20 59 04,9	-34 39 19,4	5,15	-44,79
ABR	4	4:00	21 06 05,3	-38 35 02,8	4,83	-48,32
	9	4:00	21 15 25,3	-43 39 26,9	4,50	-51,47
	14	4:00	21 29 20,1	-50 20 15,9	4,15	-54,01
	19	4:00	21 54 04,7	-59 10 25,8	3,82	-55,67
	24	4:00	22 54 00,3	-70 14 16,1	3,53	-56,27
	29	4:00	02 32 09,7	-78 31 38,6	3,35	55,93
MAY	4	4:00	06 29 52,9	-69 22 34,6	3,37	55,23
	9	4:00	07 35 39,7	-54 43 52,8	3,59	54,46
	14	4:00	08 01 57,5	-42 11 57,5	3,95	53,36
	19	4:00	08 16 32,5	-32 39 36,7	4,35	51,67
	24	4:00	08 26 16,5	-25 35 18,0	4,76	49,43
	29	4:00	08 33 34,8	-20 18 28,8	5,15	46,76

Magnitud absoluta $B(1,0) = 3,50$
 Máximo brillo = 1/5/87 3,33 (B)
 Mag. media en oposición = 5,63 (B)
 Coef. = 0,039
 Angulo de fase máx. = -56,27 el 24/4/87

Parámetros orbitales:

Semieje mayor = -1,2082999
 Excentricidad $e = 1,000$
 Inclinação $i = 147°,21077$
 Long. nodo asc. = $110°,74839$

Arg. perihelio = $237°,87090$
 Anomalía media = $7°,11224$
 Epoca = Mayo 5, 1987
 Fuente: MPC 11047

Como bien se aclara en el boletín del IHW de Octubre de 1986, es difícil predecir las características de un cometa no periódico (basta recordar el caso Kohoutek). El cometa fué hallado en una placa del nuevo Palomar Sky Survey el 5/8/1986, con un brillo de mag. 12 visual. Todos aquellos interesados en obtener efemérides más detalladas deberán dirigirse a la Dirección del Observatorio.

INFORMACION PARA OBSERVADORES DE LLUVIAS METEORICAS

La observación de lluvias meteóricas por el aficionado es uno de los tantos trabajos científicamente útiles que se pueden realizar sin instrumental, con tiempo disponible y gran dedicación.

El presente trabajo es una guía breve sobre cómo realizar estas observaciones, dónde y cuando observar y cómo reportarlas.

Meteoros y meteoritos

En el espacio interplanetario se puede encontrar una enorme cantidad de restos derivados de antiguas colisiones entre asteroides, residuos del origen del sistema solar o el producto de la lenta pero inexorable destrucción de los cometas. Todos estos fragmentos se mueven

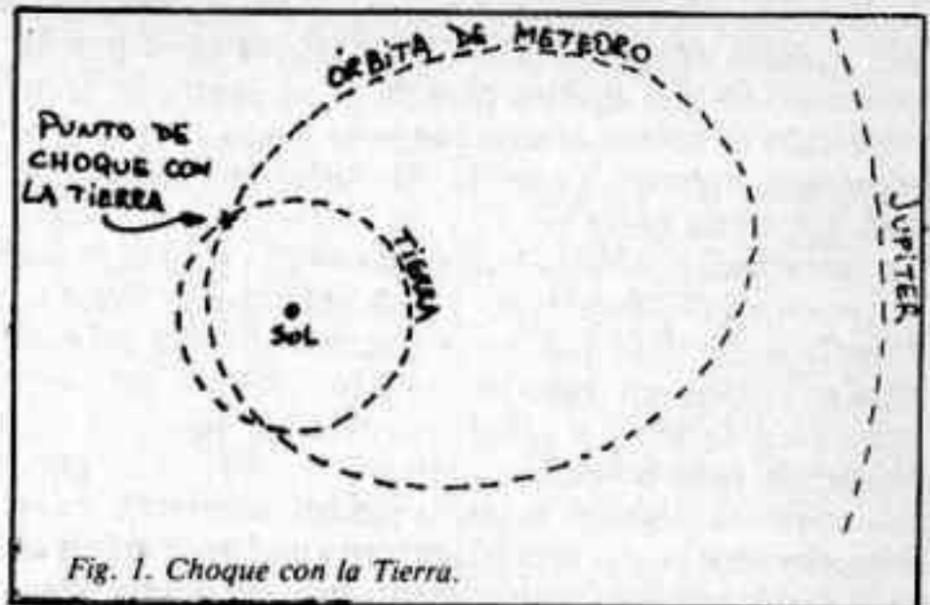


Fig. 1. Choque con la Tierra.

dentro de nuestro sistema solar siguiendo las leyes de la mecánica celeste que rigen el movimiento de los planetas mayores, o sea, describen órbitas elípticas. Estos fragmentos (denominados *meteoros*), que poseen masas que

TABLA I

LOGARITMO DE LA MASA DEL METEORO	INTERACCION CON LA TIERRA	NOMBRE DEL FENOMENO	TASA APROX. DE CAPTURA ANUAL
·	Cuerpo de corta vida y raro en el sistema solar; barrido por el viento solar		
-12			
-11			
-10			
-9			
-8			
-7			
-6(micro)			
-5			
-4			
-3(mili)	Desacelerados en la alta atmósfera sin fundirse		
-2			
-1			
0(gramo)			
1			
2			
3(kilo)			
4			
5			
6(ton)			
7	Se funden en la alta atmósfera, se dispersan en pequeñas partículas, vaporización.	Meteoro	
8			
9			
10			
11			
12			
·			
·			
·			
·			
·	Desacelerado en la baja atmósfera, parcialmente fundido. El interior llega a la Tierra intacto.	Fireball	1x10 ⁹ 1x10 ⁸ 1x10 ⁷ 1x10 ⁶ 1x10 ⁵ 1x10 ⁴ 1x10 ³ 1x10 ² 10 1 0,1 0,01 · · ·
1			
2			
3(kilo)			
4			
5			
6(ton)			
7			
8			
9			
10	Meteoros de hierro. No frenan y chocan con la Tierra a 10-30 km/seg, forman cráteres. Los meteoros pétreos se fragmentan y frenan como los anteriores	Bólido (efectos sonoros)	
11			
12			
·			
·			
·			
·			
·			
·			
·			

PRINCIPALES MINERALES: Olivina, piroxeno, troilita (FeS), diopsida, spinel, fasaíta, melilita, magnetita (Fe₃O₄), hierro, Ni-sulfide, plagioclasa, cromita, cohenita (Fe₃C), kamacita, taenita, pallasita, etc.

oscilan entre los pocos microgramos y algunas toneladas, pueden cruzar la órbita de la Tierra en el preciso momento en que nuestro planeta se encuentra en la intersección de ambas órbitas [véase la figura 1] y, en consecuencia, ingresan a nuestra atmósfera con una velocidad que oscila entre los 11 y 30 km/seg. Esto produce un calentamiento hasta la incandescencia generado por el rozamiento atmosférico y una ablación de material superficial fundido que, junto con la ionización del aire, deja en el cielo un trazo brillante (trayectoria del meteorito). La ablación y el calor destruyen los meteoros más pequeños, pero porciones interiores de objetos un poco más masivos (algunos gramos) pueden sobrevivir y son desacelerados por la atmósfera hasta algunos cientos de metros por segundo para caer intactos a la Tierra, siendo su denominación en este último caso la de *meteoritos* [véase la tabla 1], tomando el nombre del lugar geográfico donde se lo encuentra (p. ej., meteorito de Campo del Cielo, Chaco). La columna de aire que el meteorito desplaza en su caída varía en forma proporcional al cuadrado de su sección, mientras que la masa del meteorito varía en forma proporcional al cubo de su sección. Por tal motivo, meteoros bastante grandes (aprox. 100 toneladas, varios metros de diámetro) son más masivos que la columna de aire que desplazan, siendo la atmósfera incapaz de desacelerar convenientemente al meteorito. Si el meteorito es principalmente pétreo, la presión del aire en su cara delantera produce la fragmentación en cuerpos pequeños que, ahora sí, son rápidamente desacelerados; pero si está compuesto principalmente de metales (hierro) tiende a permanecer cohesionado e impacta la Tierra con velocidades de decenas de km/seg, excavando cráteres considerables. Afortunadamente, este último fenómeno es bastante raro.

Lluvias meteóricas

Anteriormente hemos mencionado a los cometas como una de las fuentes de posibles meteoros, pero ahora analizaremos este caso más detenidamente. Cuando un cometa se acerca al Sol aumenta su brillo en forma considerable gracias a la rápida sublimación de sus hielos. Este paso de estado sólido a gaseoso deja libre polvo, rocas y gases que forman la o las colas del cometa, material que se distribuye a lo largo de la órbita debido a que no posee suficiente masa para cohesionarse gravitatoriamente.

