

REVISTA ASTRONOMICA

Fundador Carlos Cardalda



Órgano de la
Asociación Argentina Amigos de la Astronomía
Personería Jurídica por Decreto de Mayo 12 de 1937
Avda. Patricias Argentinas 550 - 1405 - Parque Centenario

MAYO-SETIEMBRE de 1977 - Tomo XLIX

202

SUMARIO

COMISION DIRECTIVA

4

EDITORIAL

Diez años de vida

5

VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS
Por Mario Vattuone

6

OBJETOS CELESTES INTERESANTES
Por Mario Vattuone

8

LA RADIOASTRONOMIA Y LAS GALAXIAS
Por el Dr. Esteban Bajaja

12

Nuestra Portada

La gallarda figura del Planetario Municipal de la Ciudad de Buenos Aires "Galileo Galilei", que cumple diez años de vida.

RADIOASTRONOMIA DEL SOL
Por el Ing. Augusto E. Osorio

17

NOTAS PARA EL AFICIONADO
SECCION OPTICA E INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS
Conducido por la Subcomisión Taller de Optica

21

NOTICIAS DE LA ASOCIACION

29

NOTICIERO ASTRONOMICO

34

comisión directiva

PRESIDENTE:

Dr. Fernando P. Huberman

VICE - PRESIDENTE:

Ing. Cristián Rusquellas

SECRETARIO:

Luciano Ayala

PRO - SECRETARIO

Augusto E. Osorio

TESORERO:

Federico Friedheim
Bustillo

PRO - TESORERO:

Sr. Guillermo E. Lücke

VOCALES TITULARES:

Alejandro Di Baja
Ing. Benjamín Trajtenberg
Carlos Antonioli
Dr. Fernando Larumbe
Sr. José María Requeijo
Dr. Angel Papetti

VOCALES SUPLENTES:

Sr. Jorge Luis Ferro
Prof. Fernando A. Ravioli
Mario Vattuone

COMISION REVISORA DE
CUENTAS:

José L. Pena
César R. del Río
Jorge Fiel

REVISTA ASTRONOMICA 202

Mayo-Setiembre de 1977

Tomo XLIX.

AG ISSN 0044 - 9253

REGISTRO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

Nº 1.197.081

La dirección no se responsabiliza por las
opiniones vertidas por los autores de los
artículos publicados, o por los datos con-
tenidos en ellos

DISTRIBUCION GRATUITA A LOS SEÑORES ASOCIADOS

DIRECCION: Patriotas Argentinas 550 Buenos Aires (1405)

DIRECTOR: Mario Vattuone

DIAGRAMACION: Luciano Ayala

COLABORARON EN ESTE NUMERO: Huberman, Dr. Fernando
P.; Bajaja, Esteban; Osorio, Augusto E.; Papetti,
Dr. Angel; Di Baja, Alejandro; Vattuone, Mario.

CORREO ARGENTINO SUC. 5 (B)	FRANQUEO PAGADO Concesión No. 3467
	Tarifa Reducida Concesión No. 8845

DIEZ AÑOS DE VIDA

El Planetario de la Ciudad de Buenos Aires "Galileo Galilei" cumple diez años de existencia. Han sido diez años de intensa y proficua labor dedicada a la enseñanza y divulgación de la ciencia astronómica; enseñanza, en las clases que se imparten a colegios en distintos niveles, del primario a través del secundario hasta llegar a clases especializadas para estudiantes de astronomía; divulgación, en las conferencias, proyecciones y exposiciones para todo público que se efectúan a lo largo de cada año que transcurre. Y es esta fructífera labor la que ha llevado a esta institución a ser una de las primeras del mundo, ocupando el cuarto lugar entre sus similares de todas las latitudes.

Nuestra Asociación se adhiere jubilosamente a este aniversario. No podría ser de otro modo. Uno de los fines de nuestra entidad es la divulgación de la astronomía, y entre sus metas figuró desde sus primeros tiempos la creación de un Planetario en la ciudad de Buenos Aires. De las filas de nuestros socios salieron muchos de los que bregaron para que esto se cumpliera, aunque la idea ya contaba con otros propulsores. Desde la década del 30 comenzó a considerarse su erección, y ya en el año 1932 fue integrada una comisión para estudiar los problemas inherentes al asunto. Desgraciadamente, y a pesar de los esfuerzos de sus componentes, no pudo conseguirse ningún fruto, y esta comisión fue disuelta años más tarde sin haber podido cumplir con su cometido. En uno de los números de esta Revista correspondiente al año 1956 se lamentaba esta situación y se urgía a re tomar la senda abandonada.

Los continuados esfuerzos efectuados por muchos, entre los cuales varios socios nuestros, (no hacemos nombres para no caer en omisiones enojosas), condujeron a la formación de una nueva comisión, integrada por las siguientes personas:

por la Sociedad Científica Argentina, el Ing. Luis M. Igartúa

por la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, el Sr. Walther Sennhauser

por el Observatorio de La Plata, el Dr. Miguel Itzigsohn

por la Municipalidad de Buenos Aires, el Ing. Teófilo Tabanera

por el Concejo Deliberante, el Sr. José L. Pena

Esta nueva comisión cumplió una intensa labor que dió por resultado la redacción y a probación de la ordenanza que creaba el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires.

Tras sortear largos trámites burocráticos se comenzó finalmente la construcción del edificio, en un principio en la plaza Seeber, frente al monumento de los españoles y al zoológico y luego, debido a dificultades técnicas, en su actual emplazamiento de la Av. Sarmiento y Belisario Roldán.

A fines de 1966 estaba prácticamente terminada la instalación del planetario, salvo algunos detalles, y fue nombrado Director del mismo quien fuera entonces nuestro presidente, el Sr. Carlos L.M. Segers. No llegó él a entrar verdaderamente en funciones, ya que falleció el 1° de Mayo de 1967, meses antes de la inauguración oficial de la institución. Fue nombrado entonces en su reemplazo, en un verdadero acierto, el Prof. Antonio Cornejo, quien desde ese momento dirige dicha institución con mano firme y segura, con el resultado ya indicado más arriba.

El edificio del Planetario ha pasado a integrar el panorama del parque de Palermo, y su gallarda figura, que es admirada por cuantos la contemplan, debe servir también como ejemplo de lo que puede llegar a hacerse con tesón y sacrificio.

Nuestros plácemes, pues, a su digno Director y a su personal por la labor cumplida y, en estos momentos de júbilo, también un recuerdo para todos aquéllos que hicieron posible esta maravillosa obra, muchos de los cuales ya no están entre nosotros.

por Mario Vattuone

En reunión de Comisión Directiva se resolvió que la sección "El Cielo del Mes" salga en forma de manual, en el que se consignará el aspecto del cielo para todos los meses del año. Por ello no saldrá ya en esta revista. Sólo se consignará la visibilidad de los planetas para cada época, puesto que ésta cambia constantemente.

VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

En vista del retraso sufrido por la publicación del presente número de Revista Astronómica, se publica esta sección para el resto del año.

MERCURIO - A fines de Abril estará próximo al Sol y será invisible. El 30 estará en conjunción inferior. A mediados de Mayo será matutino, alcanzando su máxima elongación W el 27 de este mes, con 25° . En Junio irá descendiendo, y el 30 de este mes estará en conjunción superior. En Julio volverá a ser visible de tarde; estará en conjunción con Saturno el día 20 y el 8 de Agosto alcanzará la máxima elongación E con 27° ; bajará luego y el 5 de Setiembre se hallará en conjunción inferior, siendo invisible. A mediados de este mes se verá de madrugada y el 21 alcanzará su máxima elongación W con 18° . El 18 de Octubre lo tendremos de nuevo en conjunción superior (invisible) tras lo cual comenzará a verse al atardecer a mediados de Noviembre, para alcanzar su máxima elongación E el 3 de Diciembre, con 21° . El 21 de este mes se hallará de nuevo en conjunción inferior.

En Aries hasta comienzos de Junio en que pasará a Taurus avanzando rápidamente hasta entrar en Gemini a fines de este mes; a comienzos de Julio ya entrará a Cancer y 15 días después a Leo donde permanecerá hasta fines de Setiembre en que pasará a Virgo. A fines de Octubre entrará en Libra, a comienzos de Noviembre en Scorpius-Ophiuchus, y a fines de este mes pasará a Sagittarius, volviendo a Ophiuchus hacia fines de año.

VENUS - El 11 de Mayo alcanzará su máximo brillo, y será matutino. Alcanzará su máxima elongación W el 15 de Junio, con 46° . Seguirá siendo matutino, pero hacia mediados de Diciembre desaparecerá en las luces de la aurora.

En Piscis hasta comienzos de Junio en que pasará a Aries; a fines de este mes entrará en Taurus y al comienzo de Agosto en Gemini, pasando a Cancer a fines de este mes. A mediados de Setiembre entrará en Leo y hacia la segunda semana de Octubre en Virgo. A mediados de Noviembre pasará a Libra y en Diciembre a Scorpius-Ophiuchus en los primeros días, y a Sagittarius hacia fines de mes.

MARTE - Seguirá siendo matutino aunque saldrá cada vez más temprano, y a fines de Junio lo hará más de tres horas antes de la salida del Sol. Hacia comienzos de Octubre ya saldrá poco después de medianoche y en Diciembre alrededor de las 21 horas. El 4 de Setiembre estará en conjunción con Júpiter.

En Piscis en Mayo, pasará a Aries a comienzos de Junio, a Taurus en la segunda semana de Julio, a Gemini a fines de Agosto, a Cancer en la segunda mitad de Octubre, permaneciendo allí durante el resto del año.

JUPITER - En Abril saldrá unas 3h después de la puesta del Sol; a principios de Junio estará en conjunción con el Sol, y a partir de allí será matutino. En Setiembre 4 estará en conjunción con Marte y hacia fines de este mes saldrá cerca de medianoche. A fines de año saldrá bastante antes de la puesta del Sol.

Estará en Taurus buena parte del año, aunque a fines de Agosto pasará a Gemini, donde permanecerá por el resto del año.

SATURNO - Vespertino hasta comienzos de Agosto. El 13 de este mes estará en conjunción

con el Sol; luego será matutino. El 18 de Setiembre estará en conjunción con Venus.
Hasta fines de Julio en Cancer; luego en Leo.

URANO - Vespertino hasta fines de Octubre aunque la última parte de este mes estará muy cerca del Sol. En conjunción el 4 de Noviembre. Luego será matutino.

En Libra todo el año.

NEPTUNO - Vespertino hasta mediados de Noviembre. En conjunción el 8 de Diciembre.

En Ophiuchus todo el año.

PLUTON - Invisible para un telescopio común de aficionado. Estará todo el año en Virgo, de $1,5^{\circ}$ a $6,5^{\circ}$ al E de ϵ Vir. Magn. 14 en la oposición (7 de Octubre).o



OBJETOS CELESTES INTERESANTES

Por Mario Vattuone

Se describen aquí algunos de los objetos celestes que serán visibles durante los próximos meses. Comencemos, como siempre, con cúmulos y nebulosas. Hay algunos que son difíciles de observar, y requieren mayores instrumentos y mucha atención del observador.

NGC 5749: AR: 14h 45m; D: $-54^{\circ} 19'$ - Este cúmulo galáctico de Lupus puede ser pasado por alto por cualquier observador no avisado, dada su extrema pobreza y su ubicación cerca de la banda de la Vía Láctea. Unas 16 estrellas esparcidas en una imagen de 10' de diámetro. Tiene además el inconveniente de la falta de estrellas destacadas que lo marquen; puede tomarse como guía la mitad de la distancia entre α Cen y α Lup, y buscar en esa zona (cuidado, hay otros cúmulos). Con 8cm de abertura y unos 40 aumentos se notará apenas, sobre todo en el opaco cielo de una ciudad. Con 15cm a 60 aum. se verán unas diez o doce estrellitas. Visible hasta fines de Septiembre.

NGC 6171: AR: 16h 30m; D: $-12^{\circ} 57'$ - (H VI-40) - Pequeño cúmulo globular en Ophiuchus, situado a medio camino entre ϕ y ζ Oph. Presenta un diámetro de 2,2' y una magnitud visual de 8,2. En óptimas condiciones de observación puede captárselo con un anteojo de 6 a 8cm de abertura y 30 aumentos como una leve manchita de luz, redonda y sin estructura aparente, con cierta dificultad. Se requiere un reflector de 10cm arriba y unos 40 aumentos como mínimo, para apreciarlo bien aunque no se resuelve ni con 30cm de abertura. Visible hasta comienzos de Octubre en primera noche. Muy difícil en ciudad.

NGC 6192: AR: 16h 36m; D: $-43^{\circ} 17'$ - Cúmulo galáctico en Scorpius, situado cerca del límite con Norma, $11/2^{\circ}$ al E y 50' al N de μ Nor. Compuesto por un centenar de débiles estrellitas (m. 10 o más débiles) de las cuales se notan bien unas 75 las que se presentan comprimidas en una imagen de 7' de diámetro, aparentando un "humo de estrellas". Aunque en condiciones excepcionales de visibilidad puede notárselo con un anteojo de 6cm de abertura a 15 aumentos, es necesario un telescopio de 8 a 10cm en campaña y de por lo menos 12 a 15cm en ciudad, a 40/60 aumentos para resolverlo parcialmente. Visible hasta mediados de Octubre o comienzos de Noviembre temprano.

NGC 6242: AR: 16h 52m; D: $-39^{\circ} 26'$ - Cúmulo galáctico en Scorpius, situado $11/2^{\circ}$ al S y 30' al E de $\mu^1 \mu^2$ Sco. Tiene un diámetro de 10' y está formado por 44 estrellas de baja luminosidad, de las cuales, en el mejor de los casos, se verán solamente unas 20. Lejos de toda luz y con cielo diáfano puede notárselo hasta en un buscador como una manchita luminosa, o con gemelos 10x50. Con 8cm de abertura y 40 aumentos aparecerá algo alargado y se resolverán algunas estrellas. Un reflector de 15cm lo hará resaltar bien, aunque sólo se resolverán algunas de sus componentes, quedando las demás como fondo nebuloso. Visible hasta fines de Octubre o comienzos de Noviembre temprano.

NGC 6356: AR: 17h 20m; D: -17° 46' - (H I-48) - Pequeño cúmulo globular en Ophiuchus situado 3 1/2° al E y 2° al S de η Oph, y cerca de M9 (v. Rev. Astr. N° 197). Compacto y brillante, mide 1,7' de diámetro, con una magnitud visual de 8,4. En noches diáfanas y lejos de luces molestas, puede notarse con un anteojo de 5 a 6cm de abertura y 25 aumentos, apareciendo entonces como un punto borroso de luz con centro más brillante. Con 10cm o más y 60 aumentos se lo apreciará con comodidad aunque sin resolverlo. En ciudad pueden llegar a necesitarse 20 o 25cm de abertura. Visible hasta mediados de Octubre.

NGC 6362: AR: 17h 27m; D: -67° 1' - Cúmulo globular en Ara, situado a unos 2/3 del intervalo que media desde η Ara hasta ζ Aps, de m.5. Por su ubicación circumpolar puede ser observado prácticamente en cualquier época del año, aunque entre los meses de Diciembre y Marzo estará a poca altura sobre el horizonte. Presenta una imagen de 6,7', con una magnitud aproximada de 7,5 (fotogr. 8,3) y una discreta condensación central. Aunque en óptimas condiciones de observación puede captarse con 8cm de abertura a 25 aumentos, conviene usar un reflector de 10 a 12cm de abertura a 40 aumentos para verlo como objeto nebuloso. Con mayores aberturas podrá apreciarse hasta con cielo brumoso y con 20 cm o más y 60 aumentos se resolverán algunas de sus componentes brillantes. Desde los 38° de latitud S, bien visible todo el año.

NGC 6402: AR: 17h 35m; D: - 3° 13' - (M 14) - Cúmulo globular bastante destacado en Ophiuchus, situado 2 1/2° al NE de δ Oph, de m.4. Su magnitud visual es de 7,6 y su diámetro de 3'. En óptimas condiciones de observación se lo acepta con un anteojo luminoso de 5 a 6cm de abertura (a veces bastan ya unos gemelos 7x50 para notarlo); se aconseja un mínimo de 25 aumentos para apreciarlo satisfactoriamente. Mejora la visión con 8/10cm de abertura a 40 aumentos, aunque no se lo resolverá ni con 25cm de abertura. Bien visible hasta comienzos de Octubre; luego bajará mucho.

NGC 6451: AR: 17h 47m; D: -30° 12' - (H VI-13) - Cúmulo galáctico en Scorpius, situado cerca de 4° al W de γ Sgr. Formado por medio centenar de estrellas débiles agrupadas en un conjunto de 6' de diámetro, puede captarse en noches muy diáfanas con un anteojo de 6cm de abertura, lejos de toda luz. Aparecerá entonces como un manchón difuso de luz apenas destacado sobre el rico fondo estelar del campo galáctico (nos hallamos en la zona del centro galáctico). En las mismas condiciones de cielo y con una abertura de 8cm y unos 40 aumentos, podrán notarse sus estrellas más brillantes (entre 15 y 20). Con mayores aberturas, en especial de 15cm arriba, podrán apreciarse todas o casi todas sus componentes que aparecerán como polvo de diamantes. Con 60 aumentos o más se lo apreciará aún mejor. Requiere cierta práctica de observación o mucha atención de parte del observador para distinguirlo de entre el rico campo circundante. Visible hasta mediados de Noviembre en primera noche.

NGC 6613: AR: 18h 17m; D: -17° 9' - (M 18) - Cúmulo galáctico en Sagittarius, situado 1,5° al N y 30' al E de NGC 6603 (v. Rev. Astr. N° 193). De tipo abierto, está formado por estrellas de m.8 o más débiles, y presenta un diámetro de 12'. En ocasiones muy favorables es visible hasta con gemelos 7x50 o 10x50 presentándose entonces como un manchoncito de luz difusa. Con un anteojo de 6cm de abertura y 25 a 30 aumentos se apreciarán una docena de sus componentes destacándose sobre el fondo lechoso de las más débiles. Con mayores aberturas y más aumento (unos 40) podrán notarse más estrellitas, pero el conjunto quedará como diluido por la mayor escala de la imagen. Visible hasta mediados de Noviembre en primera noche.

