

# REVISTA ASTRONOMICA

Director Carlos Cardalda



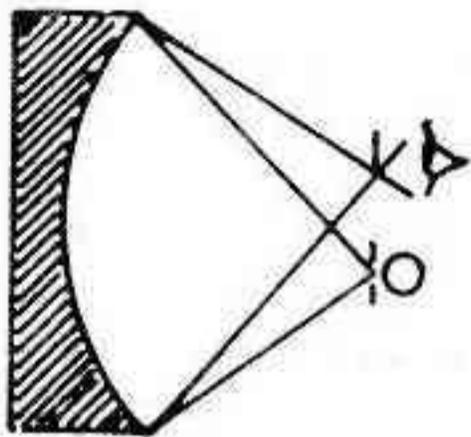
Organo de la  
Asociación Argentina Amigos de la Astronomía  
Personería Jurídica por Decreto de Mayo 12 de 1937  
Avda. Patricias Argentinas 550-(1405)- Buenos Aires  
- República Argentina -



AG ISSN 0044 - 9253

# Telescopios

# Reflectores



**Alex Di Baja**

Correspondencia y

Consultas:

Brasil 329, 3ª p. Capital Federal

T.E: 221-6740

TRABAJOS OPTICO-MECANICOS  
POR ENCARGO

- Tubos con óptica completa de 100 a 250mm de espejo
- Monturas ecuatoriales con o sin movimientos finos.
- Pedestales y trípodes.

## ESTIMADO CONSOCIO

Como siempre estas líneas sirven de vínculo entre nuestra Asociación y sus socios, en la búsqueda de nuevos aportes y como elemento de consulta, más ahora que nunca, en el momento en que nuestro cúmulo de amigos se acrecienta vertiginosamente, deseamos dinamizar al máximo nuestra comunicación.

Simplemente háganos llegar su colaboración en artículos y material y su opinión para que nuestra revista sea realmente "SU REVISTA".

Para que nuestros lectores, argentinos o extranjeros, aficionados o profesionales, reciban el reflejo de nuestra asociación en marcha.

Esperamos sin demora su aporte para ser seleccionado o su opinión y poder contribuir así a una mejor divulgación de la apasionante ciencia astronómica.

Gracias

# SUMARIO

COMISION DIRECTIVA 4

---

EDITORIAL

Una buena noticias para nuestros socios 5

---

FORMACION DE GALAXIAS Y COSMOLOGIAS

Por el Dr. José L. Sersic 7

---

LA OBSERVACION DEL SOL

Por el Dr. Angel Papetti ( 3° parte) 19

---

EL RADIOINTERFEROMETRO

Por el Ing. Augusto E. Osorio 28

---

NOTAS PARA EL AFICIONADO

Por la Sub-Comisión de Taller 33

---

NOTICIAS DE LA ASOCIACION 41

---

NOTICIERO ASTRONOMICO 44

---

GALAXIA REMOLINO NGC 5194 - M 51 48

---

## Nuestra Portada

Vista general del reflector Cassegrain - construido por J.L. Ferro

FOTO: Jorge L. Ferró

# COMISION DIRECTIVA

PRESIDENTE :

Dr. Fernando P. Huberman

VICE-PRESIDENTE :

Ing. Cristián Rusquellas

SECRETARIO :

Prof. Luciano Ayala

PRO-SECRETARIO :

Sr. Juan Alberto Morteo

TESORERO :

Sr. Federico Friedheim  
Bustillo

PRO-TESORERO :

Sr. Guillermo E. Lücke

VOCALES TITULARES :

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

VOCALES SUPLENTE :

Sr. Adolfo Steimberg  
Sr. Mario Vattuone  
Sr. Jorge Luis Ferro

COMISION REVISORA DE  
CUENTAS :

Sr. Carlos E. Gondell  
Esc. César R. del Río  
Cont. Jorge Fiel

REVISTA ASTRONOMICA 207

OCTUBRE - DICIEMBRE DE 1978

Tomo I.