Como vimos anteriormente, la Tierra encuentra en su viaje alrededor del Sol una gran cantidad de fragmentos que interactúan con su atmósfera dejando trazos brillantes en la bóveda celeste sin un orden establecido (estos meteoros se denominan *meteoros esporádicos*) [véase la figura 2a], pero si la Tierra cruza la órbita de un cometa periódico en actividad o ya desaparecido se observará que los meteoros dejan trazos que se distribuyen en forma radial alrededor de un punto en la bóveda celeste que es la proyección del punto de intersección de la órbita del cometa (o de los meteoros) con la Tierra. Como la cantidad de trazos visibles (o de meteoros) aumenta considerablemente debido a la gran densidad de objetos en una zona determinada del espacio (órbita), al fenómeno se lo denomina *lluvia de meteoros* y al punto en la bóveda celeste de donde parecen provenir *radiante* [véase la figura 2b].

Algunas lluvias pueden tener dos o tres radianes diferentes y activos al mismo tiempo, y pueden presen-

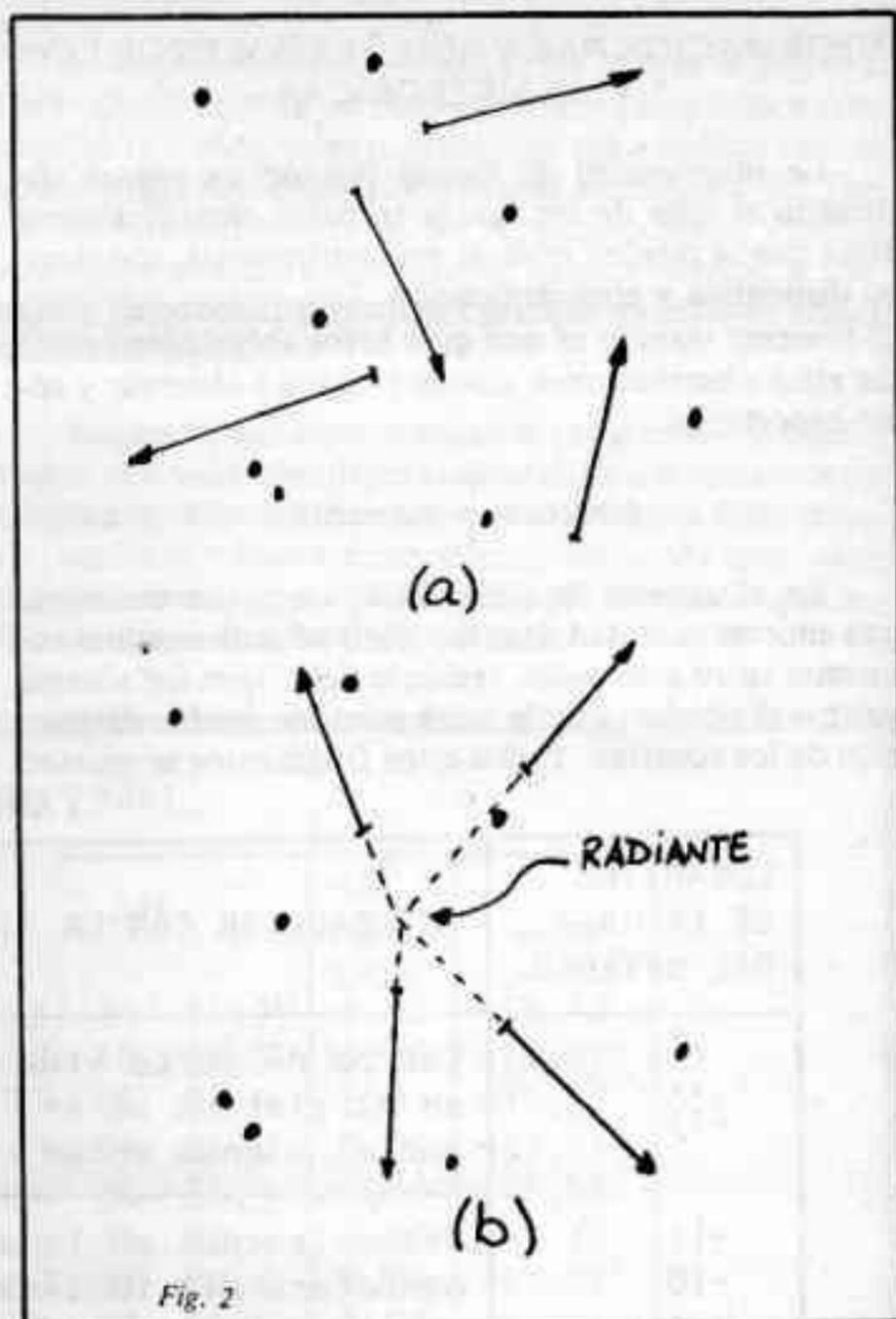


Fig. 2

tarse con igual intensidad todos los años (si los restos del cometa se han distribuido en toda la órbita), o variar su intensidad de año en año (los restos se han concentrado en una pequeña región).

Cómo realizar las observaciones

Para trabajar en lluvias meteóricas es importante tener acceso a un lugar bastante oscuro y con el horizonte libre de árboles y edificios, pero en el caso de no poder apartarse de una zona urbanizada prefiera los lugares sin luz de mercurio.

El equipo mínimo que necesita está compuesto por una silla o sillón que le permita permanecer en una posición lo más horizontal posible para poder observar la mayor porción del cielo, una linterna de luz roja para no encandilarse (pinte la bombita de una linterna pequeña de rojo), un reloj que deberá controlarse por teléfono o radio antes y después de cada sesión de observación y papel, lápiz y carta celeste. Algunos observadores que no realizan registros de trayectorias prefieren el uso de grabadores portátiles para registrar verbalmente la información sin retirar los ojos del cielo.

Con su equipo listo, bien abrigado y con una buena dosis de paciencia, colóquese en una posición cómoda que le permita observar la mayor porción de la bóveda celeste y, en el caso de observar una lluvia conocida, de frente al radiante. Recuerde que el radiante se moverá junto con las estrellas de este a oeste a medida que avance la noche [véase la figura 3]. Trate de mantenerse frente a él.

El mejor horario para realizar las observaciones es desde las 22 hs (tiempo local) hasta el amanecer, dado

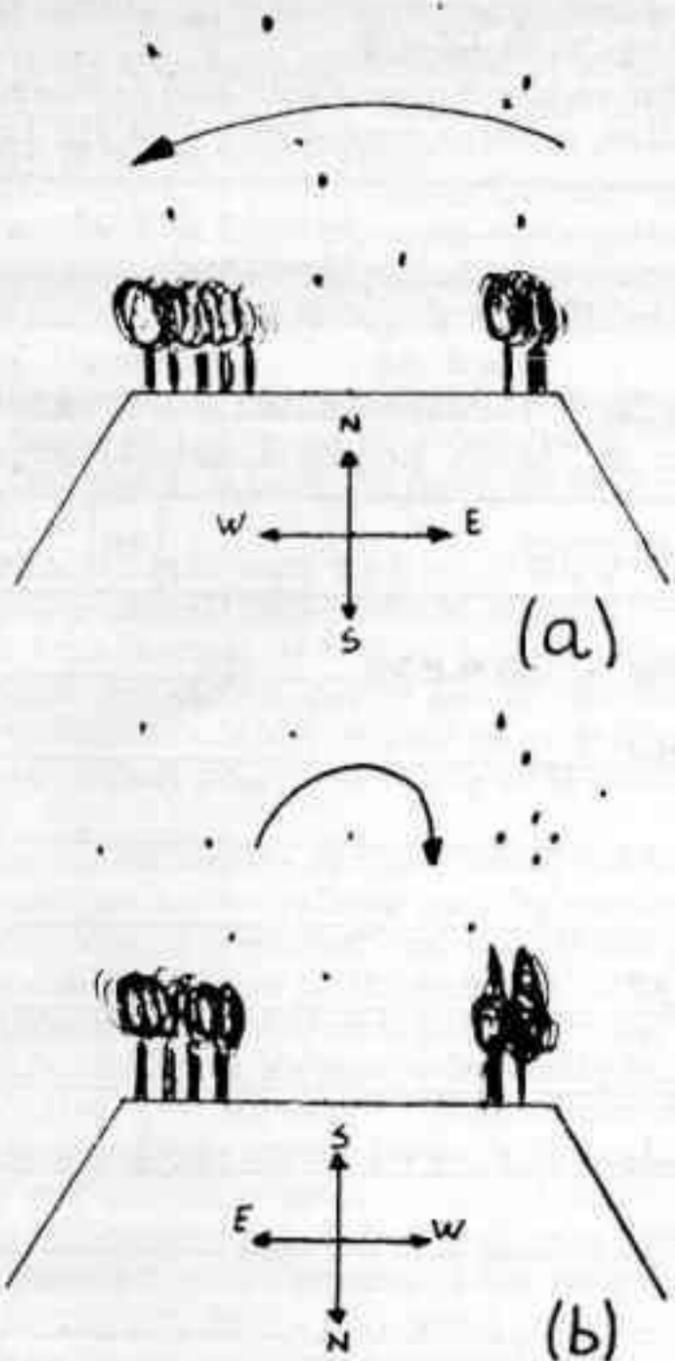


Fig. 3. (a) Observando hacia el norte; (b) hacia el sur.