NGC 6629: AR: 18h 23m; D: -23° 14' - Nebulosa planetaria en Sagittarius, situada a poco más de 2° al N y 30' al W de Sgr. Mide 16"x14" con una magnitud de 10,6, necesitándose por ello de un reflector de no menos de 20cm de abertura y no menos de 80 aumentos para apreciarlo bien con cielo diáfano y buenas condiciones de observación (ausencia de luces molestas, humo de chimeneas, etc). Con regulares condiciones atmosféricas a veces no puede llegar a notarse con una óptica como la descrita - debido quizás a que se confunde con el rico campo estelar circundante - y se precisa una abertura mayor. Requiere además cierta práctica en la observación de objetos difusos y débiles. Visible hasta mediados de Noviembre.

Veamos ahora algunas estrellas dobles:

7 Lup : AR: 15h 57m; D: -38° 15' - Componentes de magn. 3,6 y 7,9 (visual), separadas 15",02, con A.P. = 20°,3. A pesar de presentar una buena separación, resulta engorroso de separar con pequeños instrumentos, debido a la diferencia de luminosidad de las componentes. Par resuelto pero compañera débil con 6cm de abertura a 40 aumentos. Más visible con 8cm a 80 aumentos; bien con 10/11cm y la misma o mayor magnificación. Algunos notan contraste de colores. Visible hasta fines de Septiembre.

Σ 2007 Ser: AR: 16h 4m; D: +13° 27' - Componentes de magn. 7,0 y 8,2 (visual), separadas 36",37, con A.P. = 323°,6. El único inconveniente de este par es su baja luminosidad; en pequeñas aberturas - 5 a 6cm - aparece débil. Puede resolverse fácilmente con 8cm o más y de 25 aumentos arriba. Algunos notan contraste de colores. Visible hasta mediados de Septiembre.

Sh 240 Oph: AR: 16h 54m; D: -19° 18' - Componentes de magn. 6,5 y 7,6 (visual), separadas 4",72, con A.P. = 232°, - Con pequeñas aberturas la compañera se verá débil y será difícil de resolver. Resuelta apenas con 8cm a 100 aumentos si el cielo es diáfano y la atmósfera calma. Par bien separado con 11cm a 100 aumentos y soberbio objeto con 15cm o más a 150 aumentos. Visible hasta Octubre.

θ Ser : AR: 18h 54m; D: + 4° 8' - Componentes de magn. 4,7 y 5,1 (visual), separadas 22",20, con A.P. = 103°,8. Este par es sumamente fácil de resolver con cualquier instrumento, incluso con gemelos 6x30 o 7x50. Con unanteojo de 8cm de abertura y 25 aumentos es ya un precioso objeto. Visible hasta comienzos de Octubre.

ESTRELLAS VARIABLES

Se publican las cartas correspondientes a S Aps y U Ara.

145971

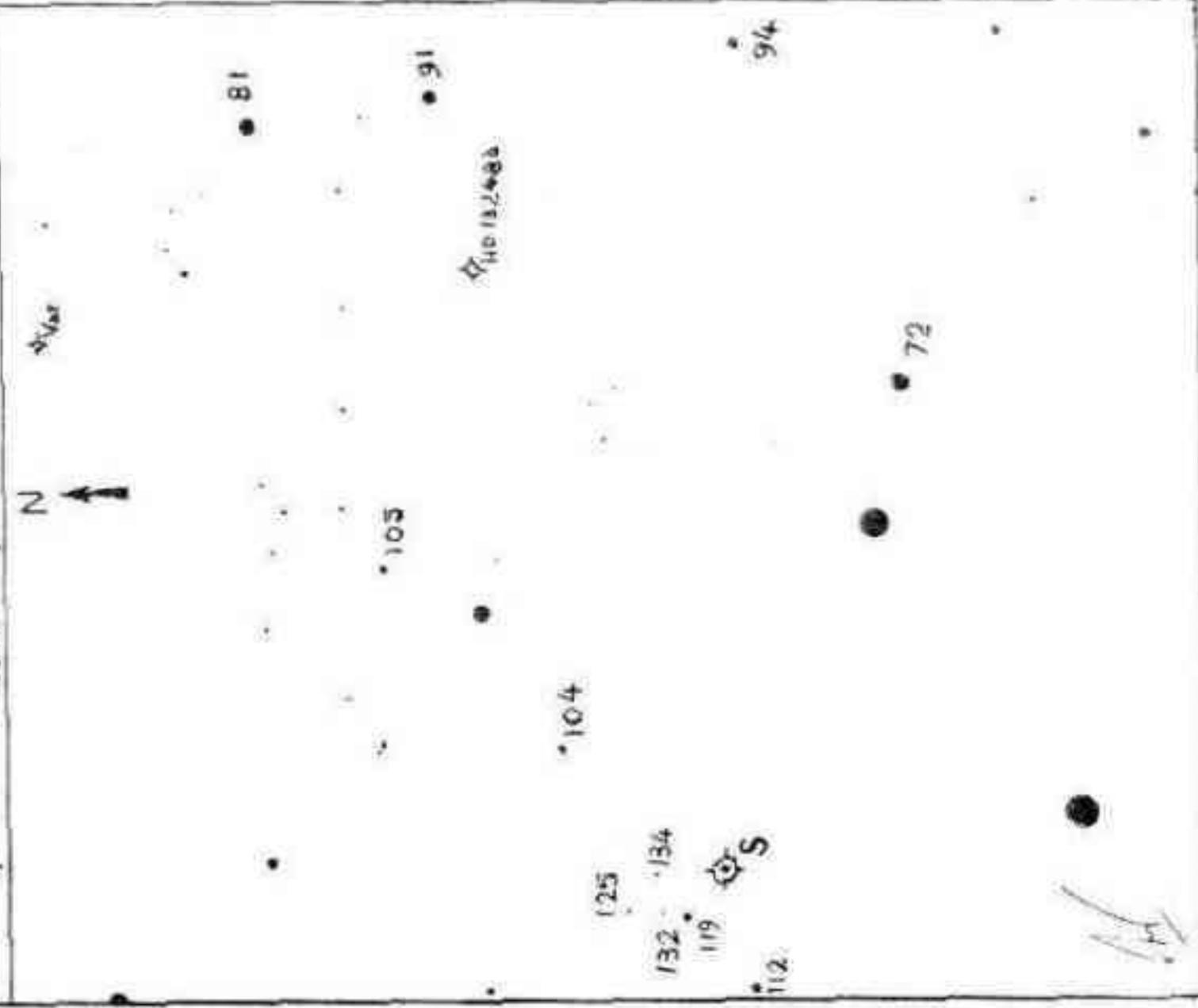
S Apodis

Tip: RC1B $\alpha: 15^h 5^m 18^s$ M: 9.6
 $\delta: -71^\circ 52' 5$ 1950-0 m: 152

S APS TrA

XTrA γ

GUIA R3



174551

U Arae

L.P. Me $\alpha: 17^h 47^m 40^s$ P: 224^d.5
 $\delta: -51^\circ 38' 2$ M: 8.5 (V19)
 1950-0 m: 13, 2 (V19)

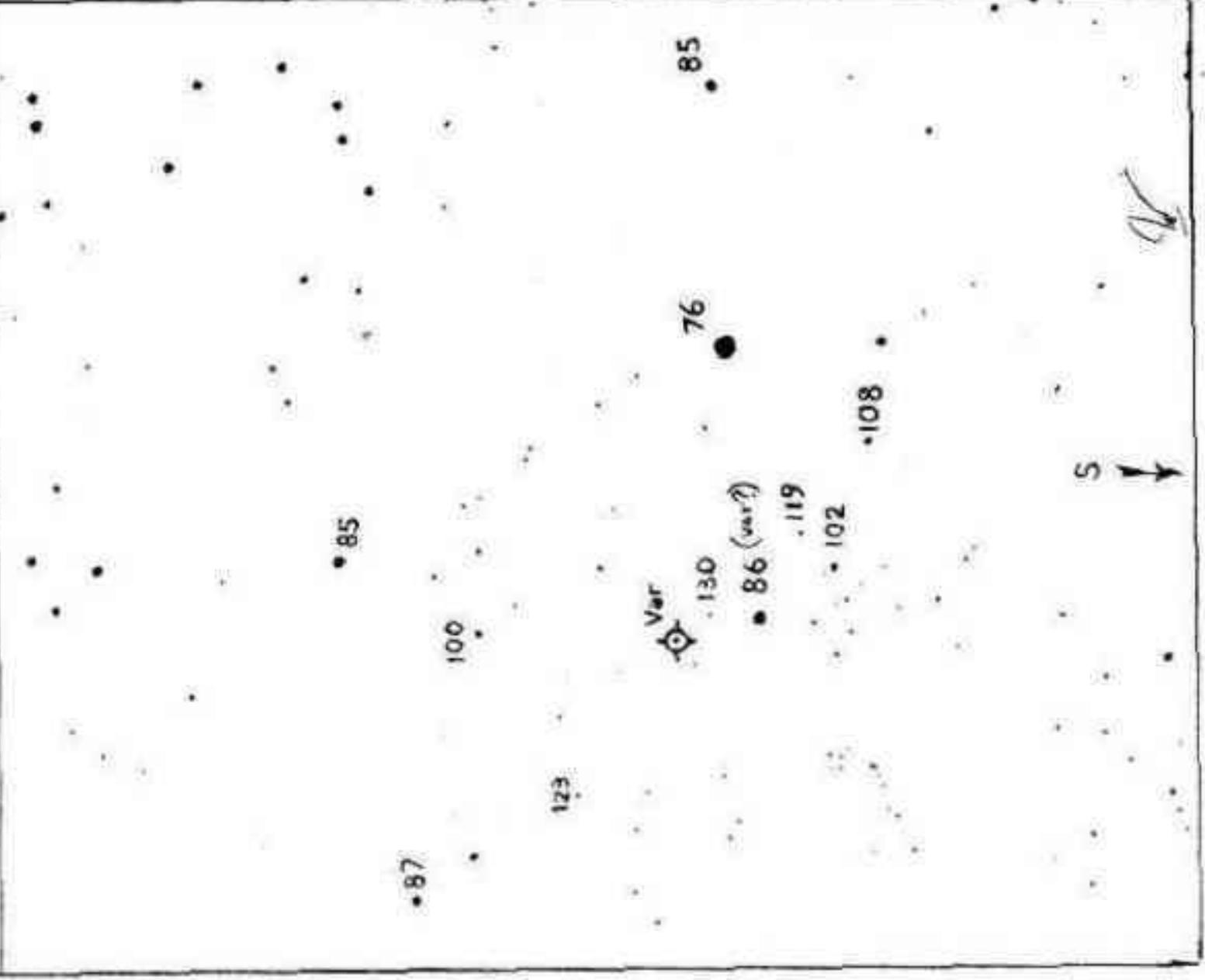
M3e/5e

α

β

γ

GUIA



La Radioastronomía y las Galaxias

Resumen de la conferencia pronunciada en nuestro Salón de Actos el 24 de Abril de 1976 por el Dr. Esteban Bajaja, Director del Instituto Argentino de Radioastronomía

Entre los años 1971 y 1974 el autor tuvo oportunidad de entrar en contacto con un grupo de radioastrónomos que trabajaban con galaxias, ya que durante ese lapso permaneció en el Observatorio de Leiden, en Holanda. Este artículo resumirá algunos de los logros recientes en la materia.

La radioastronomía ha registrado un enorme avance en los últimos tiempos, debido al interés despertado por las múltiples posibilidades de investigación que ella proporciona. El ancho de la "ventana" de radio es 500 veces mayor que el de la "ventana" óptica, lo que permite examinar con más detalle el espectro de energía en el continuo, relacionado directamente con el proceso de generación de la emisión y, por lo tanto, con las condiciones físicas del medio en que tienen lugar. Así, es posible distinguir entre radiaciones de tipo térmico y no térmico; si la radiación tuviera un origen térmico, la temperatura equivalente no variaría con la frecuencia y toda variación indica una radiación de origen no térmico, por ejemplo radiación de sincrotrón, cuya teoría fue elaborada en 1950. Si existen electrones de muy alta energía (relativísticos) en presencia de campos magnéticos, al ser acelerados producen una radiación cuya intensidad y polarización dependen de la energía de los electrones, y de la intensidad y dirección del campo magnético. Esta teoría se estableció en 1950 sobre la base de observaciones radioastronómicas. Por otro lado, por medio de las líneas, como la de 21 centímetros, podemos deducir la densidad y velocidad del gas.

A todo ello tenemos que añadir que las señales de radio son menos atenuadas por las nubes de gas y polvo de la Galaxia, permitiendo explorarla de lado a lado. Finalmente, citemos la reciente detección de moléculas y radicales que permiten estudiar la composición del material interestelar.

El progreso se ha visto favorecido por los recientes logros en la electrónica y la computación; principalmente esta última, que se hace imprescindible para la radioastronomía ya que, a diferencia de la astronomía óptica, aquí no se tiene una imagen completa en una placa fotográfica, sino una señal de ruido que hay que registrar y procesar. En realidad, la astronomía óptica está a su vez empezando a aprovechar las computadoras.

El IAR nació en 1962, a raíz del interés de la Carnegie Institution de Washington, en instalar un radiotelescopio en el hemisferio Sur, y de la existencia en nuestro país de la infraestructura técnica y científica necesaria.

Por parte de la Argentina participaron el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, y las Universidades Nacionales de Buenos Aires y La Plata. En el año 1966 se inauguró la primera antena y se comenzó a trabajar en la línea de 21cm sobre la Vía Láctea.

La antena consta de un reflector parabólico de 30m de diámetro, con montura ecuatorial, que puede desplazarse entre +2h y -2h de ángulo horario y entre -10° y 90° en declinación. El ancho del lóbulo a media potencia (ancho del haz, que nos define el poder separador) es de 30'. En el cabezal del foco se halla un receptor paramétrico, y a la salida del sistema puede conectarse un espectrómetro de 56 canales que permite trazar un perfil de hidrógeno con una resolución de 2 km/seg.

Este mismo tipo de salida es el que se obtuvo en los radiotelescopios que a partir de 1951 fueron utilizados para explorar la Vía Láctea con el fin de determinar la distribución del gas en la misma. Muy pronto, en 1958, se pudo mostrar un mapa, (fig. 1) combinando las observaciones de los holandeses y los australianos.

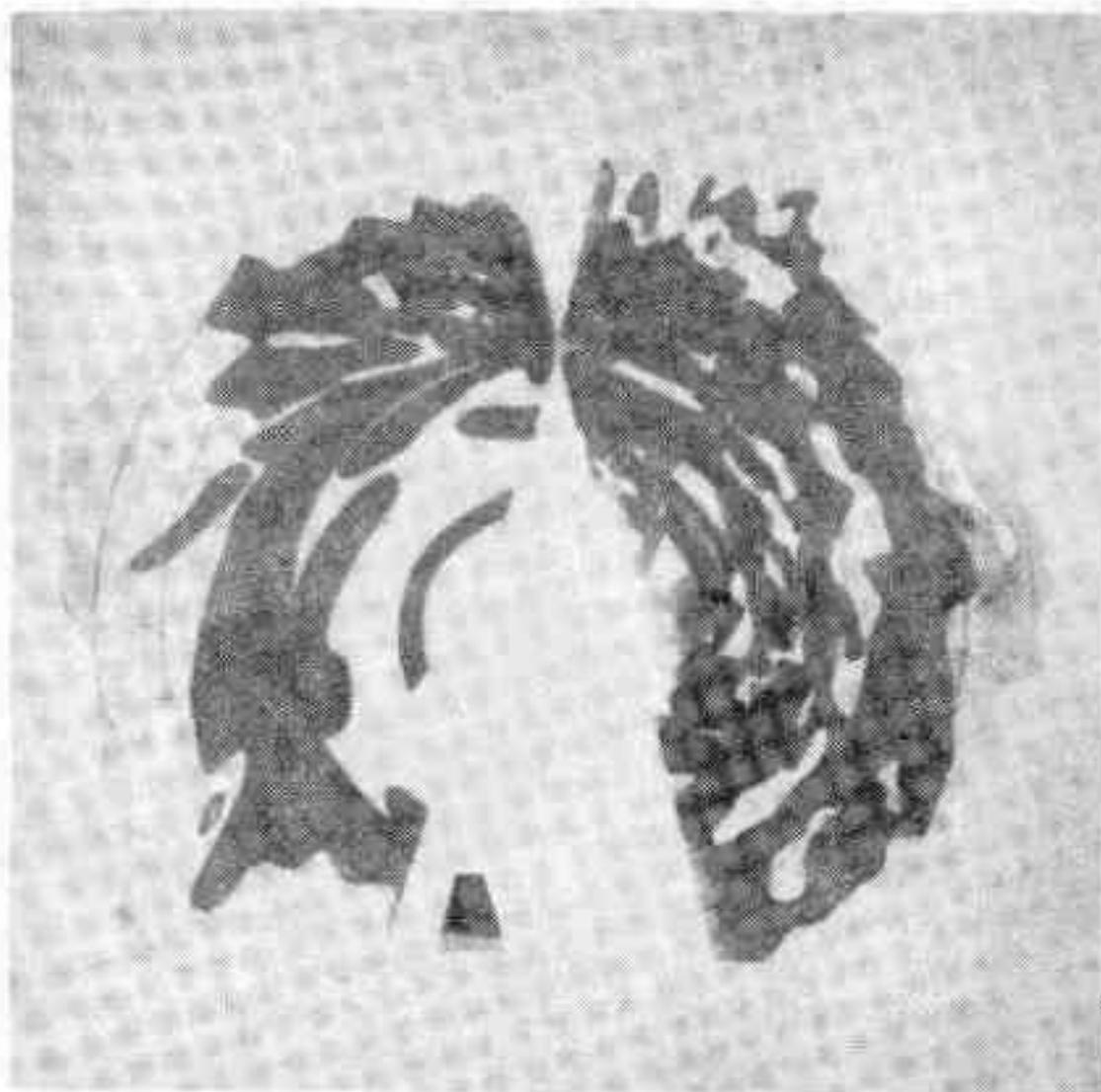


Fig 1- Mapa de la distribución del H I en la Galaxia.