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: Patricias Argentinas 550-Buenos Aires  
(1405) T.E.: 88-5566

DIRECTOR: Sr. José M. de Felici

SECRETARIOS: Prof. Luciano Ayala y Sr. Claudio  
Apelbaum

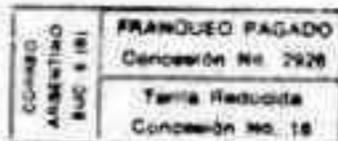
REDACTORES: Sr. Carlos E. Gondell - Dr. Angel Pa-  
petti - Sr. Alejandro Di Baja (h) y  
Sr. Federico Friedheim Bustillo

PUBLICIDAD: Sr. Juan Alberto Morteo

DIAGRAMACION: Prof. Luciano Ayala

COLABORARON EN ESTE NUMERO:

Dr. Angel Papetti - Ing. Augusto E. Osorio -  
Sr. Carlos E. Gondell - Dr. José L. Sersic -  
Sr. Alejandro Di Baja - Prof. Luciano Ayala



## UNA BUENA NOTICIA PARA NUESTROS SOCIOS

Hace unos cuantos años, un grupo de amigos se "juramentaron" como los caballeros de antaño, para dar nacimiento a una entidad constituida por personas amantes de la ciencia astronómica, con el fin de honrar y divulgar los conocimientos del maravilloso espacio inabundante.

Fue así, como el 4 de Enero del año 1929 en la Ciudad de Buenos Aires, nació la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía. Comenzó a caminar haciendo "pininos", luchando para permanecer erguida y avanza, lo consiguió, se convirtió en adulta y el próximo 4 de Enero de 1979 cumplirá sus primeros 50 años de vida, será así, con mayúsculas: "El año del 50º Aniversario de nuestra querida Asociación".

Con tal motivo, se realizarán en ella muchos cambios, como parte de los festejos programados para tan histórico momento en la vida de nuestra Institución. Se reconocerá por dentro y por fuera, será necesario cambiar su viejo vestido por uno nuevo que esté de acuerdo con las circunstancias: Su cumpleaños, su boda de oro ! Será la única asociación de aficionados a la astronomía en América Latina que podrá expresar con orgullo: ¡Ya tengo 50 años de existencia con provechosa e inintermitente labor !

Para conmemorar dicho acontecimiento, se realizará en nuestra Asociación una exposición de carácter astronómico y dentro de las modificaciones concebidas, ésta es la buena noticia, habrá un remodelamiento interno tanto en la parte técnica como también a lo que hace al aspecto espiritual. Se creará un lugar especial donde los socios podrán conversar, efectuar reuniones para cambiar ideas, discutir amablemente sus inquietudes y sobre todo, conocerse los unos a los otros.

Anhelamos que esta Asociación no sea solamente un lugar en el que se imparta y se adquiriera conocimientos astronómicos, sino también un centro de vida social en el cual todos los socios constituyan una gran familia con las mismas aspiraciones y los mismos ideales.

Para concretar tales cambios, esta Asociación cuenta con un subsidio y la ayuda generosa de entidades importantes del país que contribuirán a financiar las obras proyectadas para bien de todos.



# FORMACION DE GALAXIAS Y COSMOLOGIA

Por el Dr. José L. Sersic

Conferencia dictada en nuestra Asociación el 7 de septiembre de 1978

(el presente resumen fué corregido por el autor)

Un tema indisolublemente asociado con el problema cosmológico es aquel de la formación de las galaxias. Dado que estas se han originado en etapas muy tempranas de la evolución del Universo, las condiciones que prevalecían entonces eran muy diferentes de las actuales, de manera que previo a la formulación de hipótesis sobre las condiciones conducentes a la formación de galaxias, debemos comprometer algún juicio respecto del Universo mismo.

Y aquí se nos presenta un problema, porque la cosmología es una rama de la ciencia que tiene características muy peculiares, ya que estudia un objeto único: el Universo. No podemos aquí hacer comparaciones entre distintos objetos, ordenarlos, establecer una secuencia evolutiva, poner luego el modelo a prueba con las Leyes de la Física, etc. pues sólo disponemos de un único caso, un único Universo.

Por otra parte debemos formular hipótesis que son intrínsecamente no verificables, y tomar algunas opciones. Una de esas opciones será precisamente la de que podremos aplicar las Leyes de la Física a todo el Universo, tal como se generalizan de su observación local.