que en ese horario nuestro lugar de observación se mueve hacia "adelante" respecto del centro de la Tierra [véase la figura 4] facilitando la aparición de trazos al aumentar la velocidad relativa de los meteoros, pero se pueden considerar trabajos realizados desde las 21 hs (tiempo local). (Recuerde que en nuestro país la hora legal difiere de la local en una hora, por lo que se debe res-

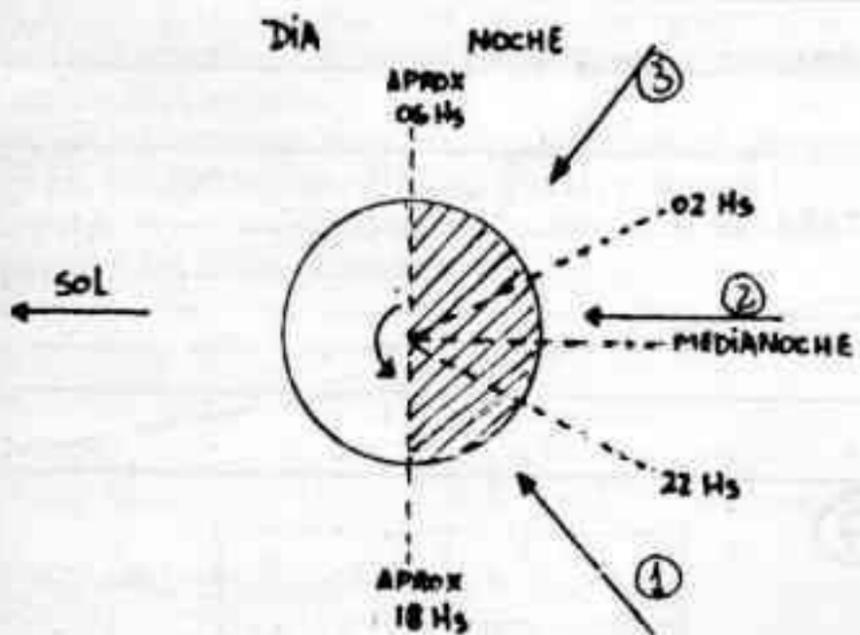


Fig. 4

18 a 22 hs: la velocidad relativa del meteorito disminuye (menor número de trazos).
22 a 02 hs: en este intervalo no afecta el sentido de giro de la Tierra.
02 a 06 hs: la velocidad relativa del meteorito aumenta (mayor número de trazos).

1, 2, 3: meteoros en trayectoria de colisión con la Tierra.

tar ese lapso a los horarios mencionados.) No se recomiendan sesiones de observación de más de 3 horas sin un descanso de 5-10 minutos, y de no menos de una hora.

Ud. puede trabajar durante:

a) Una de las tantas lluvias estables que se presentan a lo largo del año, como las η acuáridas, δ acuáridas, oriónidas, táuridas, leónidas, etc. Estas son lluvias mayores, ideales para realizar conteos y registros de magnitudes y colores. El registro de las trayectorias debe ser encarado por observadores experimentados debido al gran número de meteoros que presentan estas lluvias. Se recomienda observarlas desde 2 días antes del máximo previsto hasta 2 días después.

b) Lluvias menores muy mal estudiadas y con bajo número de meteoros que se presentan a lo largo de todo el año. Estas lluvias pueden ser tan débiles que a veces quedan ocultas por los meteoros esporádicos. Se recomienda observar alrededor de las siguientes fechas:

- Enero: 16
- Febrero: 5, 7, 14, 20
- Marzo: 16, 20, 25
- Abril: 9, 15
- Mayo: 11, 13, 19, 30
- Junio: 2, 9, 14, 26, 28
- Julio: 25, 26, 30
- Agosto: 1, 5, 16, 18, 24, 30
- Setiembre: 7, 8, 9, 16, 21, 30
- Octubre: 11, 17, 19
- Noviembre: 10
- Diciembre: 1, 5, 12, 25

c) Cualquier noche sin luna en el horario indicado es apta para realizar observaciones. Recuerde que una buena parte de los datos más importantes se obtienen en noches donde no se observan lluvias importantes.

Cómo reportar

En este punto Ud. ya está listo para trabajar, puede optar por dos programas diferentes:

1) Programa de conteo: es un programa orientado a los observadores recién iniciados o para estudiar las grandes lluvias donde es difícil registrar las trayectorias de los meteoros. En la planilla de reporte que puede encontrarse al final de este artículo (saque fotocopias y guarde el original) deberá registrar por cada trazo observado -al que le adjudicará un número de orden- los siguientes datos:

Hora: registre la hora de aparición del trazo. Use Tiempo Universal (Hora Argentina + 3 Hs) (Ej.: las 21 hs Arg. del 25/8 = 00 hs TU del 26/8).

Magnitud: en las cartas hay indicaciones sobre la magnitud de algunas estrellas. Compare el brillo del meteorito con esas estrellas.

Color: Reporte el color. Nos informa algo sobre la composición química.

Velocidad: MR: muy rápido, R: rápido, M: moderado, L: lento, ML: muy lento, o la duración en segundos.

Altura del radiante (¡muy importante!): Cada 20 minutos de observación estime a qué altura sobre el horizonte (el real, sin considerar edificios, árboles, etc.) en grados se encuentra el radiante de la lluvia que está observando. En caso de no conocer la posición del radiante, o si observa fuera de una lluvia, indique a qué altura sobre el horizonte (real) se observan los trazos (menos

de 30°, entre 30° y 60°, más de 60°).

Magnitud límite estelar (MALE): usando las mismas estrellas para estimar la magnitud de los meteoros estime la magnitud de la estrella más débil que puede obser-

var en el cenit (exactamente sobre su cabeza). Estime la MALE cada 20-30 minutos.

Observaciones: reporte todo dato de interés. P. ej., esporádico, cubierto entre 4:30 y 5:20 TU; Luna sale

OBSERVADOR: JUAN GARCIA
Dirección: — . —

Fecha _____ Lluvia LYRIDAS
Lugar de _____ Longitud _____
Observación SALTA Latitud _____
Hora de _____ Hora de _____ Tiempo
Inicio 06:38 Término 08:38 Observado 2 Hs.
Edad Lunar 8 días. Hoja 1 de 1 hojas.

NUMERO	HORA [TU]	MAGNITUD	CO-LOR	VELO-CIDAD	ALT RAD	MAG LIM ESTELAR	OBSERVACIONES	TH	\bar{A} FC	THZ
1	06:40	4	BLANCO	L	30°	4.5	ESPORÁDICO - DESPEJADO			
2	:55	3	BLAN	M		4.5	ESPORÁDICO			
3	07:04	3	BLAN	L	35°	4.5				
4	:08	1	BLAN	MR		4.5				
5	:17	4	BLAN	M		4.5	TRAZO = 2°			
6	:18	3	BLAN	MR		4.5				
7	:22	1	AMAR.	MR	40°	4.5	ESPORÁDICO			
8	:26	3	BLAN.	R		4.5	TRAZO = 14°			
9	:32	4	BLAN	M		4.5				
10	:52	-1	BLAN	R	40°	4.5				
11	:56	4	BLAN	L		4.5				
12	08:11	4	BLAN	L	40°	4.5	TRAZO = 4°			
13	:24	4	BLAN	L		4.5	TRAZO = 3°			
14	:31	1	AMAR	M	35°	4.5	ESPORÁDICO			
15	:35	3	AZUL	M		4.5	ESPORÁDICO - CON ESTRELA			
16	:36	2	VIOL.	R		4.5				
17	:38	3	AZUL	MR		4.5	TRAZO = 3°			
18										
19										
20										

*Número total de meteoros observados = 17

INFORME:

1ª HORA: (06:40 - 07:40), TH = 6 ; \bar{A} = 35° ; FC = 1.6 ; THZ = 9.6

2ª HORA: (07:40 - 08:40), TH = 6 ; \bar{A} = 40° ; FC = 1.5 ; THZ = 9.0

Fig. 5. Reducción de la observación de una lluvia.