Para trazar este mapa se partió de una serie de suposiciones, ya que al observar el HI en una dirección determinada se puede establecer su densidad y velocidad, pero no su distancia. La hipótesis, es que cada punto del disco galáctico se mueve en una trayectoria circular con una velocidad que sólo depende del radio; la función que relaciona dicha velocidad con el radio se llama *curva de rotación* de la Galaxia, y es uno de los primeros datos que se deben obtener. Para obtener dicha curva desde la propia Galaxia, es necesario determinar, para cada dirección del plano de la misma, cuál es la velocidad máxima observada, negativa o positiva de acuerdo al cuadrante, pues ella corresponde al punto que se encuentra a mínima distancia del centro.

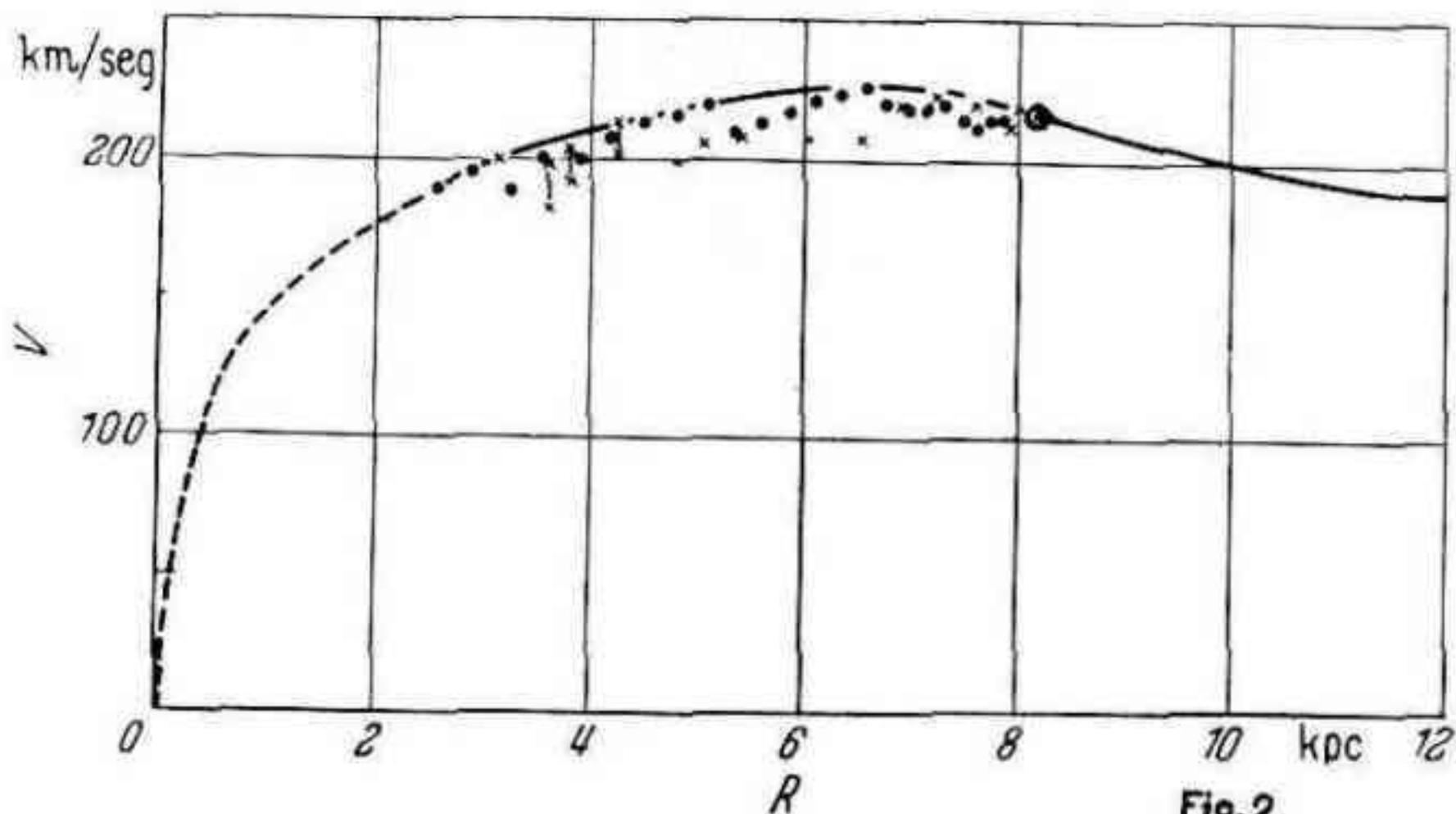


Fig.2

La fig.2 muestra la curva hallada para nuestra Galaxia. Las irregularidades que presenta se supusieron en un principio debidas a la ausencia de gas, de manera que una curva suave que contenga los máximos debería describir adecuadamente la curva de rotación. Conocida esta curva, es inmediato determinar luego en qué punto se encuentra una nube de gas de velocidad proyectada dada. Por supuesto, esto es sólo válido dentro del círculo de radio igual a la distancia del Sol al centro de la Galaxia; fuera de este círculo, es necesario establecer hipótesis adicionales para extrapolar la curva de rotación.

Si las hipótesis anteriores fueran correctas, se podría decir que habríamos visto por primera vez la estructura espiral de nuestra Galaxia, y ese fué el primer resultado espectacular de la radioastronomía en 21cm.

Pero sucede que la dichosa curva de rotación de la fig.2 no termina de convencer; esas irregularidades y el hecho de que las curvas halladas para los dos cuadrantes sean muy semejantes pero desplazadas 10 Km/seg, trajeron problemas de interpretación ya desde su publicación. Si existiesen turbulencias locales que deformaran la curva de rotación, ello invalidaría completamente el mapa de la figura 1.

La solución estaría en tratar de estudiar galaxias externas, ya que en ellas podríamos determinar la curva de rotación con más facilidad que en la nuestra, por no estar en su interior. En particular serían útiles las hermosas espirales, con sus brazos claramente delineados por las estrellas de gran brillo y regiones HII, categoría a la que también pertenece nuestra Galaxia.

Pero sucedió que se tropezó con el inconveniente de la baja resolución de los radiotelescopios. Sabemos que el poder resolutivo de los telescopios depende de la relación entre su diámetro y la longitud de onda de la radiación utilizada, y que para un instrumento de 10cm en 5600 Å vale:

$$\frac{100}{5 \times 10^{-3}} = 20000$$

lo que corresponde a un poder separador de 20" aproximadamente.

Para obtener un resultado equivalente en un radiotelescopio que opere en 21cm, sería necesario un diámetro de 4 Km; con los más grandes radiotelescopios existentes, el ancho del haz no es inferior a 10'. Ello significa que si observamos a M51 con uno de los más grandes instrumentos existentes, de 100m, el haz cubre toda la galaxia, y es imposible detectar ningún detalle.

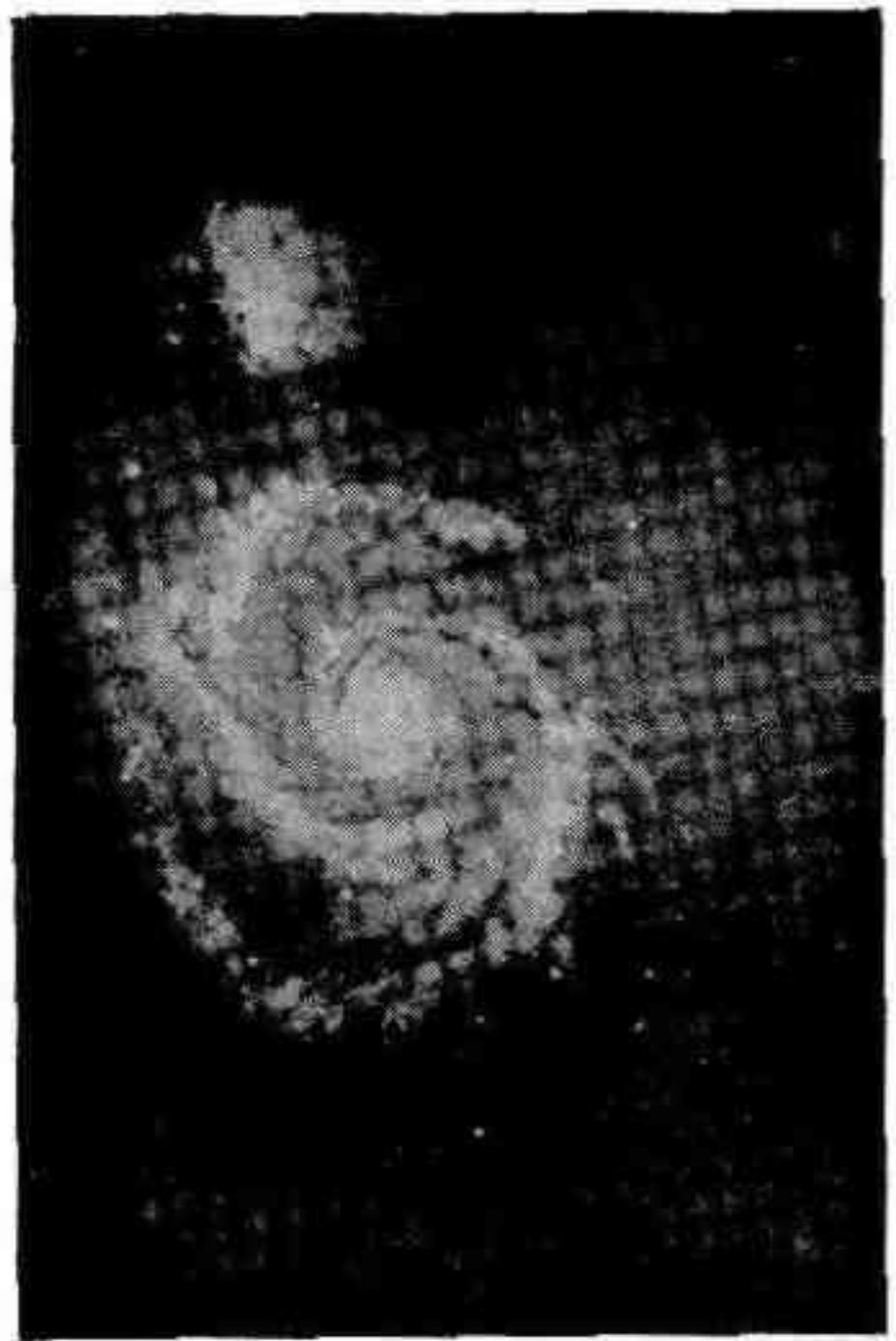
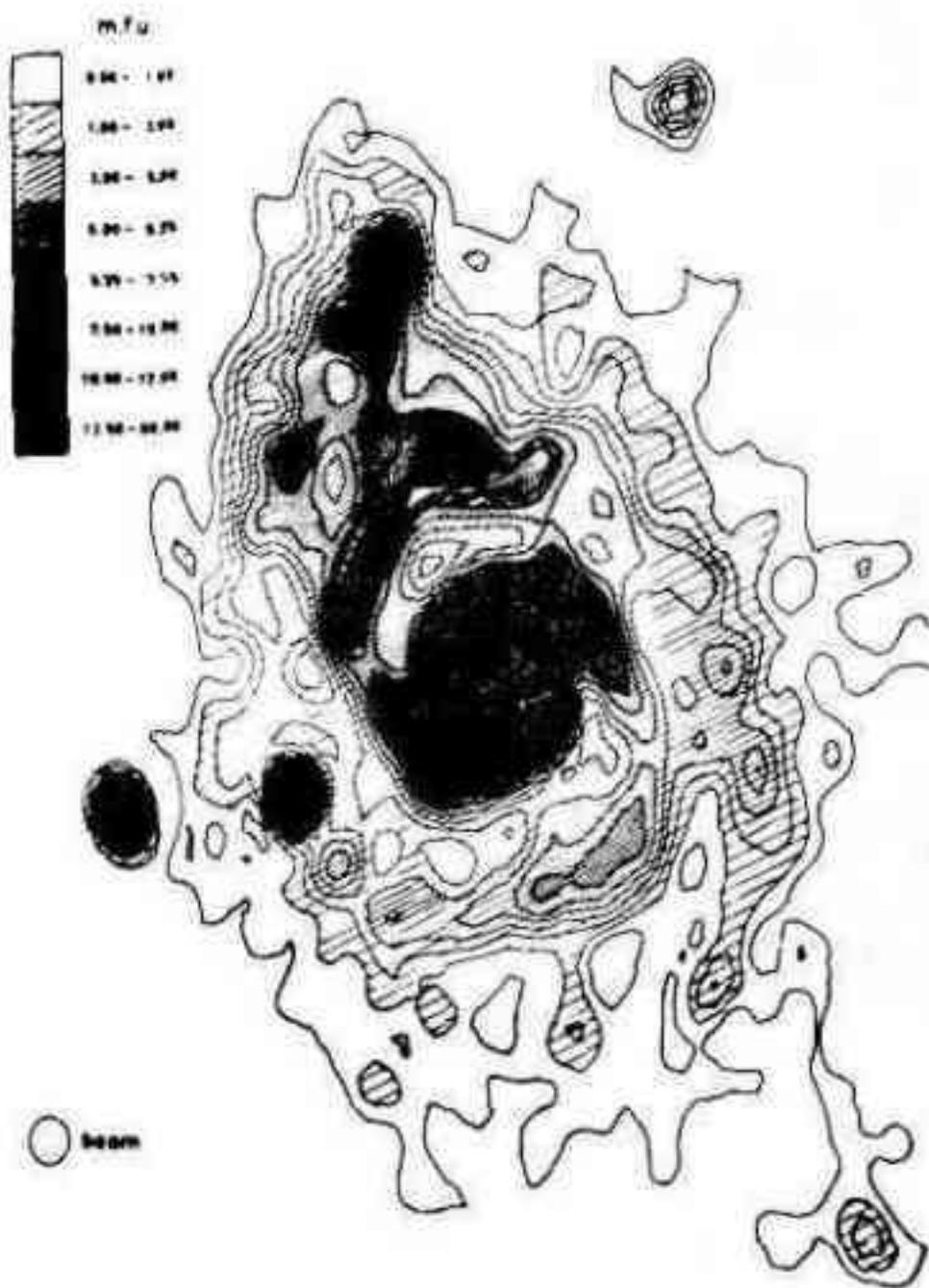
Como construir instrumentos de diámetros desmesurados está fuera de discusión es necesario, para obtener un resultado equivalente, descomponer la superficie grande de recolección de señal en múltiples unidades de tamaño razonable, ampliamente separadas e interconectadas entre sí, de manera de simular el comportamiento de un reflector simple de gran diámetro; entramos así en la técnica de los *interferómetros*.

Estos consisten en dos o más antenas interconectadas, de manera que la señal que reciben, proveniente de un objeto, se suman en el punto común según sea su diferencia de fase, debida ésta a la diferencia de tiempo con que llegan. Cuanto más separados están los elementos, más sensible será el sistema a pequeñas diferencias de ángulo en la dirección de la señal recibida. Usando elaborados sistemas de antenas interconectadas, se han logrado haces muy delgados, con lóbulos laterales pequeños.

Pero la idea brillante que ha permitido obtener con un grupo de antenas el equivalente a un radiotelescopio gigante, es la que hizo acreedor al premio Nobel a Sir Martin Ryle en 1974.

Cada interferómetro de dos antenas ubicadas a cierta distancia entre sí, (línea de base) conectadas con un receptor adecuado, no hace sino hallar las componentes complejas de Fourier de la distribución de brillo del objeto que se observa, correspondiente a esa línea de base. Observando con diferentes longitudes de línea de base y en diferentes direcciones, disponemos de un conjunto de componentes de Fourier que, transformadas, reproducirán la imagen original. Esto es lo que constituye un *radiotelescopio de síntesis*.

Pero, lo principal, es que es innecesario recurrir a instalaciones enormes, ya que las mediciones interferométricas con diferentes líneas de base, no necesitan realizarse simultáneamente, de manera que, construyendo una sola línea de base con una orientación adecuada, es posible obtener las diferentes direcciones aprovechando el giro de la Tierra, haciendo observaciones a lo largo de 12 horas; además, en días sucesivos se puede



variar la longitud de la línea de base si una de las dos antenas puede moverse sobre rieles.

Un ejemplo de este sistema es el radiotelescopio de síntesis de Westerbork en Holanda, consistente en doce antenas de 25m de diámetro, dos de las cuales son móviles, y cada una de ellas forma un interferómetro con las diez restantes.