Pero hay otro tipo de supuestos que se aproximan más a opciones, y que tienen un carácter más filosófico. Por ejemplo, de los recuentos de radiofuentes se observa que a medida que vamos considerando las más débiles, y por consiguientes más lejanas, su número va aumentando como corresponde suponiendo una distribución uniforme en el espacio pero al llegar a cierto valor su número disminuye rápidamente, como si más allá no hubiera más radiofuentes; cualquiera que sea la dirección del Universo que consideremos, se extingue para el mismo valor.

Otra medición que da valores muy similares en todas las direcciones (dentro del 1 a 2/00) es la temperatura de la llamada "radiación de fondo" del Universo, originada, se

gún veremos, en sus etapas iniciales. Finalmente tenemos el bien conocido problema del "corrimiento al rojo", que es también isótropo, o sea que el enrojecimiento que sufren las fuentes con las distancias es de la misma magnitud a igual distancia para todas las direcciones.

Podríamos cándidamente suponer que esto es así porque nos hallamos en el centro del Universo, pero desde Copérnico a la fecha, esta suposición es prácticamente una "herejía". La alternativa que nos queda es establecer que el Universo tiene la propiedad de ser homogéneo e isótropo, de manera que estadísticamente se parezca, cualquiera que sea el punto desde el que se lo observa; y esta es otra de las hipótesis no verificables, puesto que, al menos por ahora, no podemos trasladarnos algunas decenas (más bien cientos) de Megaparsecs, para ver si ello es cierto.

Como es natural, estamos limitados por la estructura de nuestra lógica y nuestra manera de pensar, pero esas son las herramientas de que disponemos.

Una de las teorías físicas más empleadas es la de la Relatividad, la teoría de la gravitación einsteniana. Echaremos mano a lo que sabemos de Relatividad especial; algo que se utiliza muy a menudo es el espacio Minkowskiano, es decir un espacio euclidiano pero de cuatro dimensiones ( $x, y, z, t$ ). Por comodidad de dibujo suprimimos dos coordenadas espaciales y nos quedamos con dos:  $x$  (espacio) y  $t$  (tiempo). (Fig. 1) El observador se halla en  $0$ ; si no se mueve, se desplaza a lo largo de la línea  $t$ , o sea que el tiempo lo transcurre.