3:30 TU $\frac{1}{4}$ ↓ (menguante); MALE = 3,8.

A todos estos datos deberá adjuntar en hoja aparte un informe con la reducción de las observaciones, procediendo de la siguiente manera:

1) Si observó una lluvia cuente los meteoros del radiante en lapsos de una hora (o sea, excluya los esporádicos); en caso contrario cuente todos los meteoros en el mismo intervalo. A este valor se lo denomina *tasa horaria* (TH).

2) Determine la altura media del radiante en esa hora de observación (obtenga un promedio \bar{A}).

3) Obtenga de la tabla 2 el *factor de corrección* (FC) para \bar{A} .

4) Encuentre el valor TH x FC, al que se denomina *tasa horaria cenital* (THZ) [véase la figura 5].

Para TH mayores de 60 le será difícil registrar esta información por escrito, por lo que se recomienda registrar verbalmente la información en un grabador portátil para después pasarla en limpio en la planilla.

II) Programa de registro de trayectorias: este programa está reservado a observadores experimentados. Tiene por objeto, aparte de confeccionar las planillas como en el programa I, registrar gráficamente en cartas celestes la trayectoria del meteorito en la bóveda celeste, poniendo especial cuidado en los puntos del inicio y fin. A cada trazo dibujado se le adjudica el mismo número de orden que en la planilla de reporte [véase la figura 6].

En este tipo de programa hay que poner especial cuidado en posicionar exactamente el trazo respecto de las estrellas para poder estudiar el movimiento del radiante respecto de éstas y para poder encontrar nuevos raudientes y lluvias, principal objetivo de este trabajo. A los observadores que se inician en este programa se les recomienda que sólo registren el punto donde termina la trayectoria y el sentido del movimiento, dejando el registro de los restantes datos (punto de inicio y longitud del trazo) para cuando adquieran más experiencia.

A pesar de todo, cuando el meteorito es un bólido (mag = -4), el trazo en la bóveda celeste es suficientemente brillante para que un principiante (incluso los observadores que sólo trabajan en el programa I) puedan registrar la trayectoria con resultados garantizados en cuanto a exactitud. Reportes especiales en este tema son siempre bienvenidos.

El informe que debe confeccionar estará integrado por la planilla de reporte (igual que el programa I), el informe sobre THZ (idem) y una fotocopia de su carta celeste con los trazos marcados.

Si no es un observador experimentado, puede iniciarse en este programa trabajando con lluvias menores o con meteoros esporádicos, pero debemos indicar en su informe su condición de principiante.

Cómo obtener las cartas

Tanto el observador que desarrolle el programa I, que desea saber dónde debe buscar el radiante de una lluvia, como el del programa II, que debe graficar las trayectorias, necesitan trabajar con cartas celestes generales o de la zona próxima al radiante que observan. La AAAA proveerá a los observadores interesados de algunas cartas para lluvias mayores centradas en el radiante (por lo que las trayectorias de los meteoros pertenecientes a esas lluvias deberán pasar por el centro de la carta), pero el observador deberá confeccionar las cartas que necesite para su trabajo, por lo que se recomienda lo siguiente:

a) Obtenga un atlas general del tipo Norton o similar (enviado por la AAAA a los observadores estables del interior).

b) Compare el atlas con el cielo real. Verá que el cielo visible en una época del año está representado en diferentes "hojas" del atlas. Tenga en cuenta que si su latitud geográfica (λ) se encuentra al sur del ecuador podrá observar estrellas hasta la declinación (δ) [marcada en grados en el borde de las cartas. Las coordenadas marcadas en horas con números romanos se denomina ascensión recta (α)] según la fórmula $\delta = 90^\circ - \lambda$, hacia el norte y hasta el polo en el sur. Nótese que a lo largo del año las constelaciones visibles van cambiando.

c) Calque de las hojas del atlas las constelaciones visibles en ese momento o las que rodean el radiante de la lluvia a estudiar (ubicado mediante sus coordenadas de ascensión recta y declinación) y confeccione una carta general en una sola hoja. No dibuje todas las estrellas; sólo las más brillantes.

d) Saque fotocopia y guarde el original. Para lluvias anuales le será útil el siguiente año.

En la figura 7 encontrará un carta confeccionada en base a este procedimiento.

Por último le recordamos enviar periódicamente sus informes sobre observaciones y cualquier consulta sobre el tema a la AAAA, Dirección del Observatorio, Av. Patricias Argentinas 550, 1405 CAPITAL.

La Dirección del Observatorio

TABLA 2

\bar{A}	FC	\bar{A}	FC
10	13,11	50	1,48
20	4,84	55	1,34
30	2,77	60	1,24
35	2,26	70	1,10
40	1,91	80	1,02
45	1,66	90	1,00

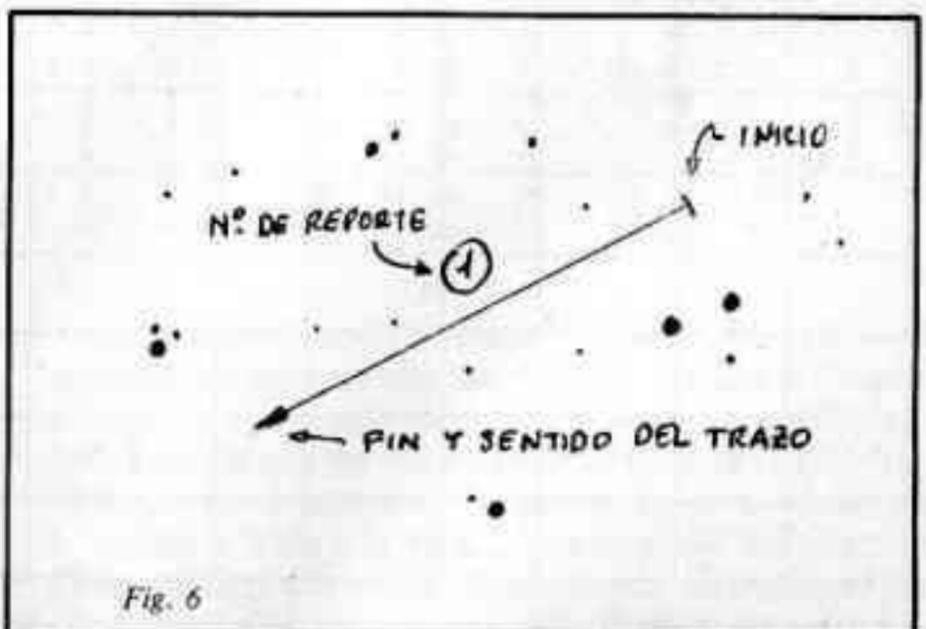


Fig. 6

LLUVIA: LYRIDAS

RADIANTE: AR= 18h 32m

DEC= +35°

(Cartas 11/12 y 13/14 del Norton)