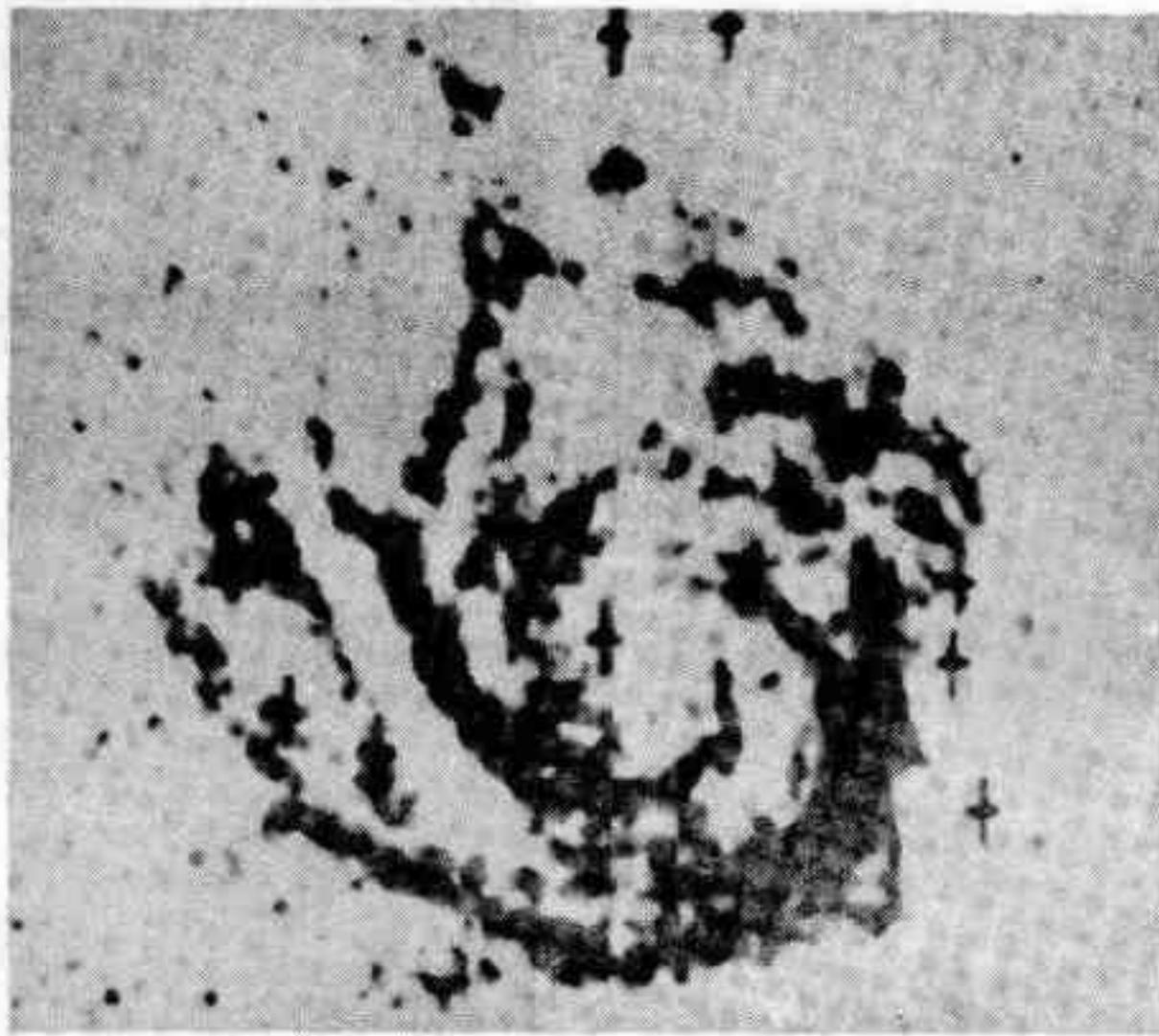
En la fig.3 vemos lo que se ha obtenido con M 51 en la línea de 21cm por medio de esta instalación; esta imagen demuestra que se ha abierto una nueva era en el campo de la radioastronomía observacional. En efecto: cada antena de 25 metros tiene un lóbulo de 36', o sea tres veces superior al diámetro de M51, pero el sistema en conjunto tiene un haz de 24", ya que la línea de base máxima es de 1600m.

Aquí puede verse la distribución del H I en una galaxia espiral. Esta foto puede decirse que tiene trascendencia histórica. Por primera vez queda demostrado, sin lugar a dudas, que hay una buena correlación entre los brazos ópticos y la distribución de gas; es posible reconocer la posición relativa del gas con respecto a las franjas de polvo y regiones H II.

La resolución obtenida es tal, que ya se está en condiciones de producir verdaderas radiofotos, como se ve en la fig.4, donde aparece M 101. Pero hay que aclarar que todo el procesamiento de las señales, la síntesis, sería imposible sin el concurso de las computadoras, ya que cada uno de estos mapas contiene alrededor de 250000 puntos de información.

Es posible ahora obtener curvas de rotación en galaxias externas que confirman las suposiciones sobre la presencia de turbulencias locales, ya que las curvas de rotación son diferentes para cada uno de los perfiles de velocidad trazados.

El IAR también realiza actividad en este campo. El equipo con que se cuenta ha demostrado poseer suficiente sensibilidad, y se tiene el plan de relevar el H I en todas las galaxias espirales del hemisferio Sur de magnitud menor que 10. Por otra parte tenemos a nuestro alcance las nubes de Magallanes, en las que haremos un relevamiento con más re-



solución en velocidad que el que han efectuado los australianos, cuyo equipo sólo permite apreciar 7 Km/seg.

Ligado al problema de la estructura espiral, está el estudio de las interacciones gravitatorias (efectos de marea) entre galaxias; las nubes de Magallanes interactúan con la nuestra no sólo causando deformaciones del disco, sino aparentemente a través de desprendimientos de gas, resultado de lo cual son las corrientes como la Magellanic Stream descubierta por los australianos.

Concluida la primera antena del IAR, se comenzó a construir la segunda, que podría desplazarse sobre rieles de 800 metros de largo, con el fin de utilizarla conjuntamente con la primera conformando un interferómetro apto para la síntesis. Pero...sucede que a partir de 1973 se interrumpió el aporte financiero, y la antena carece de la instalación eléctrica y electrónica necesaria, y durante casi tres años lo único que ha hecho es oxidarse. En esta antena, totalmente construida en el país por nosotros, se ha invertido un considerable aporte en esfuerzo, tiempo y dinero, que ahora aparece desperdiciado. En realidad el IAR ha debido sobrevivir con un presupuesto exiguo y hubo ocasiones en que no se supo si se llegaría a fin de mes; esto no ha sido sino el reflejo de lo que ha sucedido con la actividad científica en el resto del país. Es de esperar que vuelva a aflorar la sensatez, esperanza que está presente entre los que no han emigrado. o



Radioastronomía del Sol

por Augusto E. Osorio

El Sol, bajo el punto de vista radioeléctrico, es un poderoso emisor que irradia en una amplia gama de frecuencias. Sin embargo, estas radiaciones no fueron captadas con el nacimiento de la radioastronomía en 1931, sino después de transcurrida una década.

El ingeniero norteamericano Jansky en 1931 captó casualmente radiaciones provenientes de la Galaxia, especialmente de la región Scorpio-Sagittarius, mientras trataba de localizar el origen de ciertas perturbaciones que interferían las radiocomunicaciones entre los EE.UU. de N.A. y Europa.

Reber, otro ingeniero norteamericano, trató en 1940 de recibir ondas radioeléctricas provenientes del Sol, sin resultado, posiblemente por no haber sintonizado en las frecuencias adecuadas o más probablemente por coincidir con períodos de poca actividad solar.

En 1942 y 1943, Southworth realizó experiencias similares en longitudes de onda de 1 a 10cm y estableció definitivamente la existencia de las emisiones solares en esta gama. En 1942 durante la II guerra mundial, los equipos de radar que operaban en longitudes de onda de 4 a 6 metros, de la Defensa Antiaérea Británica, fueron interferidos seriamente por ondas de alto nivel que en el primer momento se adjudicó a ondas producidas por transmisiones alemanas para interferir el Sistema de Defensa Británico. Los informes sobre estas anomalías se pasaron a institutos científicos que de su análisis dedujeron que las ondas interferentes provenían del Sol.

En general las radioperturbaciones solares son más intensas entre los 30 y 3000 megahertz. El nivel medio para estas radiaciones, suponiendo que son emitidas por toda la superficie solar, equivalen a la de un cuerpo negro a una temperatura aproximada de 10⁶ grados.

Además del nivel medio citado suelen producirse elevados picos de ruido, como bruscas explosiones provenientes de un área parcial del Sol que se considera cuando se encuentra en actividad con manchas o fulguraciones. Además coincidiendo con la observación óptica, existen las protuberancias que siguen el ritmo de la oscilación undecenal. En general las radio-ondas solares pueden clasificarse, según Pawsey y Smerd, en la siguiente forma:

RADIO-ONDAS SOLARES

CLASE	CARACTERÍSTICAS Y DURACION	ORIGEN	GAMA DE LONGITUD DE ONDA
Componente térmica básica	Constante durante años	Todo el Sol	Ilimitada
Componente variable	Varía lentamente en 27 días	Manchas solares	3-60cm (10000-500 MHz)
Tormenta acústica	Explosiones; dura horas o días	Grandes manchas	1-15 m (300-20 MHz)
Explosiones	Minutos	Fulguraciones	8mm-15 m (38000-20 MHz)
Explosiones aisladas muy intensas	Segundos	Desconocido	1-15 m (300-20 MHz)

RADIOASTRONOMIA DEL SOL NORMAL O CALMO (SOL QUIETO)

Las emisiones del Sol normal aparentan ser las de un cuerpo negro en el cual la temperatura varía en función de la longitud de onda. La temperatura aumenta linealmente con la longitud de onda de 10^4 grados K a 1cm, hasta 10^6 a 1m, estimándose que estas ondas no deben tener un origen termal en el sentido convencional, sino que se deben a emisiones termales de gases altamente ionizados de la cromosfera y corona.

La densidad electrónica comprendida entre la fotosfera y la corona varía en forma similar a la ionosfera terrestre y posiblemente las ondas de mayor longitud son reflejadas hacia el Sol en las capas superiores de la corona, mientras pasan las ondas de menor longitud de onda.

El gráfico de la fig.1 muestra la densidad del flujo total del Sol, expresada en valores térmicos aparentes del mismo en función de la longitud de onda (en la parte inferior del gráfico se detalla la longitud de onda en cm y m, mientras que en la superior se expresa la frecuencia en megahertz).

Con radiotelescopios que emplean antenas de alta resolución pueden obtenerse imágenes completas del Sol, como se detalla en la fig.2, en la que se distribuye la temperatura de brillo a través del ecuador del Sol, en seis frecuencias, en el rango de 0,43cm a 370 cm. A título comparativo se detalla el aspecto óptico del Sol a 7000 A. La figura demuestra claramente la manera en la que varía la temperatura de una a otra frecuencia.

RADIOASTRONOMIA DEL SOL ACTIVO

Los fenómenos de la actividad solar y su influencia sobre la Tierra se estudiaron más intensamente desde 1850, cuando los científicos Wolf, Gauthier y Lamont descubrieron la correlación entre el ciclo undecenal de la actividad solar y el de las variaciones del magnetismo terrestre.

Con el descubrimiento, efectuado simultáneamente por Kennelly y Heaviside en 1902, de la reflexión de las ondas hertzianas en las capas superiores de la atmósfera y particularmente de las variaciones de la radio propagación de las ondas cortas durante el ciclo solar se pudieron predecir con antelación estas condiciones. De este modo organismos especializados emiten publicaciones con las "Predicciones de Frecuencias" que permiten seleccionar oportunamente las frecuencias a usar para las radiocomunicaciones de larga distancia.

En la tabla "Clasificación de las ondas radioeléctricas del Sol", se han resumido las principales actividades del Sol, activo y normal, relacionadas con las manchas, fulguraciones, explosiones y tormentas, detallando las longitudes de onda y frecuencias correspondientes.

En el gráfico de la fig.3 se especifica la densidad de flujo y longitudes de onda de las radiaciones recibidas. La densidad de flujo corresponde a la intensidad de la misma (S) y se expresa en watts por m^2 por Hertz (ciclos por segundo).

Si se efectúan mediciones diarias del flujo radioeléctrico del Sol, durante largos períodos, se observa que estas variaciones son menores a medida que la longitud de onda es menor de 1cm. Pero recibiendo ondas de mayor longitud se nota un aumento general del nivel del flujo por superposición de la radiación termal. Estos cambios aumentan en un bajo porcentaje con respecto al nivel medio del Sol normal y durante algunos días o semanas.

Debido a esta lenta variación del flujo con respecto al tiempo, se ha denominado originalmente en inglés "slowly varying component" o simplemente componente S. Se observará en la fig.3 que a medida que la longitud de onda excede del cm, crece la componente S en intensidad. Pero como el flujo térmico del Sol calmo declina con el aumento de la longitud de onda, se hacen más importantes las fluctuaciones. En la región "decimétrica" entre 10 y 50cm, la lenta variación del componente S aumenta, pero desaparece en la región "métrica" de longitud de onda.

Se estima que existe una relación entre las áreas de las manchas solares y la variación lenta del componente S. Es decir que la intensidad S aumenta o disminuye casi sin crónicamente con el número R, correspondiente al promedio de manchas, según la fórmula:

$$R = k(f + 10g)$$

donde f es el número total de manchas y g , la cantidad de regiones perturbadas, simples o en grupos; k es un factor próximo a la unidad que depende del telescopio.

Con respecto a la energía recibida del Sol se determina por la ecuación de Rayleigh-Jeans:

$$P_{\lambda} = \frac{2\pi kT}{\lambda^2} \text{ w/m}^2/\text{Hz}$$

en la que k es la constante de Boltzmann, cuyo valor numérico es $1,38 \times 10^{-23}$. P_{λ} , y es la potencia emitida en W por un m^2 de la superficie de un cuerpo negro cuya temperatura es $T^{\circ}\text{K}$; esta potencia se mide sobre una banda de frecuencia de 1 Hz centrado en una longitud de onda λ , expresada en metros. Esta ecuación indica que en la región de radiofrecuencia P_{λ} disminuye inversamente con el cuadrado de la longitud de onda.

La última ecuación se refiere a la potencia por unidad de área emitida en la superficie del Sol y se estima que la radiación solar se atenúa al llegar a la Tierra en un factor $(R_{\odot}/d)^2$, donde R_{\odot} es el radio del Sol y d la distancia del Sol a la Tierra. La potencia recibida por unidad de área, que los radioastrónomos denominan densidad de flujo es:

$$S = \frac{2\pi kT}{\lambda^2} \left(\frac{R_{\odot}}{d} \right)^2 \text{ w/m}^2/\text{Hz}$$

Estimándose R_{\odot}/d alrededor de $4,7 \times 10^{-3}$, se calcula que la densidad de flujo será aproximadamente $1,1 \times 10^{-23} \text{ w/m}^2/\text{Hz}$ en una onda de 1 metro de longitud.

La potencia total P_T , captada por un radiotelescopio no es directamente igual a S , desde que S representa el flujo incidente por unidad de área. Por lo tanto $S = P_T/A$, donde A es el área efectiva que capta la antena y consecuentemente la medición de S corresponderá al avalúo de P_T y A . En la práctica se emplea una llave inversora que conecta alternativamente la entrada del receptor a la antena o a un calibrador de referencia P_C , hasta igualar la salida del receptor con la energía recibida del Sol o del calibrador, siendo entonces $P_T = P_C$.

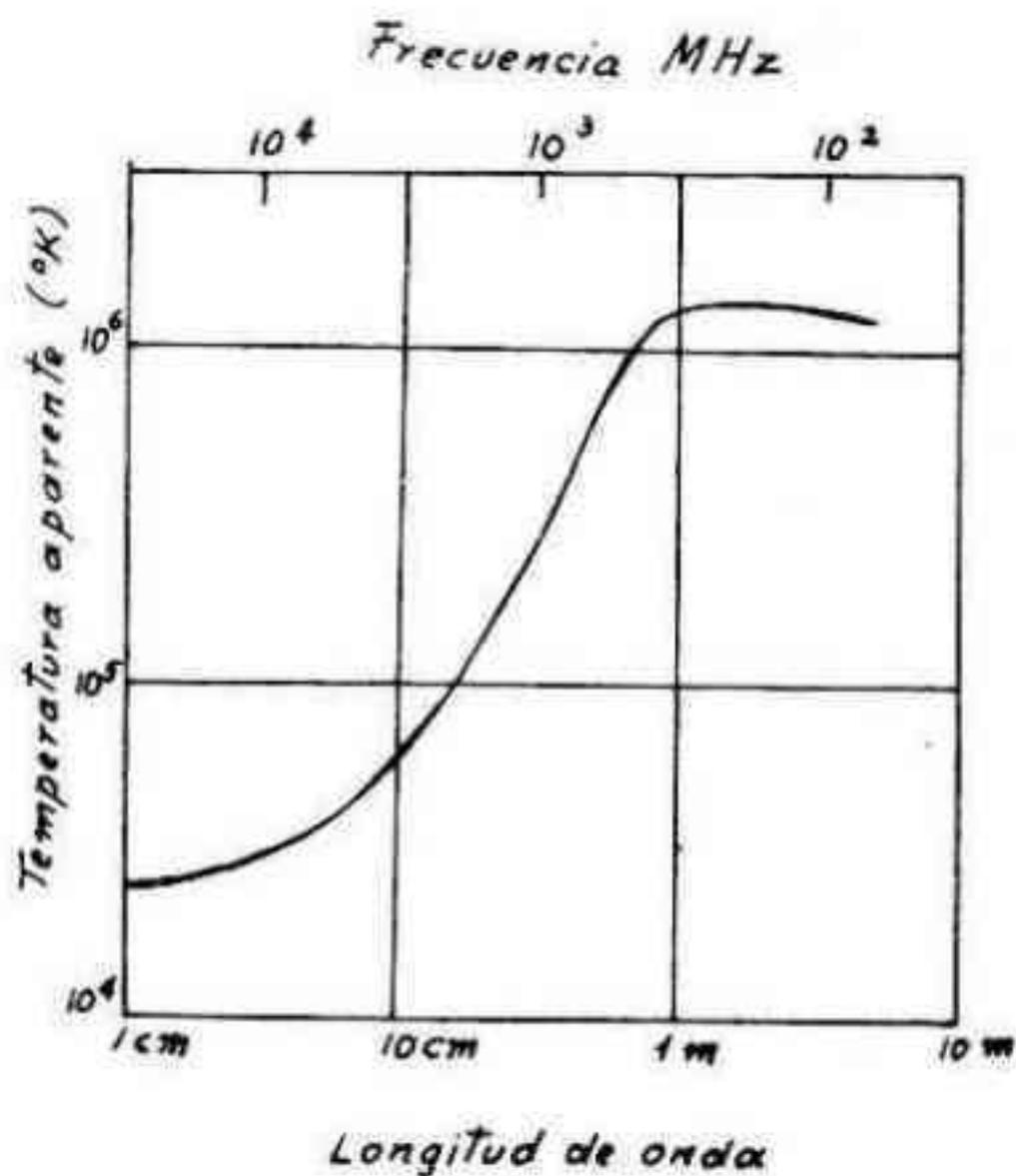


Fig.1- Variación de la temperatura aparente del Sol según la longitud de onda.