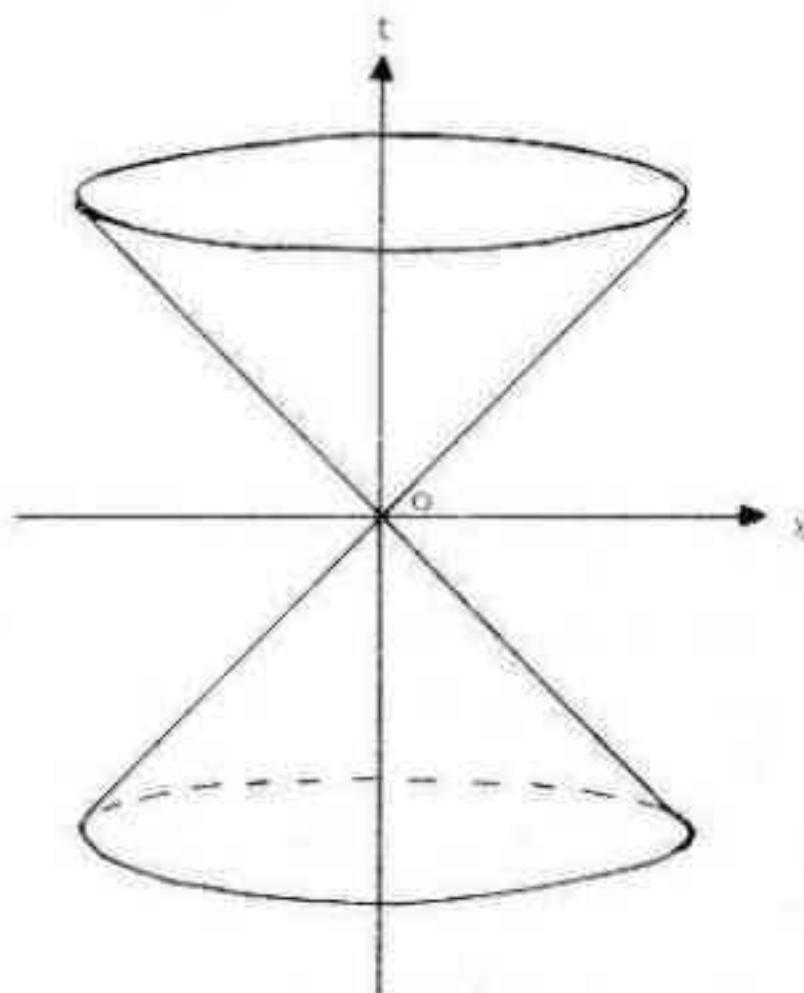


Fig. 1

Las diagonales a  $45^\circ$ , que si agregamos una segunda coordenada espacial perpendicular al papel formarían sendos conos, serían las trayectorias de los rayos de luz que llegan a nosotros (cono inferior) o los que parten de nosotros (cono superior). Todos los puntos o sucesos que se hallan en el cono inferior, podrán conectarse con nosotros por medio de señales electromagnéticas, están en nuestro pasado, mientras que los que se hallan en el superior están en nuestro futuro. Los puntos por afuera de dichos conos son totalmente inaccesibles, pues para comunicarnos con ellos, deberíamos tener señales que viajaran con velocidad superior a la de la luz. Recordemos que esos "conos" no son tales, pues hemos eliminado una coordenada espacial de manera que sus superficies no tienen dos sino tres dimensiones; ello es algo difícil de imaginar pero no se debe olvidar.

Este sencillo esquema se complica cuando nos salimos de nuestro reducidísimo entorno, ya que entonces debemos tener en cuenta la curvatura espacial del Universo (fig.2).

Los modelos relativistas tienen una característica muy importante: se puede definir un tiempo Universal o cósmico. En la figura aparece nuestra "línea mundo", el eje  $t$  que teníamos antes; el eje  $x$  que antes era recto aquí se curva siguiendo la curvatura del espacio, debido a la presencia de materia, de acuerdo con la Relatividad General.

Pero el Universo está evolucionando en expansión, de manera que yendo hacia el pasado la curvatura es mayor, simplemente porque la materia está más compactada y reacciona así sobre el espacio, condicionando su geometría. Finalmente retrocediendo lo suficiente, llegamos a un instante en que el Universo se reduce a un punto, una singularidad matemáticamente hablando, más atrás de la cual no podemos prolongar la línea mundo, pues más allá ya no vale. Esta es una importante propiedad de la Relatividad: es capaz de indicarnos donde cesa de regir!. Los conos locales siempre deben interceptar a  $45^\circ$  las superficies, y de allí resulta la forma que adquiere nuestro cono, como vemos en la fig.2 La parte punteada (R3), es lo que ha sido nuestro pasado, que ha podido conectarse con nosotros por medio de rayos luminosos u otra forma de ondas electromagnéticas. En el futuro, podremos ver otras zonas, pero el resto nos es absolutamente incognoscible. Este es el precio de adoptar el Principio Cosmológico, el de uniformidad e isotropía del Universo. Nos permite elaborar un modelo, avanzar en la construcción de una estructura descriptiva de lo que conocemos, pero también nos predice que hay zonas donde no vamos a poder comprobarlo.

Esto nos deja algo incómodos, porque parece una condición demasiado rígida. Nos queda la posibilidad de no usar el Principio Cosmológico, sino uno más suave, que podríamos llamar "copernicano"; nosotros no estamos en un lugar previligiado del Universo que observamos. En esas condiciones se obtiene una figura parecida a la de la Fig. 2, pero hay una cierta liberalidad en el origen, las curvas pueden ser un poco menos rígidas porque no están manejadas por una teoría demasiado determinista, y las singularidades pueden no ser una sino varias, mientras que la Relatividad General requiere

sólo una. Pero las propiedades globales son más o menos las mismas. Volviendo a la Fig. 2, si consideramos el segmento de nuestra línea mundo comprendido entre  $t = 0$  y  $t = t_0$  (ahora), él representa el total del tiempo transcurrido desde el origen del Universo ( $1$  a  $1,5 \times 10^{10}$ ) años) Es despreciable frente a él el tiempo corrido desde que tenemos conocimiento de la existencia de las galaxias, (menos de  $100$  años), o aún el transcurrido desde la aparición del género humano, de manera que, prácticamente del cono pasado, sólo tenemos acceso a su superficie ( $R_1$ ), ya que es lo que nosotros podemos observar (recordar que aquí una superficie representa un volumen).