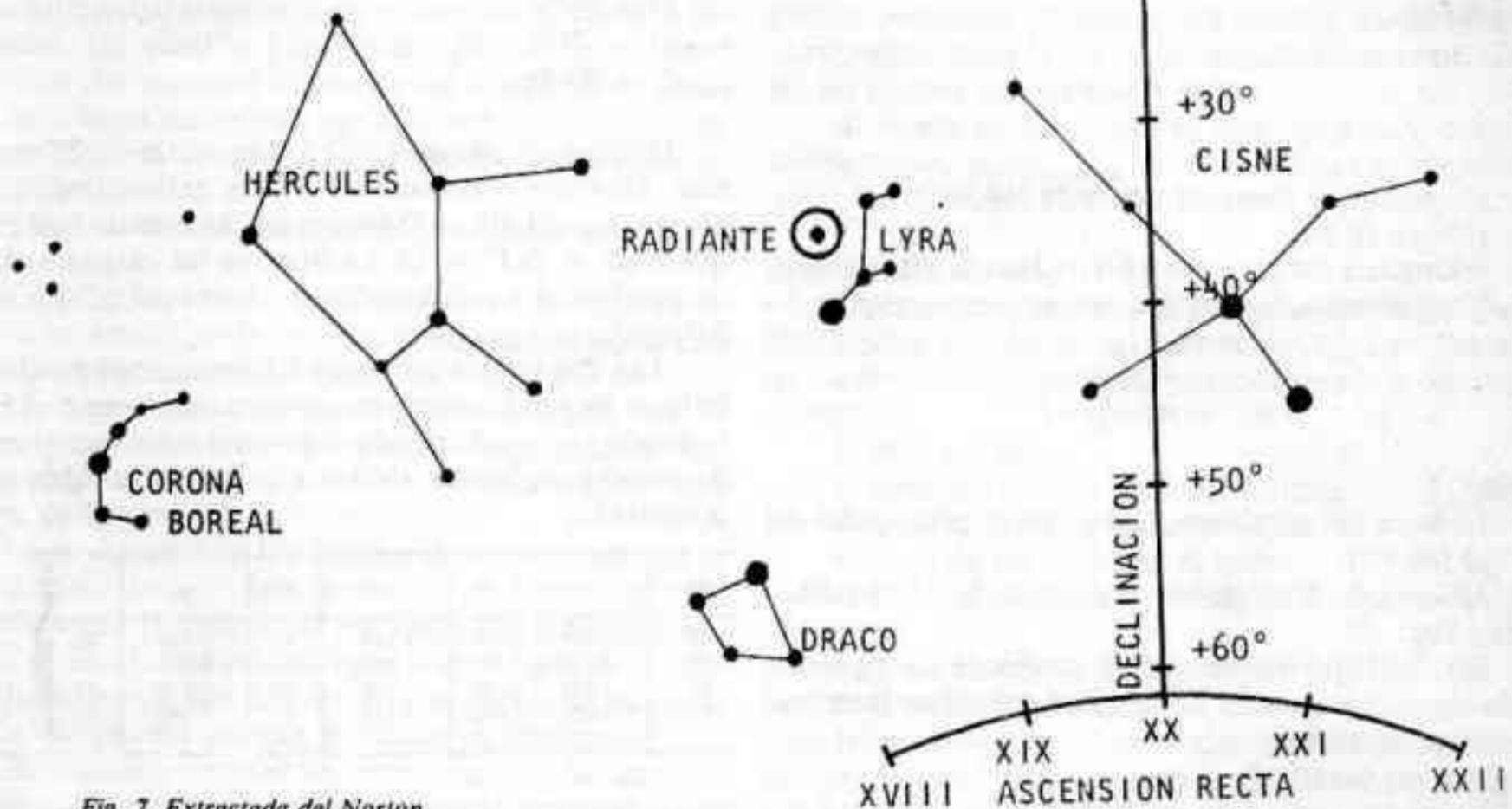


Fig. 7. Extractada del Norton.

LA OBSERVACION DE MARTE

En este artículo se describirá la manera de realizar dibujos del planeta Marte. Estos son de especial interés, ya que una recopilación de los mismos puede delatar variaciones en la superficie debido a fenómenos climatológicos del planeta. Este trabajo se realiza gracias a los aficionados de todo el mundo que aportan gran cantidad de dibujos a los observatorios profesionales. Nuestra asociación se compromete a enviar periódicamente las efemérides necesarias a quienes realicen dicho trabajo en su domicilio particular.

Longitud del meridiano central

Para tomar un punto de referencia sobre el dibujo se considera una línea que pasa de norte a sur por el centro del disco. Está determinada día a día en las efemérides para observaciones físicas del planeta.

Factores que intervienen en el aspecto del disco

Periodo de rotación: 24 h 37 m 33,654 s
 450,89202° por día
 30° en 2 h 3,1 m
 1° en 4,1 m
 14,62° en 1 h

de lo que se deduce lo siguiente:

REVISTA ASTRONOMICA

a) Un área determinada de la superficie marciana será observable alternativamente sobre el MC por algún tiempo durante la noche por un periodo de quince días, siendo observable fuera de éste por tres semanas.

b) Si la hora t a la cual la longitud determinada se halla en el MC, n días después estará en el MC a la hora $t+t'$. En la siguiente tabla se dan los valores de t' :

n	t'	n	t'	n	t'	n	t'
1	0h37m	11	6 50	21	13 3	31	19 16
2	1 15	12	7 28	22	13 41	32	19 54
3	1 52	13	8 05	23	14 18	33	20 32
4	2 29	14	8 42	24	14 55	34	21 08
5	3 06	15	9 20	25	15 33	35	21 46
6	3 44	16	9 57	26	16 10	36	22 23
7	4 21	17	10 34	27	16 47	37	23 00
8	4 58	18	11 11	28	17 24	38	23 37
9	5 36	19	11 49	29	18 02	39	0 15
10	6 13	20	12 26	30	18 39		

c) La correlación y comparación de una serie de observaciones durante una aparición se facilita si todos los dibujos se hacen con una longitud del MC múltiplo de 30°. Las horas a las cuales se satisface esta condición se obtienen por la suma de los intervalos determinados en la siguiente tabla a la hora del tránsito del meridiano cero del planeta por el MC, determinada en las efemérides día a día.

30°	2 h 3,1 m
60	4 6,2
90	6 9,4
120	8 12,5
150	10 15,6
180	12 18,7
210	14 21,8
240	16 24,9
270	18 28,0
300	20 31,1
330	22 34,2
360	24 37,4

d) La longitud del MC a cualquier hora está determinada por

$$MC = r \times t + l$$

donde

- r : cambio de longitud por hora ($14,62^\circ$),
 - t : hora en TU,
 - l : longitud del MC a las 0 h TU (dato de efemérides).
- Similarmente, la longitud del MC para cualquier dibujo es

$$MC = r(t_2 - t_1) + l$$

donde

- t_1 : hora del comienzo de los rasgos principales del dibujo (en TU),
- t_2 : hora del final de los rasgos principales del dibujo (en TU).

Este cálculo se simplifica mediante la siguiente tabla, que da el cambio de longitud del MC en intervalo de tiempo terrestre:

horas min.	1	2	3	4	5	6	7
0	0'00	14'62	29'24	43'86	58'48	73'10	87'72
1	0'24	14'86	29'48	44'10	58'72	73'34	87'96
2	0'49	15'11	29'73	44'35	58'97	73'59	88'21
3	0'73	15'35	29'92	44'59	59'21	73'83	88'45
4	0'97	15'59	30'21	44'83	59'45	74'07	88'69
5	1'22	16'24	30'46	45'08	59'70	74'32	88'94
6	1'46	16'48	30'70	45'32	59'94	74'56	89'18
7	1'71	16'33	30'95	45'57	60'19	74'81	89'43
8	1'95	16'57	31'19	45'81	60'43	75'05	89'67
9	2'19	16'81	31'43	46'05	60'67	75'29	89'91
10	2'44	17'06	31'68	46'30	60'92	75'54	90'16
15	3'66	18'28	32'90	47'52	62'14	76'76	91'38
20	4'87	19'49	34'11	48'73	63'35	77'97	92'59
25	6'09	20'71	35'33	49'95	64'57	79'19	93'81
30	7'31	21'93	36'55	51'17	65'79	80'41	95'03
35	8'53	23'15	37'77	52'39	67'01	81'63	96'25
40	9'75	24'37	38'99	53'61	68'23	82'85	97'47
45	10'97	25'59	40'21	54'83	69'45	84'07	98'69
50	12'18	26'80	41'42	56'04	70'66	85'28	99'90
55	13'40	28'02	42'64	57'26	71'88	86'50	101'12

Estos valores están basados en la suposición de que la rotación es uniforme para el valor de $14,62^\circ$ por hora. Este es un valor medio, siendo los límites $14,6^\circ$ y $14,64^\circ$. El error máximo cometido por el uso de la tabla es $0,5^\circ$ en la longitud que se encuentre para el MC, o 2 minutos en la hora del tránsito por el meridiano.

Dibujos

El disco del planeta deberá estar preparado de antemano. Un tamaño aconsejable para telescopios de 5 a 15 cm es el de 50 mm en el momento de la oposición. Los detalles visibles cuando Marte está lejos de la oposición no justifican un dibujo muy grande.

Los datos necesarios para la preparación del disco están determinados por las efemérides con intervalos de dos días, y son:

Diámetro angular,

P : ángulo de posición del polo norte, medido hacia el este desde el punto norte del disco,

Q : ángulo de posición del mayor defecto de la iluminación (ángulo de la fase),

Fase expresada en porcentaje.

Cuando la fase es mayor que el 95 por ciento el dibujo puede hacerse circular; pero si ésta es menor que dicho valor el disco debe prepararse teniendo en cuenta este defecto de iluminación. Para tomar un ejemplo, tenemos los siguientes datos:

Diámetro angular $7'',8$

$P = 26^\circ$

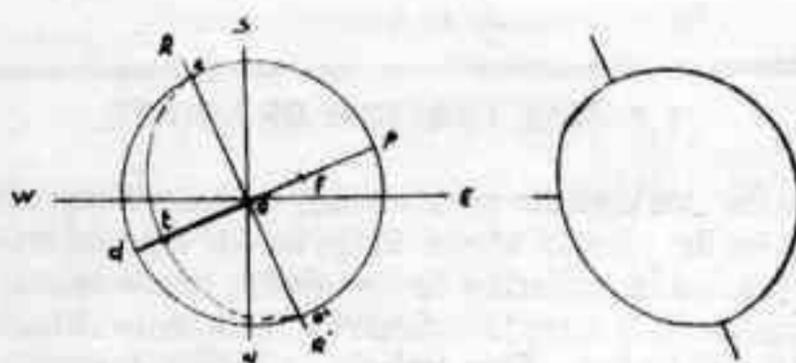
$Q = 293^\circ$

$F = 90\%$

Dibújese el círculo CPD a una escala de $2''$ cada 5 mm. Dibújese el diámetro NS para definir la dirección norte y sur del disco. Dibújese el diámetro de fase pd tal que $Nod = 293^\circ = Q$. La línea de las cúspides es cc' , perpendicular a pd . Localícese t sobre pd tal que $pt = 0,9 \times pd$.