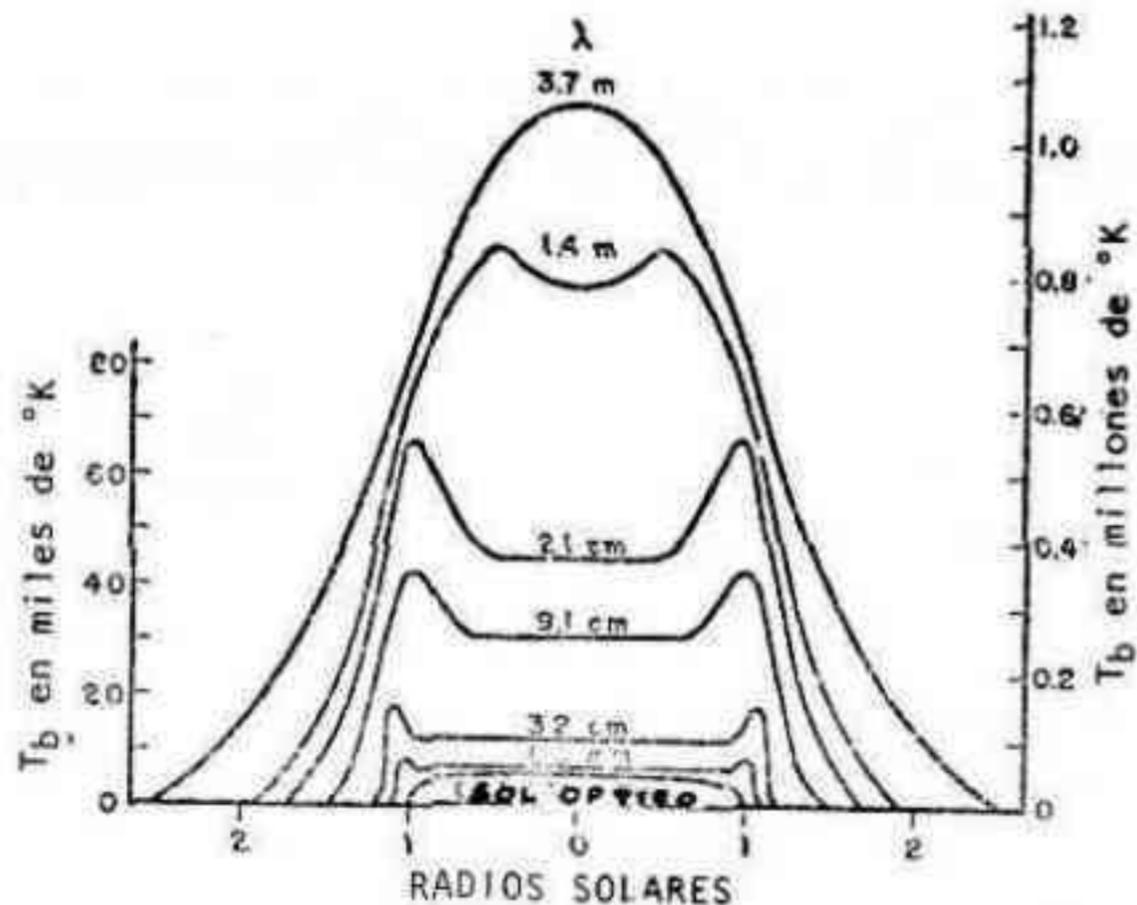


Fig.2- Distribución de la temperatura de brillo a través del ecuador del Sol normal en el rango de longitudes de onda de 8,5mm a 3,7m. Las dos curvas superiores corresponden a la escala de la derecha y las restantes a la escala de la izquierda. Se muestra el aspecto óptico del Sol a título comparativo.

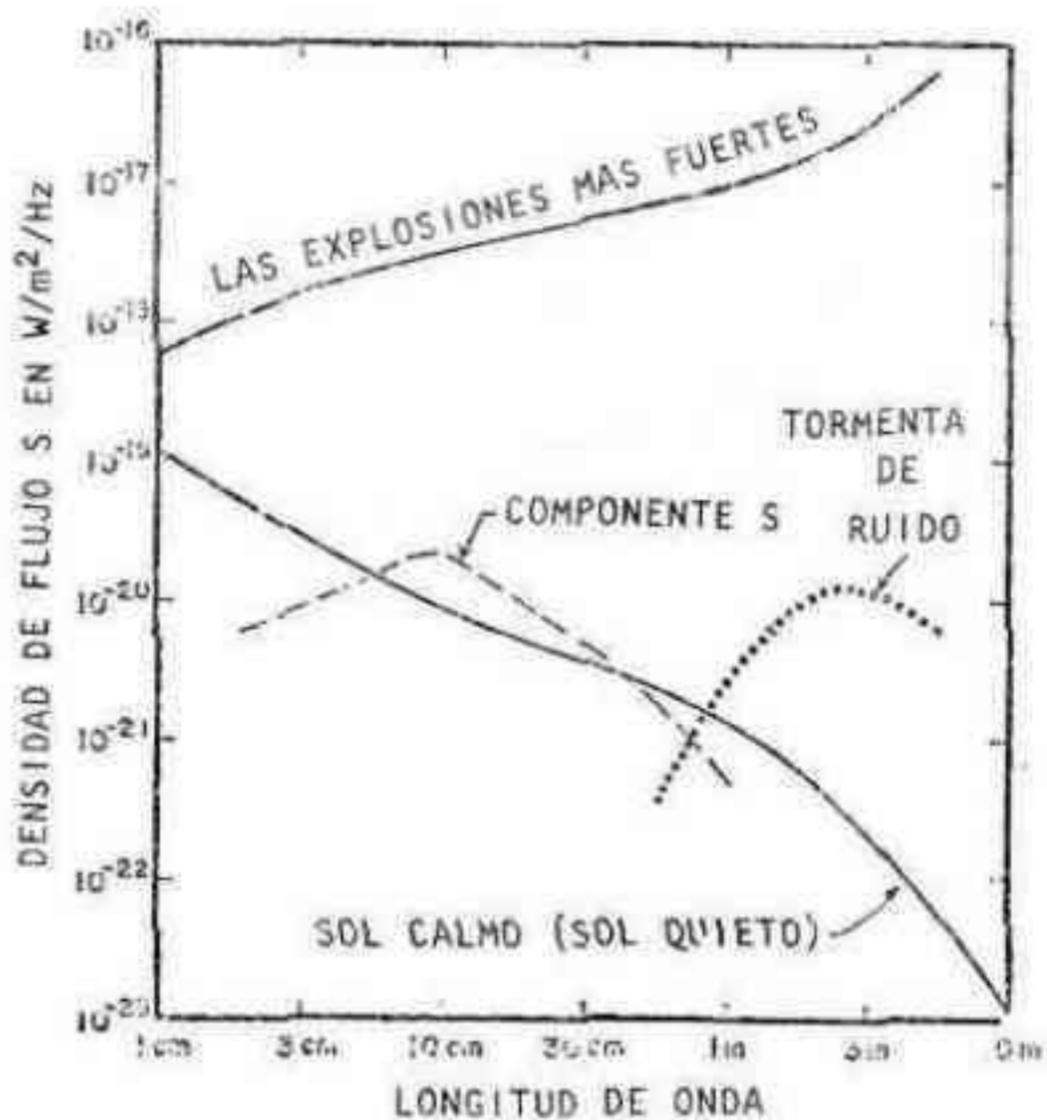


Fig.3- Densidad de flujo de varios componentes de las radiaciones emitidas por el Sol activo. A título comparativo se muestra además el espectro del Sol normal.

NOTAS PARA EL AFICIONADO

Sección Óptica e Instrumentos Astronómicos
Conducido por la Subcomisión Taller de Óptica

LA RESOLUCION DE UN TELESCOPIO ASTRONÓMICO INTRODUCCION A CONCEPTOS DE LA OPTICA FISICA

INTRODUCCION

El presente artículo es un resumen del contenido de la 5ª clase teórica del curso 'Construcción de Telescopios' que regularmente se viene dictando en nuestra Asociación, conducido por la S.Com. Taller de Óptica. En esta clase se pretende brindar al aficionado algunos elementos de juicio para comprender en forma un tanto más rigurosa la naturaleza de los procesos que tienen lugar en la formación de imágenes producidas por el telescopio. Como se verá, un entendimiento más detallado del proceso de formación de imágenes obliga a abandonar los simples postulados de la óptica geométrica por la sencilla razón de que sus predicciones no se ven correspondidas con la evidencia observacional. Esta circunstancia obliga a formular otra teoría -necesariamente más complicada- y que incluya a la anterior como aproximación menos rigurosa. Esto brinda la oportunidad de explicar detalladamente al aficionado la esencia del método científico; cómo la acumulación de datos observacionales va "conformando" una idea, la que se plasma en una teoría, ésta a su vez no sólo debe predecir los fenómenos que la motivaron sino que debe ser puesta a prueba frente a consecuencias que predice, no observadas previamente. Además resulta oportuno discurrir acerca de la naturaleza de la "intuición" o "sentido común", y observar lo relativo de la validez de estos argumentos. El lector podría pensar que la diversidad de temas mencionados podría quitar unidad a la clase y perderse el núcleo del problema, pero creemos que la síntesis ha sido bien lograda y el aficionado logra al final de la clase no sólo comprender mejor las limitaciones de su telescopio sino también haberse "asomado" aunque no sea más que por un par de horas a la descripción de fenómenos cuya interpretación escapa un poco a su "sentido común" o a su lógica cotidiana. Se hace uso además para poder describir mejor ciertos fenómenos de la técnica habitual en física de compararlos con símiles mecánicos apropiados; es conocido por ejemplo el paralelismo que puede trazarse entre un circuito electrónico determinado y un oscilador armónico mecánico; ambos responden formalmente a una misma ecuación diferencial, y conclusiones elaboradas para el oscilador pueden trasladarse al circuito interpretando correctamente el significado de los diferentes parámetros. Parece ser que el hombre desarrolla en forma más natural una concepción mecánica del mundo que lo rodea que alguna de otro tipo, ya que a cualquiera le resulta más familiar e intuitivo pensar por ejemplo en la oscilación de las moléculas del agua en una ola en el mar que en la oscilación del vector campo eléctrico en una onda electromagnética. Esta razón nos lleva a presentar los símiles mecánicos que permiten entender mejor lo que ocurre con las ondas de luz.

REPASO DE OPTICA GEOMETRICA

Es bien conocida la propiedad de las lentes de poder concentrar la luz de un objeto puntual situado a una cierta distancia de ella en un llamado foco conjugado. Los objetos que nos interesan son los astronómicos y ellos se hallan suficientemente lejos como para que podamos aproximarlos al infinito. Esto quiere decir que la distancia a la cual se

hallan es enormemente mayor que cualquier longitud característica del instrumento de observación empleado, en nuestro caso el diámetro del telescopio, o su distancia focal por ejemplo. La Luna - el objeto astronómico más cercano - está a unos 384.000.000m de la Tierra; si nuestro telescopio tiene 1m de distancia focal vemos que la distancia de la Luna es 384 millones de veces más grande que la longitud característica del instrumento. Con más razón podemos afirmar entonces que los demás objetos astronómicos más alejados aún también se hallan en "el infinito". En este caso, el punto donde se concentran los rayos de luz se llama punto focal y la distancia que lo separa de la lente, distancia focal.

Si el objeto que se enfoca tiene un tamaño angular aparente apreciable se formará una imagen del mismo situada en el plano focal según se ve en la figura 1. En lo sucesivo supondremos que el sistema óptico simbolizado por la lente de la figura 1 es perfecto desde el punto de vista geométrico, esto es, suponemos que son idénticamente nulas todas las llamadas aberraciones que sufren las lentes (una buena aproximación de esto es el reflector newtoniano en la región inmediatamente próxima al punto focal donde la aberración esférica es cero y, por supuesto, la cromática también). Desde el punto de vista geométrico entonces la imagen formada en el plano focal es una 'reproducción exacta' en miniatura del objeto real observado, digamos, por ejemplo, la Luna.

La figura 2 nos muestra cómo mediante el auxilio de una segunda lente o sistema de lentes llamado ocular, se puede enfocar cómodamente con el ojo esta imagen primaria. Es conocida además la relación:

$$A = \frac{F}{f} \quad (1)$$

donde: A = aumento angular obtenido
 F = distancia focal del objetivo
 f = distancia focal del ocular

Resumiendo: la figura 2 nos muestra esquematizado un telescopio donde, mediante un objetivo formamos una imagen primaria, réplica exacta del objeto real, y ésta es magnificada mediante el auxilio de un ocular; además la relación (1) nos da cuenta de cuánto vale esta magnificación. Lo importante de destacar es que la imagen primaria desde el punto de vista geométrico es una reproducción fiel del objeto real; si tomamos a la Luna por éste, podemos afirmar que cada piedra libre en la superficie lunar tiene su correspondiente y minúscula imagen en el plano focal; esto se debe a que los rayos de luz que partieron de la piedra lunar (iluminada por el Sol) viajaron hasta la Tierra, atravesaron la lente y fueron a parar al preciso lugar del plano focal que las leyes de la óptica geométrica indican; recordemos además que hemos hecho la suposición de haber reducido a cero todas las posibles imperfecciones y las aberraciones geométricas del objetivo (las cuales podrían distorsionar la imagen). La misión del ocular resulta un tanto secundaria ya que no "agrega información" sino que hace accesible al ojo la información que ya recogió el objetivo. Además la relación (1) nos dice que en principio es factible lograr todos los aumentos que uno quiera con tal de hacer o bien F muy grande, o f muy chico. Llegados a este punto haremos lo que en física se llama un "experimento mental", esto es, un experimento muy difícil de realizar en la práctica - sino imposible - por razones técnicas o de índole ingenieril, pero que bien es factible teóricamente ya que en el mismo no se viola ninguna ley física aceptada ni se entra en contradicción con algún postulado del cual se partió. Con el simple auxilio de la lógica podemos llevar teóricamente una cierta situación hasta una zona límite y elucubrar sobre la validez de las leyes que supusimos ciertas en estas condiciones extremas.

EL EXPERIMENTO EN CUESTION

Supongamos que unos astronautas han descendido en un valle de la Luna entre dos montañas y nos proponemos observar la región con un telescopio de unos 200 mm de diámetro y 1m de distancia focal. Haremos las siguientes suposiciones:

- 1) En principio no existe límite al aumento que podemos obtener. Desde el punto de vista práctico es difícil conseguir un ocular de menos de 1mm de distancia focal (el que daría 1000 aumentos) pero en el experimento mental se puede pensar en oculares de distancias focales de micrones o bien sistemas transportadores de imagen que tengan una distancia focal equivalente tan pequeña como se quiera.