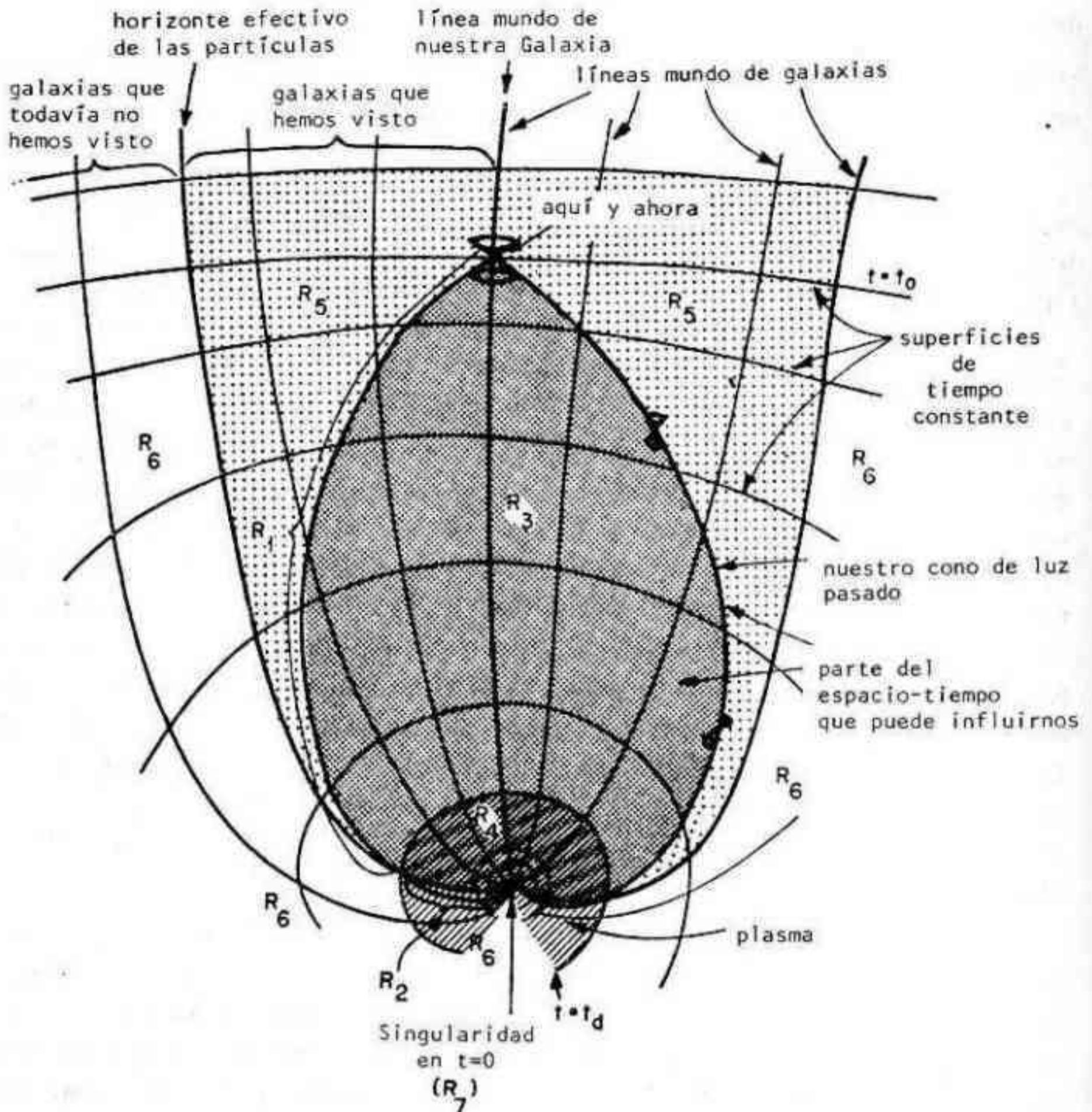


fig. 2

Otro detalle: retrocediendo hacia el pasado, las superficies de tiempo constante - que nos muestran la curvatura del espacio en un instante dado, se hacen cada vez más cerradas, con menor radio de curvatura. La teoría General de la Relatividad nos indica que precisamente la luz precedente de un objeto cambia su longitud de onda desde la original  $\lambda_0$  hasta la final  $\lambda$ , debido a la curvatura variable del espacio, según la relación:

$$\frac{\lambda}{\lambda_0} = \frac{R}{R_0} = 1 + z$$

La longitud de onda que recibimos es más larga que la emitida, y constituye el corrimiento al rojo. Cuando observamos Galaxias cada vez más lejanas espacialmente están más atrás en el tiempo, y por estar en espacios cada vez más curvos, se verán más enrojecidas. Por supuesto que ello equivale también a un proceso de expansión, de manera - que la interpretación del corrimiento al rojo como un efecto Doppler también puede haceerse, pero hace más a la esencia del problema interpretarlo como un efecto de la diferencia de curvatura del Universo entre los instantes de emisión y recepción del rayo - luminoso, que es algo intrínseco de la estructura misma del espacio - tiempo, según se desprende de la teoría de la gravitación einsteniana. La Ley de Hubble, que relaciona distancia con corrimiento al rojo, se determina sobre las superficies  $R_1$ . La débil radiación de fondo que observamos nos hace pensar que, si al ir hacia el pasado debe ser comprimida dentro de un volumen cada vez más chico, (representado por la longitud de la línea que lo encierra en la fig.2), habrá un momento en el pasado en que radiación y - materia estén fuertemente ligadas entre si; más aún, puede demostrarse sobre la base de las leyes de la física, que la masa equivalente a la radiación aumenta más rápidamente que la de la materia misma, cuando vamos más atrás en el tiempo, hasta llegar un momento en que el Universo está dominado por la radiación, y la materia representa un papel secundario. Ello está dado por el instante  $t=t_d$ , y en la zona interior, materia y radiación están fuertemente acopladas. Es más, casi se puede asegurar que en esas - condiciones la temperatura es tan elevada que prácticamente toda la materia se ha convertido en radiación. El mentado " Big Bang " habría sido la explosión de un gigantesco pulpo de radiación a altísima temperatura que se originó en la singularidad  $t=0$ .

En esos tiempos, materia y radiación eran una única entidad (plasma), que era opaca. No podemos ver dentro de ella, y la superficie  $t=t_d$  es para nosotros como una pared, un horizonte. A las etapas primigenias del Universo nos está prohibido verlas por medios electromagnéticos, lo cual es lamentable ya que se trata de una parte tan importante - de su evolución. Podrían hacerse inferencias por medio de neutrinos u ondas gravitacionales, que por tener un camino libre medio muy grande podrían haber escapado de esa

zona, pero por ahora carecemos de métodos de detección de ondas gravitacionales o neutrinos.

Hemos dicho que sólo nos está permitido conocer la superficie de nuestro cono de luz pasado. Pero hay otra zona de la que podemos saber algo, y es a lo largo de nuestra línea mundo, en nuestra inmediata proximidad; por lo que sabemos, nuestro sistema solar, la luna, la Tierra, se formaron hace alrededor de 4.500 millones de años, o sea alrededor de una tercera parte de la longitud de nuestra línea mundo. Además, por un principio de continuidad, una galaxia que al moverse se sale de nuestra zona visible, sabemos que, aunque no la veamos, estará cerca. No podemos hacer extrapolaciones muy grandes, pero de todas maneras ello se refleja en que hay partes sobre las que podemos saber algo, si bien son muy angostas; en cuanto al resto, no lo podemos percibir directamente.

Resulta interesante pensar, que éste Universo, que se nos aparece tan "lleno", en realidad tiene un gran volumen el cual no nos es accesible!

En definitiva, resulta que nosotros debemos sacar conclusiones sobre el todo basándonos en las observaciones sobre zonas muy restringidas y particulares.