Los dos tercios centrales del terminador pueden dibujarse haciendo centro en pd y marcando en t' el radio r , donde $r = y \times R$, siendo R el radio del disco y tomando como y un factor relativo a la fase en la tabla abajo presentada:

PA	y	PA	y	PA	y	PA	y
100	1,000	96	1,065	92	1,130	88	1,215
99	1,015	95	1,080	91	1,150	87	1,240
98	1,030	94	1,100	90	1,170	86	1,265
97	1,050	93	1,115	89	1,190	85	1,300



En este caso $F = 90$; entonces $y = 1,17$ y $r = 1,17 \times R$. El terminador se completa a mano alzada. Finalmente se marca el diámetro RR' con el ángulo P . Por supuesto, el eje EW ha de ser perpendicular al eje NS .

El dibujo terminado es el presentado en la figura b. Los dibujos deben estar bien orientados, la dirección este-oeste puede establecerse mediante el movimiento del planeta por el disco del campo del ocular con la relojería apagada.

Es más importante la exactitud al registrar los detalles principales del disco que los tonos, sombras y detalles en el límite de la visibilidad. Por esto debe tenerse mucho cuidado en la calidad de los principales trazos. Primero ha de dibujarse el o los casquetes polares, luego los detalles principales de la región central del disco y finalmente aquellos cercanos al disco, tratando de evitar la tendencia sistemática (varios aficionados la sufren) de

colocar los detalles de la superficie alejados hacia el norte, sur, este u oeste sobre el dibujo.

Ahora las principales zonas del disco marciano se conocen bien, y una recopilación de la variación de la apariencia de éstas constituye el principal objetivo del trabajo del aficionado con instrumentos pequeños y medianos.

Puntos de principal atención son la variación en tamaño, aspecto, intensidad y color; los ocasionales oscurecimientos de una zona o su desaparición; las manchas brillantes o claras en el limbo y en el terminador, las cuales desaparecen al acercarse al MC. Recuérdese siempre iniciar sus dibujos por los detalles más notables para luego completar los detalles débiles.

Sólo cuando se esté seguro de los detalles visibles del disco puede empezarse el sombreado. Este debe indicar la intensidad relativa, no absoluta, de los detalles delineados. Un cambio a un ocular de menor aumento puede revelar mayores diferencias de tonalidad en zonas que parecieran uniformes con más aumento. Es útil hacer anotaciones sobre la amplificación de los detalles, intensidad, etc.

Finalmente, márchense los principales colores del dibujo.

Es prudente omitir todo detalle o zona que no se mantenga estable en la imagen. Puede usarse algún tipo de notación para detalles borrosos.

Es una pérdida de tiempo tratar de resolver detalles diminutos con telecopios chicos. Hay muchas variaciones detectables con telescopios chicos que son más fáciles de detectar.

La realización de los dibujos debe tomar menos de media hora. Aun así, la rotación del planeta modificará notablemente la apariencia del disco. Es preferible terminar el dibujo con el telescopio a terminarlo de memoria, dado que en este último caso es imposible verificar con la imagen del planeta el dibujo ya terminado.

Es deseable obtener un dibujo por noche despejada, pero dos por noche suficientemente espaciados son mejores.

Dibújese la misma región noche por noche, llamando esta serie de dibujos A_1 .

Como esta región desaparece de la parte observable del disco, para diferentes horas de la noche dibújense cada noche las sucesivas regiones, llamando esta serie de dibujos B_1 , C_1 , etc. En la reaparición de la primera región (A_1), varias semanas después, iniciase la serie A_2 , seguida por la B_2 , C_2 , etc.

Cada diferencia entre dibujos de distinta época, pero igual longitud del MC, debe ser especialmente mencionada, indicando si es un error del dibujo, una variación de las condiciones de observación, o un cambio verdadero.

Datos que debe llevar el dibujo

- Fecha.
- Hora de comienzo del dibujo en TU (t_1).
- Hora de finalización de los principales rasgos en TU (t_2).
- Hora de finalización del dibujo en TU.
- Longitud del MC para la hora predicha.
- Latitud del centro del disco (D_E).
- Tipo y diámetro del telescopio.
- Aumento.
- Visibilidad (0 a 5).
- Nombre del observador.

Detalles de la superficie

a) Canales: longitud, ancho, rectitud, curvatura, continuidad, discontinuidad, nitidez (se observan mejor en oposiciones afélicas, cuando el hemisferio norte está hacia nosotros).

b) Casquetes polares: distingáse las áreas blanquecinas polares, las irregularidades en los contornos, la proyección aparente más allá del limbo y los cambios generales en tamaño y aspecto.

c) Nubes: más comúnmente detectadas por el oscurecimiento total o parcial de una zona bien conocida o como áreas de un tono claro anormal vistas en ocasiones como nubes blanquecinas y rara vez amarillentas.

Márquense la posición, extensión, duración, color, intensidad y movimientos de las nubes, registrando la fecha de su aparición y desaparición. Han de tenerse registros continuos. Mientras sea posible ha de reobservarse varias veces la noche del descubrimiento y controlar las noches siguientes.

d) Áreas en las cuales se han observado cambios previamente, p. ej., la región de Hiscus y Mare Sirenum, Syrtis Major, Lacus Solis, etc.

Intensidad y color

La relativa intensidad de las diferentes áreas simultáneamente visibles es fácil de observar. La diferencia de los tonos puede indicarse por sombreado o por escala numérica:

- 1: muy oscuro.
- 3: tono normal de las áreas verdes.
- 6: tono normal de las áreas rojas.
- 8: tono de las nubes en el limbo.
- 10: tono de las capas polares en su mayor brillo.

El color es más difícil de registrar y observar que los tonos y requiere telescopios medianamente grandes. Con telescopios pequeños pueden notarse pocas distinciones de color, aparte de las prevalecientes áreas rojas y gris azuladas de los "desiertos" y mares, manchas blanquecinas y áreas grises del limbo.

Puede usarse el siguiente sistema para dejar asentados en el dibujo los colores de la imagen:

- b: blanco.
- bb: gris claro
- bbb: gris oscuro
- az: blanco con tinte azul
- aaz: azul claro
- aaaz: azul cielo
- v: verde claro
- vv: verde oscuro
- amy: amarillo claro
- aam: amarillo oscuro
- aaam: amarillo ocre.
- ram: naranja
- rram: naranja oscuro
- r: rojo.

No se recomienda realizar dibujos del planeta en colores, dado que se pierde objetividad en la realización del mismo.

Noticias de la Asociación

De acuerdo a lo dispuesto oportunamente, tuvo lugar el 29 de marzo de 1986 la Asamblea General Ordinaria, a las 16 horas, luego de cumplirse la media hora de espera como lo establece nuestro Estatuto Social, con los socios presentes (25), de los cuales tuvieron derecho a voto solamente 22 socios.

En cumplimiento de la **Orden del Día**, se trataron: **Punto 1°: Lectura y aprobación del Acta Anterior:** la cual fue aprobada sin observaciones y por unanimidad.

Punto 2°: Lectura y aprobación del Acta de la Asamblea Extraordinaria del 18 de mayo de 1985: fue aprobada por unanimidad y sin observaciones. **Punto 3°: Lectura y aprobación de la Memoria y Balance General, Cuentas de Gastos y Recursos e Inventario al 31 de diciembre de 1985:** puestos a consideración, éstos fueron aprobados por unanimidad y sin observaciones. **Punto 4°: Elección de los miembros para integrar la Junta Escrutadora (Art. 29°):** la Presidencia designa al socio Marcelo A. Leyenda y la Asamblea a los socios Carlos M. Castiñeiras y Horacio Seisedos, los cuales asumieron sus funciones. A continuación se pasó a cuarto intermedio para cumplir luego con el **Punto 5°: Elección de miembros para desempeñar los cargos de Tesorero:** por cesación de mandato del Sr. Eduardo M.J. De Tommaso (3 años); **Protesorero:** por cesación de mandato del Ing. Benjamín Trajtenberg (3 años); **dos Vocales Titulares:** por cesación de mandato de la Srta. Flora B. Clauré y el Sr. Roberto R. Frommel (3 años); **un Vocal Titular:** para completar el mandato del Sr. Ariel Otero Estrada, por renuncia (1 año); **tres Vocales Suplentes:** por cesación de mandato de los Sres. Mario Vattuone y Lic. Alejandro Di Baja (h) y la Srta. Liliana Graciela Quarleri (1 año).