FIG 1

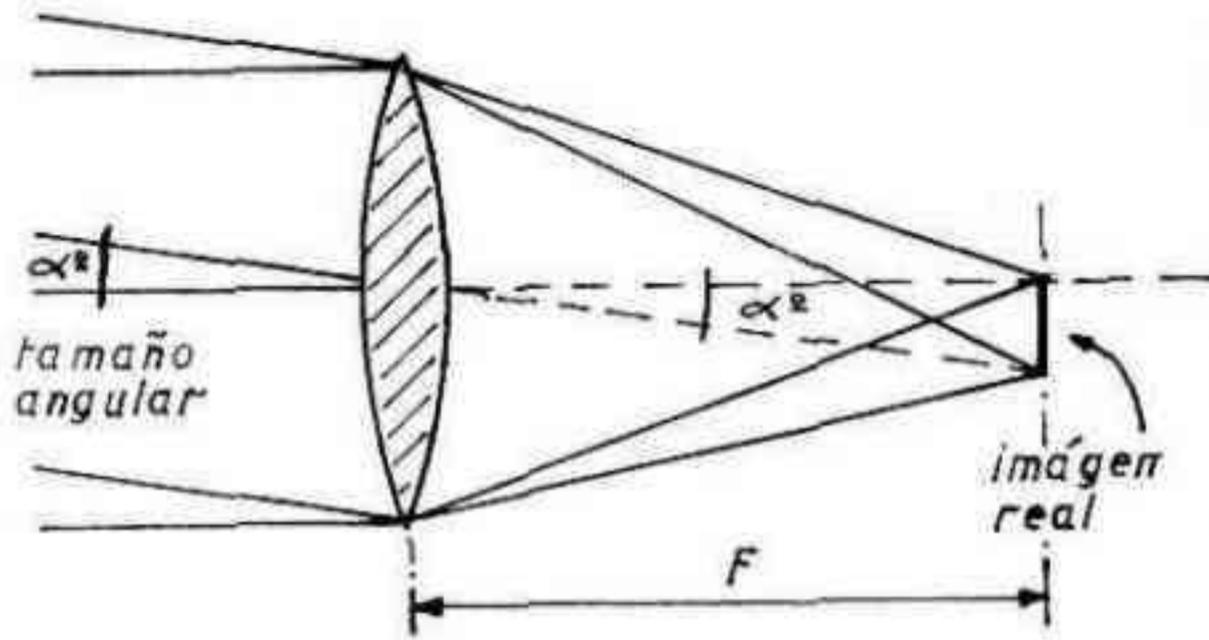


FIG 2

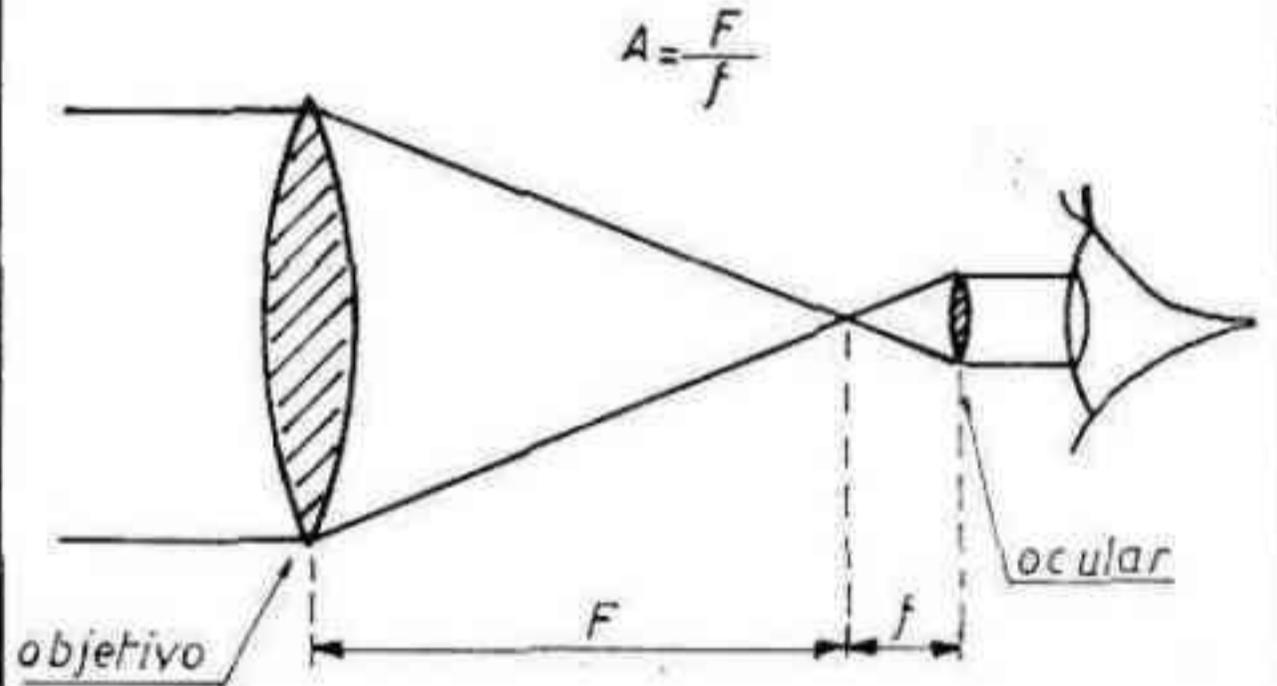
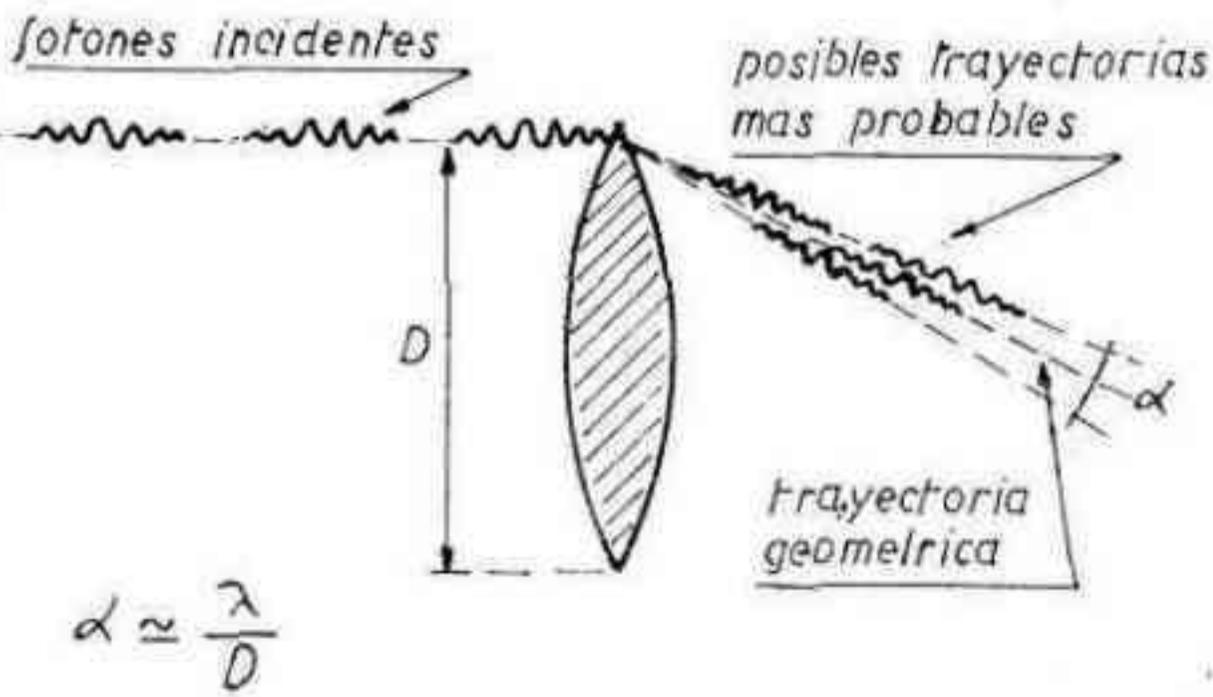


FIG 3



2) La región donde trabajan los astronautas está iluminada por poderosísimos reflectores como para que la imagen siga siendo brillante, no importa qué aumento se aplique. La razón de esta suposición radica en que el brillo por unidad de superficie (ó en rigor por unidad de ángulo sólido) decrece con el cuadrado del aumento, y esto haría que la imagen fuera totalmente oscura antes de que pudiéramos aumentarla lo suficiente como para hacer interesante el experimento.

Comenzamos la experiencia enfocando la región mencionada con unos 50 o 100 aumentos, lo que nos permite apreciar cadenas montañosas e identificar aquélla donde se encuentra el valle en cuestión. Vale la pena recordar que aumentar la imagen de la Luna 100 veces equivale a observar la Luna como si estuviera 100 veces más cerca o sea a tan sólo unos 3840 Km. Se comprende que el aumento es aún insuficiente para individualizar la región a estudiar. Si ahora aplicamos 1000 aumentos, la Luna aparecerá tal como si estuviera a sólo 384 Km o sea la distancia que separa Buenos Aires de Mar del Plata, aproximadamente. Ya será posible distinguir las montañas que limitan el valle donde han descendido los astronautas. Aumentemos ahora la imagen a 38400 veces (ésto es ya imposible de realizar en la práctica, pero por lo que aclaramos antes, es totalmente válido al amparo de las suposiciones realizadas); la Luna se nos presentará tal como si estuviera a tan sólo 10 Km! Será posible distinguir claramente el valle en cuestión y quizás un observador con una visión muy aguda pudiera captar un pequeño puntito brillante que correspondería a la imagen del módulo de descenso. Si elevamos el aumento a 384000 veces, será como tener la Luna a sólo 1 Km, y podrá apreciarse levemente el contorno del módulo lunar. Al llegar a los 3840000 aumentos los astronautas se nos presentarán como si estuvieran a tan sólo 100 m, y a unos 38400000 aumentos los veremos como a unos 10 m, incluso podríamos llegar a reconocer sus facciones a través del visor de las escafandras. Con 384 millones de aumentos ya los reconoceríamos sin duda y también podríamos ver que debido al esfuerzo realizado en la superficie lunar presentan síntomas de fatiga al punto que sus frentes están sudorosas. Si logramos aumentar 3840 millones de veces la imagen podremos enfocar una de esas gotas de transpiración y si eleváramos los aumentos a algunos billones de veces podríamos estudiar los pequeños microorganismos presentes en la gota de transpiración en la frente del astronauta en la Luna!!!

Quizás no hubiera sido necesario llegar tan lejos para "intuir" que debe haber algo mal en nuestras suposiciones porque resulta razonablemente inadmisibles suponer que con un pequeño telescopio se puedan estudiar los movimientos de microorganismos a unos 400000 Km de distancia. Sin embargo, si revisamos las condiciones de nuestro experimento, vemos que no hay ninguna limitación teórica para lo que realizamos y que la dificultad de ejecución sólo es tecnológica. No obstante nuestro "sentido común" nos dice que las conclusiones del experimento son al menos muy difíciles de creer.

Llegados a este punto, el próximo paso es intentar lograr en la práctica, si bien no llegar a los límites expresados, al menos acercarse todo lo posible, forzar las hipótesis de la óptica geométrica todo lo que podamos, y observar. Pues bien, la observación indica que mucho antes de llegar a los exorbitantes aumentos mencionados, la imagen se deteriora de tal modo que el panorama se torna borroso, y a partir de un cierto límite es imposible observar con más detalle. Si hiciéramos observaciones con telescopios de diversos tamaños comprobaríamos que cuanto mayor es el diámetro tanto más detalle podemos observar; ésto descarta atribuir el deterioro de la imagen a defectos de las lentes o espejos ya que no se explicaría cómo puede pulirse con mejor tolerancia un espejo grande que uno chico. Vemos entonces que hay algo grave que está fallando en nuestra teoría. La gravedad de la falla se pone de manifiesto a través de lo siguiente: si a través del ocular no podemos distinguir más allá de un cierto "detalle fino" es porque ese detalle fino **no existe** en la imagen formada por el objetivo, ya que como dijimos antes, el ocular no agrega ninguna información nueva. La conclusión lógica a la que arribamos es bastante trascendente: la imagen de un objeto formada por una lente no es una réplica fiel del mismo, no contiene toda la información que contiene aquél; esta información de alguna manera se ha perdido durante el proceso. Además observamos experimentalmente que la pérdida de información es mayor cuanto menor sea el diámetro del objetivo. Pero ¿qué ha pasado con la información? ciertamente la luz con que el Sol iluminó, digamos, a los astronautas en la Luna viajó, llegó a la Tierra e incidió en la lente del telescopio, pero aparentemente no se formó una imagen de él; ¿porqué? ¿cómo?

Para pretender contestar a este interrogante hay que formular una nueva teoría donde estos fenómenos observados - la única realidad concreta es la evidencia experimental -

surjan naturalmente como consecuencia de la misma.

OPTICA FISICA. ONDAS. DIFRACCION

Durante toda la interpretación geométrica del fenómeno se recurrió a palabras como "rayo de luz" o "punto de luz" sin precisar bien su significado, bastando hasta entonces con el concepto intuitivo de rayo y punto. En definitiva no resultó necesario para la óptica geométrica cuestionarse la naturaleza misma de la luz y bastó describirla a través de sus propiedades macroscópicas como ser el comportamiento de haces de luz al atravesar lentes, prismas, etc.

Una formulación más detallada del fenómeno no debe pasar por alto este aspecto. Como resultado de la observación de propiedades asociadas a fenómenos ondulatorios - como ser la interferencia - surgió la necesidad de identificar a la luz con algún tipo de manifestación ondulatoria. Posteriormente y luego de la monumental obra de Maxwell se llegó a la conclusión de que la luz visible era un caso particular de un fenómeno más general, la radiación electromagnética, la que abarcaba no sólo la luz visible sino también los rayos X, rayos γ , la radiación ultravioleta, infrarroja y las ondas de radio. Todas estas radiaciones tenían en común su velocidad de propagación llamada velocidad de la luz (c) y se diferenciaban en la longitud de onda (λ). Sin entrar en un estudio detallado de la complicada formulación matemática necesaria para describir el problema, analicemos qué es lo que sucede cuando una onda incide sobre una lente, y veamos si con esta nueva descripción logramos resolver el problema de la resolución de un telescopio. Conviene además adelantar que la luz que recibimos de una fuente, en realidad no es una onda continua sino que es emitida en forma de "pulsos" de una duración de 10^{-9} segundos con un largo espacial de unos 30cm. Debido a la enorme velocidad de la luz y a la pasmosa cantidad de pulsos emitidos por unidad de tiempo, este aspecto pasa desapercibido a nuestro sentido de la vista, pero se manifiesta a través de otros fenómenos. Estos pulsos reciben el nombre de "fotones"; entonces si recibimos luz de un objeto astronómico podemos pensar a la misma como una sucesión de fotones uno detrás de otro, incidiendo sobre la lente de nuestro telescopio a la velocidad de la luz. La figura 3 indica qué es lo que sucede; se observa que los fotones - los que deberían refractarse todos y converger al foco - no cumplen estrictamente las leyes de la óptica geométrica; hay una dispersión alrededor del valor dado por la misma. Esto se describe diciendo que los fotones presentan un comportamiento estadístico al enfrentar a la lente; en promedio, la mayoría de los fotones recorre el camino previsto, o sea que la probabilidad de que así suceda es máxima, pero vemos que una cantidad no despreciable de ellos se refracta según ángulos ligeramente distintos. El resultado es que en el plano focal en vez de converger todos los fotones a un mismo foco **puntual** lo hacen en una **mancha** de un diámetro determinado. Lo sorprendente es que el diámetro angular de esta mancha depende del diámetro de la lente. En efecto, se observa que más del 80% de los fotones se refractan según un pequeño cono alrededor del valor predicho por la óptica geométrica, y este cono tiene una abertura angular aproximada dada por la relación:

$$\alpha \cong \frac{\lambda}{D}$$

donde α : es la abertura angular del cono (expresada en radianes)

λ : es la longitud de onda de la luz observada (p.ej.: luz amarilla = 0,56)

D: es el diámetro del objetivo

Esta descripción se ve que nos resuelve inmediatamente el problema, ya que más allá de un cierto límite la imagen formada por el objetivo será borrosa pues en vez de puntos habrá pequeñas manchitas que forman la imagen. Una buena comparación para entender esto es la pantalla de televisión donde se reproduce, digamos, la imagen de una escena en un estudio. Si bien podemos distinguir bastante detalle en la misma, es obvio que ésta no es una réplica exacta de lo que acontece en el estudio de filmación; si quisiéramos por ejemplo acercarnos a la pantalla y observar la imagen con una lupa con la esperanza de distinguir más detalle, obviamente sólo conseguiríamos tornar turbia la imagen. La razón de esto radica en que la imagen de la pantalla está formada por pequeñas "manchitas" a lo largo de las líneas que va recorriendo el haz de electrones dentro del tubo; se puede afirmar que la imagen está compuesta por estas unidades básicas mínimas de

información, y detalles menores que ellas no pueden ser distinguidos. Volviendo a nuestro telescopio, estas unidades mínimas reciben el nombre de "mancha de difracción" y al fenómeno que las origina y que hemos descrito se lo llama "difracción". Debido a procesos de interferencia que ocurren en el plano focal, esta imagen de difracción tiene una estructura bien determinada que entre otras cosas depende del diámetro y forma del objetivo y de λ . Su diámetro característico viene dado - para aberturas circulares - por:

$$\rho = 1,22 \lambda \cdot \frac{F}{D}$$

donde ρ : radio de la mancha de difracción en el plano focal

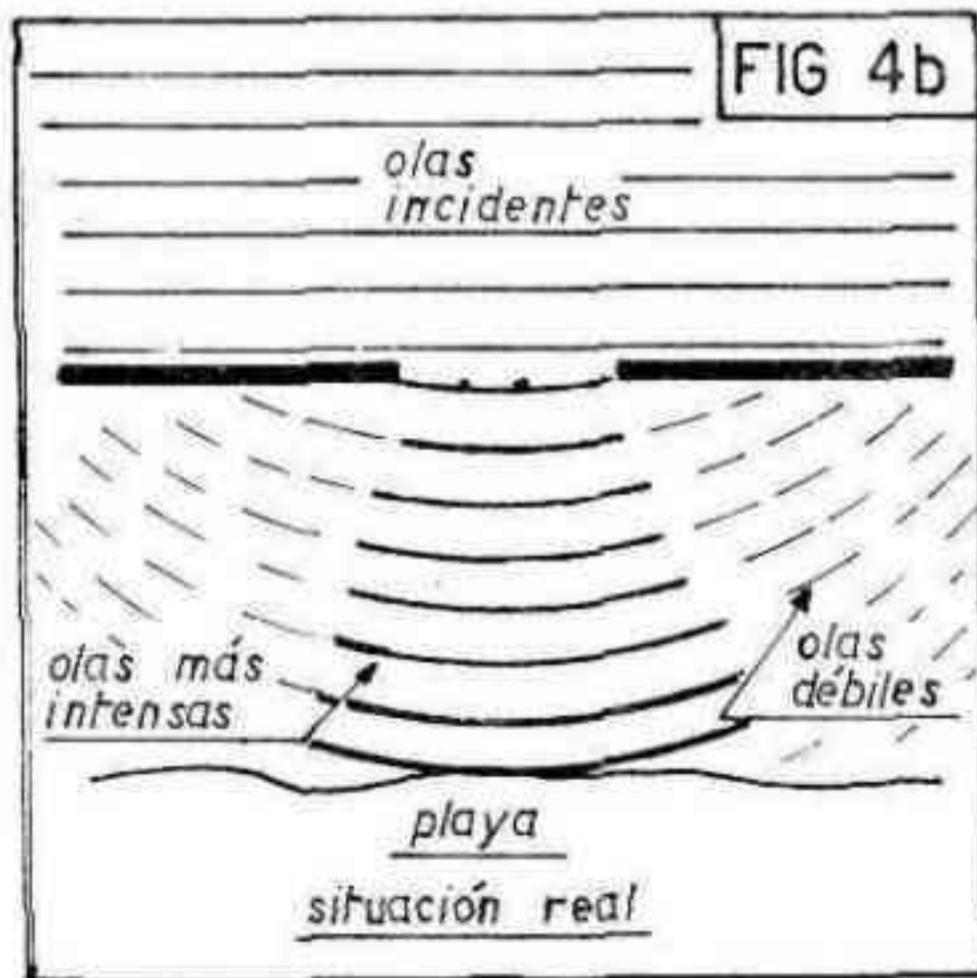
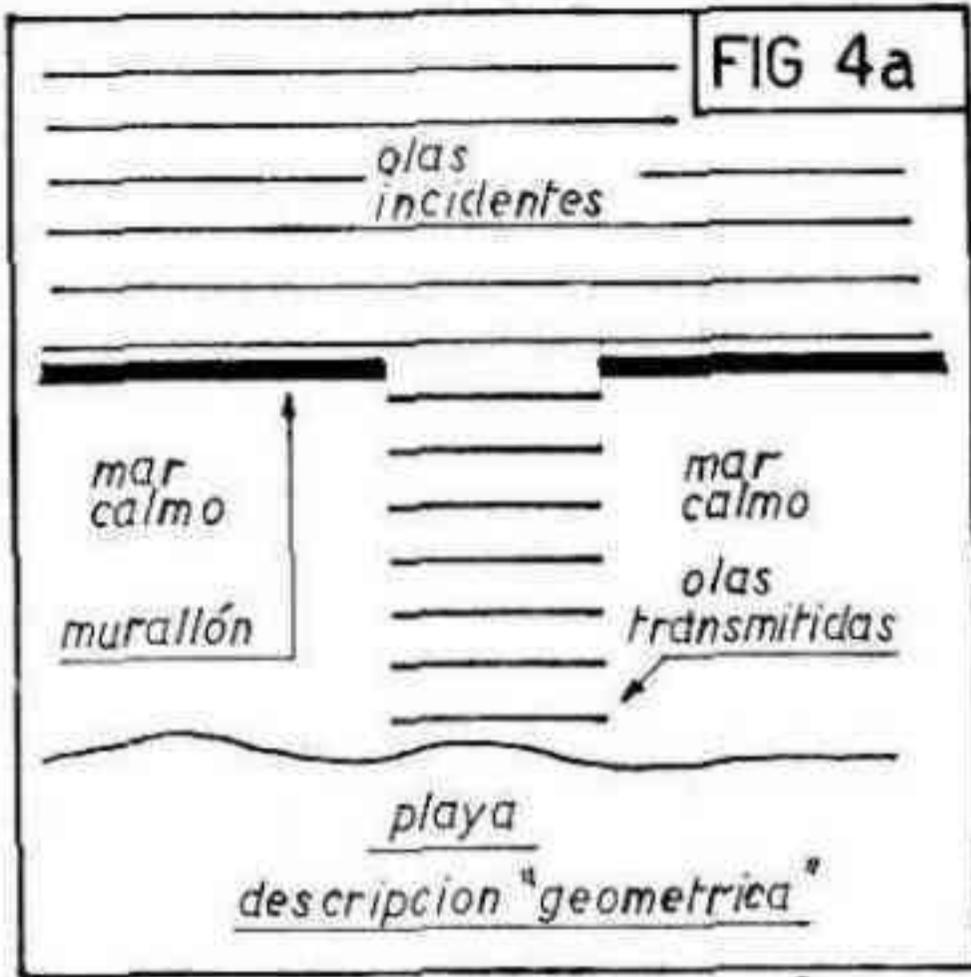
λ : longitud de onda de la luz observada

F: distancia focal del objetivo

D: diámetro del objetivo

Calculemos cuánto vale ρ en nuestro telescopio de 200mm de foco y 1000mm de abertura. Haciendo la cuenta obtenemos que $\rho = 3,416\mu$ en la luz amarilla. O sea que el diámetro de la mancha de difracción característica de nuestro telescopio es el doble de este valor, o sea aproximadamente unos 7μ , o bien 0,007mm. Como la distancia focal del telescopio es de un metro y la Luna se encuentra a 384 millones de metros, entonces esta mancha de difracción de 7μ , que es el límite de resolución que podemos obtener, corresponde en la Luna a un objeto 384 millones de veces más grande que 7μ , o bien unos 2700m aproximadamente. Como conclusión, en condiciones ideales de observación, un reflector de 200mm de abertura no podrá mostrarnos detalles en la superficie lunar que tengan menos 2,7 kilómetros de diámetro. El telescopio de 5m de Monte Palomar, o sea, un objetivo 25 veces mayor que el de nuestro ejemplo podría, en teoría, resolver detalles unas 25 veces más chicos, o sea, de aproximadamente 100m de diámetro. En la práctica, problemas inherentes a la turbulencia atmosférica limitan severamente la obtención de esta resolución teórica límite, pero éste es un problema de naturaleza diferente que estudiaremos en otra ocasión.

Esta descripción del proceso, como dijimos, explica lo observado, pero quien haya meditado atentamente sobre las expresiones dadas seguramente se preguntará: si el ángulo bajo el cual se difractan la mayoría de los fotones depende inversamente del diámetro del objetivo, ¿cómo es que cada fotón que llega a la lente "se entera" de cuál es el diámetro de la misma para poder saber consecuentemente dentro de qué límites debe difractarse? O bien; si el comportamiento de los fotones sigue una distribución estadística, en principio cada fotón puede refractarse bajo cualquier ángulo, sólo que será más probable que lo haga en alguno de ellos, ¿cómo "saben" los fotones como se refractaron los otros para que en promedio se ajusten a una distribución estadística adecuada? Estas preguntas seguramente confunden y no parecería fácil dar una respuesta. Bajo estos argumentos el fenómeno de difracción se nos presenta anti-intuitivo; aparentemente no concuerda con nuestro "sentido común". Para clarificar un poco esto recurramos a un símil mecánico mucho más familiar: las olas en el mar. Es un fenómeno ondulatorio en algunos aspectos semejante a la luz. Veamos si hay difracción en las ondas del agua. Imaginemos para ello una configuración como la figura 4, donde frente a una playa se dispone en forma paralela a la misma de un murallón con una abertura en el centro; supongamos además que hay un fuerte oleaje. Si razonáramos según la "óptica geométrica" (valga el paralelismo) aformaríamos sin dudar que a través del agujero las olas pasan sin perturbarse y llegan a la playa con toda su intensidad en tanto que tras el murallón (a ambos lados de la abertura) no podría llegar geoméricamente ninguna ola y tendríamos un mar totalmente calmo. Esto es bien ridículo y todos nos damos cuenta que no sucede así, sino que de alguna forma la situación se describe en la figura 4b, donde se ve que el oleaje es más intenso frente a la abertura, pero de alguna manera se difractan olas hacia la región adyacente - aunque de menor intensidad a medida que nos alejamos de la abertura -. Sorprendentemente comprobamos que en este caso el fenómeno de difracción nos parece intuitivo. La razón radica en que el mecanismo por el cual se transmite el movimiento en una ola es de naturaleza mecánica y nos resulta "intuitivo" comprender que el movimiento de una molécula se transmita a la vecina y así sucesivamente de modo de conformar la situación descrita en la figura 4b. Volviendo a nuestras ondas de luz, el fenómeno de la vibración de los campos eléctricos y magnéticos se nos presenta en principio más oscuro, o al menos menos familiar. De todos modos la forma en que hemos presentado el pro



blema es sobresimplificada y resulta más correcto plantear el mismo como un cierto campo electromagnético que se enfrenta a una lente - en física se llamaría 'condición de contorno' - y estudiar cómo reacciona el campo como un todo a la perturbación. Así como en el caso de las olas comprendemos que la presencia del murallón se hace sentir a lo largo de toda la playa, debemos aceptar - aunque el mecanismo resulte menos evidente - que la presencia de la lente afecte como un todo al campo electromagnético incidente, y que éste "se entera" inmediatamente del diámetro de aquélla.

CONCLUSIONES

Podemos ahora comprender porqué no debemos esperar lograr una resolución infinita con nuestro telescopio; éste podrá resolver objetos cuyo tamaño angular sea inferior al de la mancha de difracción característica de nuestro instrumento. Para comprender esto debemos abandonar la sencillez de las leyes de la óptica geométrica y reemplazarlas por otras de naturaleza estadística. Además hemos visto que los fenómenos luminosos, si bien son un medio excelente para enviar información, ya que mediante la luz podemos transmitir una imagen, la misma se degrada durante el proceso; la imagen de un objeto formada por una lente no contiene todo el detalle que caracteriza al objeto real, no es una copia fiel a escala del mismo. Finalmente el hecho comprobado de que los fenómenos de difracción nos resulten extraños se debe a que en principio no estamos familiarizados con la esencia de la radiación electromagnética; en cambio vimos que cuando trasladamos el problema al campo de la mecánica - las olas del mar - donde la naturaleza del proceso responde a nuestra concepción mecánica del mundo, la difracción deja de ser oscura.

Confiamos que este artículo pueda hacer comprender a los aficionados que por razones de distancia o tiempo no pueden concurrir al curso Construcción de Telescopios, el funcionamiento íntimo de sus instrumentos y las limitaciones que la propia naturaleza ondulatoria de la luz impone al mismo.

Redacción y dibujos:
Alejandro Di Baja (h)



NOTICIAS DE LA ASOCIACION

OPOSICION DE JUPITER

En nuestro número anterior, al hablar de las observaciones efectuadas por miembros de nuestra Asociación durante la oposición de Júpiter, se informaba que por razones de espacio nos veíamos obligados a dejar la publicación de los resultados para el próximo número de esta Revista. He aquí dichos resultados.

Fecha de observación: del 8 de Noviembre al 13 de Diciembre.

Instrumental: ecuatorial Gauthier 215mm; ecuatorial Zeiss 110mm; oculares varios. Por razones técnicas no pudo usarse el micrómetro.

Material cartográfico de referencia: Atlas Eclipticalis.

Observaciones: Posiciones del planeta, de los satélites, y fenómenos de los satélites. No pudo observarse la mancha roja.

Damos ahora un cuadro de los resultados de las observaciones.

SATELITE	FECHA	POSIC. 1	POSIC. 2
GANIMEDES	8-11-76	2,6	-0,01
"	9-11-76	5,9	-1,2
"	12-11-76	8,5	-0,9
"	18-11-76	-4,0	0,19
"	22-11-76	3,8	-0,41
"	25-11-76	-4,4	0,15
"	26-11-76	-2,2	-0,4
"	13-12-76	4,8	-0,25
IO	8-11-76	1,15	-0,17
"	9-11-76	-1,1	0,3
"	12-11-76	1,1	0
"	18-11-76	-5,4	0,66
"	22-11-76	-6,0	-0,3
"	25-11-76	-1,5	0,12
"	26-11-76	5,4	-0,6
"	13-12-76	7,2	-0,66
EUROPA	8-11-76	1,55	-0,625
"	9-11-76	-1,7	-0,16
"	12-11-76	-0,82	-0,27
"	18-11-76	-1,6	0,05
"	22-11-76	1,8	-0,025
"	25-11-76	3,1	-0,2
"	26-11-76	2,0	-0,13
"	13-12-76	-0,43	-0,15
CALIXTO	8-11-76	0,225	0,17
"	9-11-76	-4,16	-0,2
"	12-11-76	-1,87	0,3
"	18-11-76	2,8	-0,05
"	22-11-76	-0,08	-0,1
"	25-11-76	2,7	-0,7
"	26-11-76	-0,6	0,2
"	13-12-76	2,3	-0,01

POSICION 1 indica la abscisa ortogonal; POSICION 2 la correspondiente ordenada.

Asimismo el planeta fue ubicado en la esfera celeste; se da aquí un cuadro de los resultados obtenidos.

FECHA	ASCENSION RECTA	DECLINACION
9-11-76	3h 39m 40s	+18° 18'
18-11-76	3 34 20	+18 02
19-11-76	3 34 00	+18 00
25-11-76	3 30 10	+17 50
26-11-76	3 31 00	+17 48

Durante el curso de las observaciones ocurrieron diversos fenómenos que necesitan explicación; se transcriben los informes redactados en dicha oportunidad.

22-11-76

A las 20h 39m entra en contacto Calixto con el planeta; a las 20h 45m se superpone completamente al disco planetario y desde esa hora proyecta su sombra sobre una banda ecuatorial. A las 23h se encuentra sobre el otro borde del disco de Júpiter y a las 23h 15m está en la siguiente posición: 1 0,05; 2 -0,2

13-12-76

A las 23h 45m los tres observadores coinciden en que han visto en la región septentrional del planeta una mancha de forma elíptica y de color grisáceo destacándose notablemente sobre el fondo de las bandas ecuatoriales. Su color grisado descarta la posibilidad de que fuera la mancha buscada, aunque su forma es muy semejante.

(La redacción hace notar que la mancha roja se halla en el hemisferio S del planeta).

De lo realizado, los observadores pueden concluir que a pesar de lo rudimentario del trabajo efectuado (en parte por falta de micrómetro) se ha cumplido con el objetivo de imprimir a estas observaciones el mayor rigor científico posible.

Se abren a partir de ahora grandes perspectivas para la realización de futuros trabajos. (Se desea el mayor éxito en esas empresas).O

SOCIOS NUEVOS

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 4132 Carlos Eduardo Mauro | 4157 Adriana Moreo |
| 4133 Oscar Horacio Beltrán | 4158 Fernando Ricardo Biondani |
| 4134 Ricardo De Luca | 4159 Juan Antonio López |
| 4135 Manuel Marcos Girado | 4160 Sara Mamani de Secco |
| 4136 Ricardo Cecilio Aguerrea | 4161 Ricardo Osvaldo Giorgio (h) |
| 4137 Pedro Saizar | 4162 Ricardo Osvaldo Giorgio |
| 4138 Jorge Omar Ortiz | 4163 Claudio Martínez |
| 4139 Pedro Hugo Ortiz | 4164 Fernando Miguel Colombo |
| 4140 Ricardo G. Dubin | 4165 Carlos Alberto Ciampoli |
| 4141 Ana Gabriela Raquel Larumbe | 4166 Edgardo Mario Quaglia |
| 4142 Carlos Guillermo González | 4167 Claudio Daniel Blacher |
| 4143 Gustavo Norberto Lucero | 4168 Javier Osvaldo Avila |
| 4144 Sergio Adrián Paolucci | 4169 Pablo Díaz Romero |
| 4145 Alejandro Federico Antokoletz | 4170 Lidia Inés Nicolai |
| 4146 Daniel Victor Antokoletz | 4171 Daniel Isaac Rosenblum |
| 4147 María V. Huerta | 4172 Héctor Cayetano Asorey |
| 4148 Francisco Adolfo Trinco | 4173 César N.F. Ferrante |
| 4149 Carlos Justo Gaytan | 4174 Alberto Arenillas |
| 4150 Alejandro Aníbal Requejo | 4175 Marcelo César Ricci |
| 4151 Gustavo Lozano | 4176 Néstor Gilardón |
| 4152 Claudio Alberto Garilli | 4177 Oscar Eduardo Fernández |
| 4153 Daniel Omar Gentelesca | 4178 Horacio Daniel Bustos |
| 4154 Juan José Carlisi | 4179 José Víctor Gerini |
| 4155 Roberto Aruj | 4180 Eloy Glauberman |
| 4156 Marcelo A. Zamorano | 4181 Roberto Enrique Hoffman |

ASAMBLEA ORDINARIA- De acuerdo a lo dispuesto oportunamente, tuvo efecto el Sábado 30 de Abril a las 15 hs 30, la Asamblea Anual Ordinaria. Cumplido el tiempo de espera que establecen los Estatutos, se dió comienzo a la misma a las 16hs con los socios presentes (24). En cumplimiento de la Orden del Día se procedió primeramente a la lectura y aprobación del Acta de la Asamblea anterior, la que fue aprobada sin observaciones, y por unanimidad.

El segundo punto disponía la lectura de la Memoria y Balance General, Cuenta de gastos y Recursos e Inventario al 31 de Diciembre de 1976. La moción del Sr. Carlos Gondell de omitir su lectura, dado que estuvo expuesta para información de los socios resultó aprobada y la Memoria y el Balance General fueron aprobados por unanimidad y sin observaciones.

Pasóse luego al punto 3: designación de la Junta Escrutadora; el Sr. Presidente, de acuerdo con el artículo 29, designó al Sr. Fernando de Souza, y la Asamblea a los Sres. Juan Carlos Forte y Marcelo Sana, que asumieron inmediatamente sus funciones.

Acto seguido se pasó a cuarto intermedio para dar cumplimiento al punto 4: elección de miembros para desempeñar los cargos de Tesorero, por cesación de mandato del Sr. Federico Friedheim Bustillo (3 años); Protesorero, por cesación de mandato del Sr. Antonio Román (3 años); dos Vocales Titulares, por cesación de mandato del Dr. Angel Papetti y Sr. Mario Vattuone (3 años); un Vocal Titular, por renuncia del Sr. Enrique Marzullo (1 año), y tres Vocales Suplentes, por cesación de mandato, por cesación de mandato del Prof. Fernando A. Ravioli y el Sr. Ricardo Gómez (1 año). (El tercer cargo quedó vacante al asumir las funciones de Vocal Titular el Sr. Mario Vattuone por renuncia del Sr. Juan C. Gravina).

El recuento de votos dió diez votos por correo y veinticuatro votos presentes. Votaron por correo los socios Carlos Eysel Pereda (3202), Carlos Alberto Desio (2976), Guillermo Juan Andrews (3551), Marta Nilda Plevane (3346), José Luis Sérsic (761), Enrique Luis Ferraz (1142), Hilda Hebe Schiavo (890), Adrián Horacio Gabriele (3797), Washington Villar (3640) y Ramón Leonardo Rivadulla (3566). Votaron los siguientes socios presentes: Federico Friedheim Bustillo (3058), Cristián Rusquellas (1369), Luciano Ayala (1515), Carlos M. Antonioli (1646), Fernando P. Huberman (741), Fernando A. Ravioli, (871), Antonio Mannuccia (52), Benjamin Trajtenberg (2354), Velia A. Schiavo (849), Carlos E. A. Gondell (50), Alberto Ehuletche (789), Guillermo Lücke (3765), Mario Vattuone (1323), Fernando de Souza (3673), Alejandro Di Baja (2945), Luciano Sánchez (3770), J. Luis Ferro (3727), José M. Requeijo (3574), Juan Carlos Forte (2542), José Cousido (22), Marcelo Sana (3743), Antonio Bellini (2573), Emilio Steffanelli (481) y Ricardo Gómez.