Una vez computados los votos recibidos por vía postal [1 (uno)], se procedió a llamar a los socios presentes con derecho a voto (22) y por orden de firmas, según «Libro de Asistencia», para que emitieran su voto, resultando un total de 23 (veintitrés) votos. Terminado el escrutinio se obtuvo el siguiente resultado: **Para Tesorero:** Sr. Eduardo M.J. De Tommaso, con 22 votos y 1 en blanco. **Para Protesorero:** Ing. Benjamin Trajtenberg, con 22 votos y 1 en blanco. **Para Vocales Titulares:** Sr. Eduardo Inza, con 21 votos y 2 en blanco; Sr. Ricardo Gil Hutton, con 22 votos y 1 en blanco y Sr. Mario Vattuone, con 19 votos y 4 en blanco. Las Srtas. Flora B. Clauré y Mónica Ugobono obtuvieron 1 (un) voto.

Para Vocales Suplentes: Srtas. Flora Beatriz Clauré, con 20 votos y 3 en blanco y Mónica S. Ugobono, 20 votos y 3 en blanco. Dr. José Constantino Caldararo, con 15 votos y 8 en blanco. Los Sres. Eduardo Inza y Mario Vattuone, 1 (un) voto. Proclamados los electos, se pasó al **Punto 6°: Elección de tres miembros para integrar la Comisión Revisora de Cuentas para el año 1986:** se decide por unanimidad la elección de la Dra. María Susana Cánepa y el Dr. Angel Papetti; y nombrar al Dr. Fernando P. Huberman en reemplazo del Ing. Augusto E. Osorio, que cesa para integrar la Comisión Revisora de Cuentas para el año 1986. A continuación se trató el **Punto 7°: Consideración de la cuota social:** la presidencia pone a consideración de la Asamblea la **cuota social.** El socio Carlos M. Castiñeiras propone: Para el año 1986, 2° trimestre: socios activos, A 9 (nueve). Cadetes y estudiantes, A 6,75 (75 % de las cuotas de los socios activos).

Se instruye a C.D. que ésta fijará los ajustes que crea conveniente, de acuerdo con el índice del **costo de vida** publicado por el INDEC, para las demás cuotas del año 1986. Puesto a consideración se aprueba por 17 votos a favor y 1 (un) voto en contra. **Punto 8°: Designación de dos socios presentes para que firmen el Acta de la presente Asamblea, conjuntamente con el Presidente y el Secretario:** la Presidencia designa al Sr. Guillermo E. Lücke y la Asamblea a la Srta. Susana B. Aiello para tal fin.

No habiendo más asuntos que tratar, se dio por terminada la Asamblea General Ordinaria de la fecha, siendo las 18 horas.

SOCIOS NUEVOS

5303 OMAR OSVALDO RODRIGUEZ
5304 JORGE ANTONIO MENGHINI
5305 DANIEL MARCELO CISILINO
5306 MARCELO ADRIAN CORNEJO
5307 NELSON MARTINEZ
5308 FLORENCIA MARIÑO
5309 JOSE MARIA AIANI
5310 MARCELO EDUARDO LAZARTE
5311 ENRIQUE GONZALEZ CASTILLO
5312 EDGARDO SKAKOVSKY

5313 CARLOS EMILIO MONGELO
5314 DOMINGO GUZMAN VIQUEIRA
5315 HORACIO ALBERTO PIÑEYRO
5316 HERNAN ESTEBAN LASTRA
5318 LAURA ANTONIAZZO
5319 ANGEL HADZICONSTANTI
5320 KARINA NOEMI HERNANDEZ
5321 RUBEN OSVALDO MOLLO
X5322 GLORIA ROTMAN
5323 AUGUSTO ATILIO PAVAN

5324 ALEJANDRO JAVIER MATTEUCCI
 5325 SILVIO ALEJANDRO IUSPA
 5326 ROBERTO RAMON DI RENZO
 5327 MARCELA INNOCENTINI
 5328 RODOLFO RAMOS
 5329 ADRIANA GRACIELA CANZIANI
 5330 MANUEL SANTISO
 5331 GUSTAVO VICTOR CATALDO
 5332 MARCELA OLIVIERI
 5333 LEONARDO MIGUEL POSADAS
 5334 JESUS MARIA CICHERO
 5335 DORA NELLY DELPINO
 5336 ARIEL GABAY
 5337 MARIA GABRIELA PELLEGRINI
 5338 HORACIO MERCADO
 5339 RICARDO ALBERTO GAVIÑO
 5340 JORGE ACCATTOLI
 5341 OMAR ANTONIO PICEDA
 5342 PATRICIO WALTER PIDAL
 5343 RODOLFO ENRIQUE VALLVERDU
 X5344 RENATO PEDRO DI PRINZIO
 5345 JORGE ALBERTO CORDOBA
 5346 CHRISTIAN SANTOS
 5347 DANIEL VOLPE
 5348 GUSTAVO JOCHOIAN
 5349 MARIA DE LAS MERCEDES GARCIA
 5350 MARIELA NICASTRO
 5351 GABRIEL ADRIAN THOMPSON
 5352 HECTOR DI BELLA
 5353 MARIA CAROLINA BARRIONUEVO
 5354 GABRIEL DARIO WROBEL
 5355 JUAN JOSE BONAPARTE
 5356 FRANCISCO RAUL FERNANDO
 5357 AGUSTIN GIGLI
 5358 NESTOR ROBERTO DELBENE
 5359 JORGE J.M. RIVAROLA
 5360 JOSE EUGENIO CALDARARO
 5361 GABRIEL ALFREDO MASSERA
 5362 JORGE GIMENO
 5363 CYNTHIA TREVISAN
 5364 CLAUDIO JAVIER MALAVOLTA
 5365 KARLA MOLINS
 5366 DIEGO JAVIER YARKE
 5367 ANALIA OLGA VACCARO
 5368 EDGARDO MARCELO SORIA
 5369 FERNANDO DEL CASTILLO
 5370 MARCELO JAVIER DRIMER
 5371 YUNG YU LIU
 X5372 HERNAN JAVIER LOPEZ
 5373 FERNANDO JAVIER MEZZACASA
 5374 CARLOS ALBERTO VLCHOFF
 5375 MARIA INES BARLES
 5376 MARCELO OSVALDO BESSONE
 5377 ARMANDO BENARDO ANTONIASSI
 X5378 LEANDRO EZEQUIEL EKMAN
 5379 MIGUEL ANGEL ARGOMANIZ
 5380 LYDIA SCHTEINGART
 5381 PABLO ENRIQUE DI PAOLA
 5382 GUSTAVO ALBERTO DA CRUZ
 5383 CARLOS ALBERTO RIZZO
 5384 PABLO RAFFO
 5385 ELISA LOPEZ GARCIA
 5386 DIEGO G. MARASCO
 5387 ARIEL MARIANO KACHUKA
 5388 DIEGO SEBASTIAN FERNANDEZ CREINER
 5389 CLAUDIA RAUEL GAMBOA

5390 PATRICIA MABEL CALVO
 5391 DIANA SILVIA NANUT
 5392 JUAN DANIEL ARIAS
 5393 MARCELO ALEJANDRO MARTIN
 5394 ADRIANA MARIA VOLPE
 X5395 SERGIO ADRIAN DOMINGUEZ
 5396 GUSTAVO LEOPOLDO MARTINEZ
 5397 RENATO ENRIQUE RAGONESE
 5398 JORGE MARELLO
 5399 ANA ZAMPINI
 5400 SERGIO VOVCHUK
 5401 SILVIA CHOCONI
 5402 MAXIMILIANO PABLO DOMINGUEZ
 ODRIOZOLA
 5403 SERGIO MARGARIT
 5404 JORGE ALBERTO GEDAMINSKA
 5405 HECTOR GUILLERMO CONTE-GRAND
 5406 RICARDO VILLANUEVA
 5407 MARIA DE LA MERCED ARGUELLO
 5408 RODOLFO ARMANDO KALAJDZIAN
 5409 JORGE ADRIAN MINGRONE
 5410 VANESA VERONICA SERVENTE
 5411 JULIAN DINO RUCCI
 5412 MARTIN BROTKY
 5413 JUAN CARLOS DANESINO
 5414 OSCAR ELAGHIOZIAN
 5415 MIGUEL MARZANO
 5416 IRENE TIHANYI
 5417 NESTOR CELESTINO GONZALEZ
 5418 HERNAN ALEJANDRO MAKSE
 5419 HAE KYUNG IM
 5420 RODOLFO WALTER KURTA
 5421 DAMIAN CABANNE
 5422 SANTIAGO DAMEL
 5423 GABRIELA MENDEZ
 5424 JULIO GOMEZ
 5425 ARTURO C. HENDRICKS
 5426 ARTURO IGNACIO PRINS
 5427 LILIANA HAYDEE GAZZIA
 5428 EDUARDO ADRIAN FIGUEROA
 5429 ROBERTO BENITEZ
 5430 WOON CHEONG BEAK
 5431 GUSTAVO NADAL
 5432 GABRIEL ALEJANDRO PAZ
 5433 MARIA DEL CARMEN BOADAS
 X5434 MARCOS HIERREZUELO *
 5435 ROBERTO HUGO MONTERO
 5436 RICARDO ORREGO
 5437 FERNANDO ALONSO FUERTES
 5438 SUSANA BEATRIZ GOMEZ
 5439 EDGARDO J. MAFFIA
 5440 NELSON DARIO POMBAL
 5441 CARLOS SOBSTIL
 5442 PATRICIA SALAZAR
 5443 HUGO CARLOS ALBERTO BISTOLFI
 5444 JORGE F.M. GIMBATTI
 5445 MATIAS DORFMAN
 5446 DARIO KILIDJIAN
 5447 JAVIER BARRA
 5448 MARCELO DE LA PUENTE
 5449 JAZMIN SUSANA WEINSTOCK
 5450 JORGE KAPPOV
 5451 ILDA GLADIS MENDEZ
 5452 JOSE ALEJANDRO PELLICANO
 5453 JUAN CARLOS BARLES
 5454 ALEJANDRO RAFAEL BARLES

INDICE GENERAL AÑO 1985 TOMO LVI

AUTORES	
Börngen, Freimut	
"Bernhard Schmidt"	232-2
Bortle, John E.	
"Cometas y cómo buscarlos"	232-8
"Cómo observar cometas"	233-2
Hernández, Juan M.	
"Análisis estadístico de mediciones astronómicas"	235-2
López Alvarez, Manuel	
"Cálculo del Día Juliano y hora sidérea"	232-17
"Posiciones orbitales de los planetas"	234-19
"La búsqueda de supernovas"	235-6
Marello, Jorge	
"Fotografía astronómica"	235-10
Martínez, Claudio y Requeijo, José	
"Un micrómetro para aficionados"	234-2
Martínez, Claudio	
Bibliografía comentada: "Sarna Deep-Sky Atlas"	235-23
Monópoli, Marcelo	
"Planetarios Zeiss"	234-9
Osorio, Augusto E.	
"Radioaficionados y Halley"	234-12
Quadrelli, Mario	
"Las mareas lunisolares"	234-14
Ruffo, Miguel	
"Historia de la Astronomía"	232-12 234-6
Rusquellas, Cristian	
"Primer Congreso Argentino de Aficionados a la Astronomía"	233-21
"Rutinas de uso en Astronomía"	234-21 235-17
Bibliografía comentada: "Microcomputer Control of Telescopes"	235-24
Sahade, Jorge	
"La Astronomía y la Ciencia"	233-11
Vattuone, Mario	
Noticiero Astronómico:	232-23 233-23 234-24
Bibliografía comentada: "Astronomy with Schmidt-type Telescopes" y "Elementi di Tecnica Radioastronomica"	235-23
Zanette, Damián	
"La Ley de Titius-Bode"	232-14
"Cálculo numérico de órbitas"	233-7
"Destrucción de una estrella doble"	235-15
SECCIONES FIJAS	
ACTIVIDADES OBSERVACIONALES	
Estrellas variables y observación solar:	232-20 233-17 234-16 235-19 235-20
"Programas de observación"	235-20
MICROCOMPUTACION Y ASTRONOMIA	
"Cálculo del Día Juliano y hora sidérea"	232-17
"Cálculo numérico de órbitas"	233-7
"Programa de los N cuerpos"	233-9
"Posiciones orbitales de los planetas"	234-19
"Rutinas de uso en Astronomía"	234-21 235-17
"Destrucción de una estrella doble"	235-15
BIBLIOGRAFIA COMENTADA	
"Astronomy with Schmidt-type Telescopes", "Elementi di Tecnica Radioastronomica", "Sarna Deep-Sky Atlas" y "Microcomputer Control of Telescopes"	235-23
NOTICIERO ASTRONOMIC	
"Sobre la fuente 0453 + 444 P03" - "Novedades en la Pequeña Nube de Magallanes" - "La más pequeña" - "La 'usina' de rayos X de M33"	232-23
"P. A. M. Dhirac - su fallecimiento" - "Pulsar en la Gran Nube de Magallanes" - "Nebulosa de Orión, ¿recién nacida?" - "Tunguska II" - "Programa de visitantes de la Unión Astronómica Internacional" - "Oscilaciones de cinco minutos en Alfa Centauri" - "Actividad inesperada en el Halley"	233-23
"Estadística de cúmulos globulares" - "La nebulosa 'Cabeza de Caballo' - Posibles glóbulos de Bok en formación" - "El nuevo reflector de 10 m del 'CALTECH'"	234-24
NOTICIAS DE LA ASOCIACION	
Socios nuevos 5056-5098	232-22
Asamblea Ordinaria 1985 - "Ambrosio Juan Camponovo 1917-1985" - "Primer Congreso Argentino de Aficionados a la Astronomía" - Socios nuevos 5099-5160	233-20
Asamblea Extraordinaria - Socios nuevos 5161-5234 - "Primer Congreso Argentino de Aficionados a la Astronomía" (notas gráficas)	234-22
Socios nuevos 5235-5302	235-22
TEMAS	
BOLIDOS Y METEORITOS	
"Tunguska II", Not. Astr.	233-23
COMETAS	
"Cometas y cómo buscarlos", J. E. Bortle	232-8
"Cómo observar cometas", J. E. Bortle	233-2
"Actividad inesperada del Halley", Not. Astr.	233-24
"Radioaficionados y Halley", A. E. Osorio	234-12
ESTRELLAS Y EVOLUCION ESTELAR	
"Pulsar en la Gran Nube de Magallanes" - "Oscilaciones de cinco minutos en Alfa Centauri", Not. Astr.	233-23
"La nebulosa 'Cabeza de Caballo' - Posibles glóbulos de Bok en formación", Not. Astr.	234-24
CUMULOS	
"Estadística de cúmulos globulares", Not. Astr.	234-24
GALAXIAS	
"Novedades en la Pequeña Nube de Magallanes" - "La más pequeña" - "La 'usina' de rayos X de M33", Not. Astr.	232-23
"Pulsar en la Gran Nube de Magallanes", Not. Astr.	233-23
HISTORIA DE LA ASTRONOMIA	
"Bernhard Schmidt", F. Börngen	232-2
"La Ley de Titius-Bode", D. Zanette	232-14
"Historia de la Astronomía", M. Ruffo	232-12
"La Astronomía mesopotámica"	234-6
"La Astronomía griega"	233-11
"La Astronomía y la Ciencia", J. Sahade	234-9
"Planetarios Zeiss", M. Monópoli	234-14
MAREAS	
"Las mareas lunisolares", M. Quadrelli	234-14
MATEMATICA Y ASTRONOMIA	
"Cálculo del Día Juliano y hora sidérea", M. López Alvarez, Micr. y Astr.	232-17
"Cálculo numérico de órbitas", D. Zanette y "Programa de los N cuerpos", L. Graciotti, Micr. y Astr.	233-7
"Posiciones orbitales de los planetas", M. López Alvarez, Micr. y Astr.	234-19
"Rutinas de uso en Astronomía", C. Rusquellas, Micr. y Astr.	234-21 235-17
"Destrucción de una estrella doble", D. Zanette, Micr. y Astr.	235-15
"Análisis estadístico de mediciones astronómicas", J. M. Hernández	235-2
NEBULOSAS Y MATERIAL INTERESTELAR	
"Nebulosa de Orión, ¿recién nacida?", Not. Astr.	233-23
"La nebulosa 'Cabeza de Caballo' - Posibles glóbulos de Bok en formación", Not. Astr.	234-24
PLANETAS Y SATELITES	
"Sobre la fuente 0453 + 444 P03", Not. Astr.	232-23
"Las mareas lunisolares", M. Quadrelli	234-14
TECNICAS OBSERVACIONALES	
"Un micrómetro para aficionados", C. Martínez y J. Requeijo	234-2
"Radioaficionados y Halley", A. E. Osorio	234-12
"La búsqueda de supernovas", M. López Alvarez	235-6
"Fotografía astronómica", J. Marello	235-10
TELESCOPIOS	
"El nuevo reflector de 10 m del 'CALTECH'", Not. Astr.	234-24