Terminado el escrutinio se obtuvo el resultado siguiente: para Tesorero el Sr. Federico Friedheim Bustillo, 34 votos; para Protesorero el Sr. Guillermo E. Lücke, 34 votos; para Vocales Titulares por 3 años el Dr. Angel Papetti, 34 votos y Ing. Benjamin Trajtenberg, 33 votos; para Vocal Titular por un año el Sr. José M. Requeijo, 33 votos; para Vocales Suplentes por un año el Prof. Fernando A. Ravioli, 33 votos, el Sr. Mario Vattuone, 34 votos y el Sr. Jorge Luis Ferro, 34 votos. Proclamados los electos se pasó a tratar el punto 5: elección de tres miembros para integrar la Comisión Revisora de Cuentas para 1977, decidiéndose por moción del Sr. Carlos Gondell reelegir a los señores José Luis Pena, César R. del Río y Jorge Fiel.

Al pasar al punto 6, modificación de la cuota social, se dió previamente lectura al informe de Tesorería sobre la situación económica de la Asociación, por lo que se manifestó la urgencia del aumento de la cuota social. Se mocionó por ello que los socios de las categorías 'Cadete' y 'Estudiante' no abonarán cuota de ingreso y su cuota será el 75% de la cuota de socio activo, más dos trimestres adelantados. Los socios activos abonarán \$1200 de cuota de ingreso, y una cuota trimestral de 1800 pesos más dos trimestres adelantados al llenar la solicitud de ingreso. De acuerdo a la moción, las modificaciones entraban en vigor el 1° de Abril de 1977. Puesta a consideración la referida moción fue aprobada por unanimidad.

El último punto del Orden del Día trataba la designación de dos socios para firmar el Acta de la Asamblea conjuntamente con el Presidente y el Scretario. Por unanimidad se designaron los Sres. José Cousido y Emilio Stefanelli para tal fin.

No habiendo más asuntos que tratar, el Presidente Dr. Fernando P. Huberman dió por finalizada la Asamblea, siendo las 17hs 30.

HOMENAJE A CARLOS L. SEGERS - El día 30 de Abril, a continuación de la Asamblea, por moción del Sr. Carlos Gondell, se efectuó un acto de homenaje en recordación de nuestro ex Presidente, Carlos L. Segers, de cuyo fallecimiento se cumplían diez años. El Sr. Gondell tuvo palabras de recordación para el extinto, tras lo cual se guardó un minuto de silencio en su homenaje. La Srta. María Ester Segers, hermana del extinto, agradeció el homenaje.

EXPOSICION - Con motivo de cumplirse el décimo aniversario de la habilitación del Planetario Municipal Galileo Galilei, nuestra entidad ha sido invitada a efectuar una exposición en el primer piso de dicho local, que tendrá lugar en los últimos meses del año en curso. Al mismo tiempo habrá un ciclo de conferencias a cargo de socios de esta Asociación, sobre temas vinculados a la astronomía y los aficionados.

DONACION - Nuestra entidad recibió del Ministerio de Marina la donación de un torno paralelo conopolea, con caja Norton incluida, de 1m20 de distancia entre puntas y 60cm de volteo sobre el escote; el citado torno ya se halla en funcionamiento, tras ser sometido a reparaciones y ajustes por un grupo de socios nuestros.

SOCIOS VITALICIOS

Atendiendo a numerosas consultas que se nos han hecho, damos aquí una lista de los socios que han pasado a la categoría de vitalicios.

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 3 Naveira, Elina F.B.de | 481 Stefanelli, Emilio |
| 22 Cousido, José | 501 Rodríguez Laredo, Mario |
| 28 Sury, Juan G. | 514 Naveira, Violeta Cáceres de |
| 38 Capurro, Juan J. | 515 Naveira, Elba Botto de |
| 39 Millé, Julio A. | 522 Wermelskirch, Walter C. |
| 43 Millé, Andrés | 534 Sequeiros, Eduardo |
| 44 Silva, Laureano | 549 Prado Dubiña, Emilio |
| 47 Conde, Horacio A. | 557 Maldonado, José M. |
| 48 Sampietro, Rubén | 577 Senosian, Raúl A. |
| 49 Osorio, Augusto E. | 585 Pastor, Mario O. |
| 50 Gondell, Carlos E.A. | 595 Porcella, Marcos J. |
| 51 Pena, José L. | 611 Ossola, Tito César |
| 54 Lipkin, Gregorio | 622 Fisher, Benno Edgar |
| 57 Kuen, Lila | 628 Hagelström, Holger A.L. |
| 151 Güemes, Luis | 633 Carrillo, Ernesto |
| 231 Penazio, Oscar | 654 Nieto Arana, María Elena |
| 233 Naveira, José (h) | 660 Aitken Craig, Roberto |
| 234 Naveira, Alberto M. | 671 Platero, Eduardo L. |
| 261 Perruelo, Nicolás N. | 672 Platero, Rubén N. |
| 285 Rondanina, Esteban | 682 Poitevin, Augusto |
| 298 Pansera, Catalina | 731 Livingston, Elba L.S. de |
| 301 Landi Dessy, Jorge | 741 Huberman, Fernando P. |
| 312 Lehmann, Valdemar | 761 Sérsic, José L. |
| 323 Naveira, Adolfo | 789 Ehuletche, Alberto |
| 324 Naveira, Manuel J.M.F. | 806 Camponovo, Ambrosio |
| 326 Papetti, Angel | 811 Pagani, Luis |
| 337 Barral Souto, José | 812 Incarnato, Hugo |
| 370 Lapido, Germán | 823 Capolongo, Victorio |
| 393 González Beaussier, Carlos | 829 Pascual, Julio E. |
| 409 Fesquet, Alberto E.J. | 849 Schiavo, Velia |
| 414 Sahade, Jorge | 871 Ravioli, Fernando A. |
| 423 Rubinstein, Manuel | 885 Zaghi, Santos |
| 432 Masjuan, Francisco | 889 Mina, Félix |
| 438 Banfi, José | 890 Sérsic, Hebe I. Schiavo de |
| 446 López Alvarez, Manuel | 893 Bagnoli, Angel C. |
| 479 Naveira, Enrique | 917 Lebrero, Andrés J. |
| 480 Naveira, Alfonso | 924 Shaurli, Guido |

927 Brenna, Vicente
941 Vasconi, Angel O.
961 Messutti, Livia A. Menin de

1132 Aprile, Roberto
1142 Ferraz, Enrique L.
1187 Harrington, Jorge D.

El paso a vitalicio estará condicionado a las disposiciones del art.5, Inc.d) de nuestros Estatutos, que dice lo siguiente: .."La transferencia de categoría será automática pero el número de socios vitalicios no excederá nunca del 10% (diez por ciento) del número de socios activos."

NOTICIERO ASTRONOMICO

A cargo del Dr. Angel Papetti

USINA SOLAR NORTEAMERICANA

Los científicos franceses e italianos han tenido una considerable experiencia en el aprovechamiento de la energía solar y, por ello, sus conocimientos y pericia fueron ahora "solicitados en préstamo" por el Instituto Tecnológico de la ciudad de Atlanta, en el estado norteamericano de Georgia, instituto que se convertirá en uno de los más importantes centros para la investigación de la energía solar.

A fines de 1976 comenzó a funcionar en los terrenos del mencionado Instituto Tecnológico una instalación solar térmica experimental de 400 Kilovatios diseñada por los italianos. Esta instalación es la mayor de su tipo en los Estados Unidos y la segunda en importancia en el mundo, y emplea un conjunto de 550 espejos solares rastreadores que concentran la radiación del Sol en una caldera en la cual se genera vapor de agua a una temperatura de unos 500° centígrados.

Este horno solar ha sido construido con un fondo de 475.000 dolares proporcionado por la U.S. Energy Research and Development Administration (ERDA) y es una versión en mayor escala de un generador solar de vapor de 100 Kilovatios perteneciente a la Universidad de Génova, diseñado por Giovanni Francia.

La finalidad principal de esta instalación en la ciudad de Atlanta es la investigación de intercambiadores térmicos, así como también la de realizar estudios en metalurgia y en cerámica.

Podrá emplearse, asimismo, para generar electricidad para calefacción y refrigeración de un edificio vecino. Esta unidad de 400 Kw servirá como prototipo para otras a instalarse en países subdesarrollados. Se proyecta aumentar la cantidad de espejos colectores a 682, para producir así mayor energía.

La mayor usina solar de este tipo produce 1000 Kw; se encuentra instalada en Odeillo-Font Romeu, en los Pirineos franceses y es operada por el Centro Nacional Francés para la Investigación Científica. Este horno ha sido usado recientemente por científicos del Instituto Tecnológico de Georgia, de la Martin Marietta Corporation y la Sandia Corporation, para probar una caldera de vapor de alta temperatura.

En 1977 comenzará a funcionar en Albuquerque, Nueva Méjico, una usina solar de 5000 Kw, construida por ERDA, y que será la más potente del mundo. Esta misma Institución construirá, antes de 1980, una usina solar de 10000 Kw.

Un problema importante que plantean las usinas solares, es el del almacenamiento de energía durante el día, en condiciones meteorológicas propicias, para ser entregada después de la puesta del Sol o durante días nublados. Para investigar este problema en relación con la futura usina de 10000 Kw, el Tecnológico de Georgia y la Martin Marietta Corporation han construido una planta piloto en Newman, Georgia, en la cual se están empleando sal fundida y aceites petroquímicos para almacenar energía térmica a fin de producir vapor sobrecalentado.

EL MAYOR TELESCOPIO EN SERVICIO

El año pasado se realizó en Grenoble, Francia, la 16ª asamblea general de la Unión Astronómica Internacional. Asistió a la misma B.K. Ioanissiani, ingeniero soviético que estuvo a cargo de la construcción del telescopio de 6 metros de diámetro, desde que se inició el proyecto hace 15 años.

Segun el informe presentado por éste a la asamblea, las pruebas del gigantes

co instrumento se iniciaron en el mes de Noviembre de 1974 y las primeras fotografías estelares fueron tomadas en Diciembre de 1975.

Este instrumento es el único, entre los grandes telescopios ópticos, que tiene una montura acimutal accionada, tanto en altura como en acimut por una computadora que transforma las coordenadas horizontales en ecuatoriales. Las partes móviles de este reflector pesan más de 650 toneladas.

De acuerdo con el Dr. Ioanissiani, esta novedosa montura ha resultado todo un éxito y recomienda que este sistema sea adoptado en todos los futuros grandes telescopios.

El espejo primario tiene una relación focal $f:4$, un espesor de 65cm y pesa 42 toneladas. Detalles adicionales pueden consultarse en la tabla de "Los Mayores Telescopios en Servicio", publicada en Noticiero Astronómico del N° 198/99.

Comentó el Dr. Ioanissiani que el fundido, pulido y figurado del enorme espejo primario originó muy serios problemas y que, para aprovechar todas las posibilidades del gigantesco instrumento, el actual espejo de 6 metros será reemplazado en el futuro por un nuevo espejo.

CUMULOS GLOBULARES EN HYDRA I

De acuerdo con el informe de dos astrónomos que trabajan en el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo, en Chile, se ha descubierto lo que parece ser un enjambre de cúmulos globulares extremadamente débiles, que rodea una galaxia elíptica gigante que domina el remoto cúmulo de galaxias Hydra I.

Los astrónomos son Malcolm G. Smith y Daniel W. Weedman que, en sus estudios, investigaron la galaxia NGC 3311, de magnitud 13. El sistema Hydra I, al cual pertenece esta galaxia, tiene una velocidad de alejamiento de 3450 Km/seg, de acuerdo con los desplazamientos hacia el rojo de las líneas de su espectro. Si este desplazamiento se acepta como un indicador de distancia, NGC 3311 se encuentra a unos 63 millones de parsecs (205 millones de años luz).

Hasta ahora, los cúmulos globulares más lejanos que se habían detectado, son los que rodean a M87 en el cúmulo de galaxias de Virgo, que está aproximadamen-

te a 20 millones de parsecs.

A estas distancias tan grandes, los cúmulos globulares aparecen en las fotografías como una multitud de débiles puntos luminosos que rodean una galaxia y su apariencia es similar a la de un grupo de estrellas.

En las placas tomadas con el telescopio de 4 metros de Cerro Tololo, los Dres. Smith y Weedman compararon las cantidades y magnitudes de objetos de apariencia estelar dentro de un anillo alrededor de NGC 3311, con los mismos valores para un campo vecino sin galaxias. Encontraron así que la región que rodea a NGC 3311 contiene un gran exceso de imágenes de magnitud fotográfica 24 y 25, que son las magnitudes con que se calcula deben observarse los cúmulos globulares a esa distancia. Este exceso se reduce bruscamente a cero para imágenes de brillo superior a la magnitud 24.

Similarmente, para los cúmulos globulares que rodean a M87, las imágenes desaparecen abruptamente para magnitudes superiores a la 21,4; M87 es, también, una galaxia elíptica gigante cuyo enjambre de cúmulos globulares fue descubierto por Baum en 1955. Recientemente, W. E. Harris y el Dr. Smith han estimado que el enjambre de M 87 contiene aproximadamente unos 4000 miembros.

Como se supone que los cúmulos globulares más brillantes de las grandes galaxias tienen todos la misma magnitud absoluta, la diferencia entre las magnitudes en que desaparecen las imágenes en NGC 3311 y M87 está indicando la diferencia de distancias entre el cúmulo de galaxias Hydra I y el de Virgo, de acuerdo con los valores que hemos indicado antes, obtenidos en base al corrimiento espectral hacia el rojo.

Recientemente, dos astrónomos británicos, J.A. Dawe y R.J. Dickens, en base a exámenes de placas tomadas con el telescopio anglo-australiano de 3,90 metros, han anunciado la probable existencia de cúmulos globulares alrededor de tres galaxias elípticas gigantes pertenecientes al cúmulo de galaxias austral Fornax I, que se encuentra a unos 27 millones de parsecs (88 millones de años luz).

La extensión de estas investigaciones a otras galaxias, constituye un método promisor para hacer determinaciones independientes de distancias que permitan una mejor evaluación de la constante de Hubble. ◊

ANILLOS PARA URANO

Generaciones de astrónomos y aficionados conocieron a Saturno como el único de los nueve planetas del sistema solar rodeado por anillos. Saturno ha perdido esa distinción. Un equipo de astrónomos de la Universidad de Cornell ha descubierto anillos alrededor del séptimo planeta: Urano.

El equipo, encabezado por el Dr. James Elliot, hizo las observaciones el último mes de Marzo volando en un C-141, equipado con un observatorio astronómico, en el cielo nocturno al sudoeste de Australia.

El telescopio de a bordo, de 90cm, fue dirigido para observar a Urano, con el propósito de registrar la ocultación de una estrella de la constelación de Libra por el planeta citado. Por medio de las variaciones de luminosidad estelares al momento del comienzo de la ocultación y en el de su terminación (reaparición) se intentaba encontrar con precisión el diámetro del planeta y estudiar su atmósfera.

Lo que los astrónomos observaron fue algo totalmente inesperado. Durante los nueve minutos que precedieron a la ocultación de la luz estelar por Urano, la estrella desapareció y reapareció cinco veces; en algunos casos la desaparición duró varios segundos. Cuando la estrella reemergió de la ocultación, volvió a repetirse el fenómeno en sentido inverso, en exacta correspondencia con el fenómeno anterior. Los observadores llegaron a la conclusión de que la estrella pasó a través de un conjunto de cinco anillos que rodea a Urano, los cuales se presentan verticales con referencia al plano ecuatorial terrestre, no pueden ser vistos con telescopios y están en una faja de 7.000 Km de ancho. Cuatro de los cinco anillos tienen aproximadamente 10 Km de ancho, mientras que el más alejado del planeta tiene unos 100 Km.

Mientras que su rival Saturno fue conocido desde tiempos inmemoriales, Urano fue el primer planeta descubierto después de la invención del telescopio; su descubridor fue el famoso astrónomo W. Herschel, quien en la noche del 13 de Marzo de 1781 notó que una estrella aparecía más grande que las otras del campo. Dicha estrella parecía carecer de centelleo y, observada con mayor atención, mostraba un pequeño disco.

Herschel continuó vigilando a ese astro y notó que se movía entre las estrellas. En un primer momento lo anunció como un cometa, mas luego de varios meses de observación y cálculo se concluyó que su movimiento no era cometario sino el de un planeta. El descubrimiento causó sensación y el nuevo planeta fue bautizado por Herschel "Georgium Sidus" (el astro de Jorge) en honor a Jorge III que reinaba en Inglaterra. Los astrónomos de Europa continental le llamaron Herschel. Más adelante se le llamó Urano, siguiendo la costumbre de dar a los planetas nombres de divinidades mitológicas.

Urano tiene un diámetro algo menor de cuatro veces el de la Tierra (47.600 Km), recorre su órbita en poco más de 84 años y rota sobre su eje en 10h 49m. La característica más notable de este planeta es la inclinación de su eje de rotación respecto del plano de su órbita; es tal que su ecuador forma un ángulo de $97^{\circ} 55'$ con aquélla, por lo que da la impresión de estar girando en sentido retrógrado, con su eje de rotación casi paralelo al plano orbital. Es por esta causa que sus anillos se presentan verticales respecto del ecuador terrestre.

Lo acompañan en su eterno girar alrededor del Sol, cinco satélites. Dos de ellos fueron descubiertos por el propio Herschel; son Titania y Oberón. Lassell, en 1851, descubrió dos más: Ariel y Umbriel. Por último, en 1948, Kuiper descubrió un quinto satélite, que fue llamado Miranda. ◯





GALAXIA "REMOLINO" (NGC 5194 = M 51)
en Canes Venatici - Esta es una de las
fotos murales de 50x60cm, que están en
venta en nuestra sede social. Pregun-
tar en secretaría.