En la fig. 3 vemos la historia térmica del Universo, que nos muestra que la temperatura  $T$  fue muy elevada en los primeros momentos. En un principio dominaba la radiación, y como hemos dicho, radiación y materia estaban fuertemente acopladas; pero a medida que el Universo se expandía se enfriaba adiabáticamente (no podía haber intercambio con el exterior pues era el todo), hasta que materia y radiación se desacoplaron, y a partir de allí, evolucionaron independientemente, la radiación continua prácticamente imperturbable con su evolución, pero la materia se enfria más rápidamente, debido a que su calor específico (termodinámicamente hablando) es menor que el de la radiación; la variación de pendiente de la evolución de esta última es tan pequeña que no se puede apreciar en la figura. Ello se debe a que la entropía por partícula de materia, o dicho de otro modo, el número de fotones por partícula, es enorme, del orden de  $10^8$  y aquí aparece uno de los mayores interrogantes: ¿Cuales fueron esos procesos formidables que generaron tan tremenda entropía en proporción a la materia existente?

Y es un interrogante difícil de responder, pues todo sucedió cuando el Universo era opaco. Lo más que podemos hacer es teorizar.

Pero en aquella época hubo algo que si escapó, y podemos ver ahora: la materia, que entonces se sintetizó. En un principio teníamos radiación pura, pero a medida que se fue enfriando, algunos fotones se combinaron y formaron partículas. Es el proceso inverso al del calentamiento de un plasma a temperaturas muy elevadas: la materia se aniquila y se transforma en radiación.

Esta idea genial la tuvo Gamow, aunque demasiado prematuramente. El pensó que la síntesis de todos los elementos se había producido en las primeras etapas de la evolu -



Mac Crea y Layzer demostraron en la década del 40 que puede hallarse una equivalencia entre las ecuaciones de la cosmología relativista y la newtoniana; ello es cómodo - pues la newtoniana es más intuitiva, podemos sacar conclusiones trabajando sobre ésta última y luego pasar a la relativista. Podemos tomar una porción de Universo, que podemos suponer esférica, (fig.4), y calcular la fuerza con que esa masa atrae una partícula de su periferia; pero ese Universo se está expandiendo con una velocidad proporcional a una constante  $H$  multiplicada por el radio, o sea la expansión de Hubble. Plantando las ecuaciones, resultará que la expansión tendrá distinto carácter según sea la densidad de la materia  $\rho$  dentro de la porción de Universo. Tendremos tres casos, ilustrados en la fig.5 : 1)  $\rho$  es muy grande, superior a un cierto valor crítico  $\rho_c$ , la expansión supuesta se va frenando por la atracción interna hasta detenerse, invirtiéndose el sentido del movimiento, con el consiguiente colapso posterior. 2) Si  $\rho$  tiene el valor crítico  $\rho_c$ , se expandirá continuamente, pero con lo justo, llegando a un radio infinito con velocidad cero. 3) Si  $\rho < \rho_c$ , no habrá freno suficiente para la expansión y llegará a radio infinito con velocidad superior a cero.

Lo que en la cosmología newtoniana es radio de la esfera, es radio de curvatura en la relativista. El problema es entonces hallar cuanto vale  $\Omega \equiv \rho / \rho_c$  para el Universo actual.

Hay varias maneras de hallarlo.

Si bien la relación de  $H$  a  $H_0$  sintetizado es insensible a la relación de materia y radiación, sobre todo a la densidad de materia, en cambio se ha demostrado que la síntesis del Deuterio sí es muy sensible a la densidad. Tenemos aquí un método astrofísico, observacional; todo lo que hay que hacer es buscar las líneas del Deuterio en las atmósferas estelares, y hacer estimas de abundancia de este isótopo.

Tenemos otra vía, por medio de la Ley de Hubble, que vincula las velocidades radiales con la magnitud (fig.6); para velocidades radiales muy grandes, la ley se aparta de la recta, y según sea el modelo sigue una u otra curvatura. Desde la década del 30 con Hubble, hasta Sandage recientemente, se ha trabajado denodadamente para hallar que curva representa mejor los puntos hallados por observación. Y no se ha tenido éxito por una razón muy especial: para poder situar puntos en esa área, hay que estar seguro de que se trata de objetos comparables; no podemos colocar juntas una galaxia gigante y una enana. En general se usan las gigantes, ya que según parece hay un límite máximo en el tamaño posible para las galaxias. Pero aquí aparece un problema: la relación de Hubble se aparta de la recta porque estamos observando zonas (ver fig.2) donde la superficie de nuestro cono de luz pasado se aparta fuertemente de la recta, o sea que nos estamos remontando muy atrás en el tiempo, y, ¿quién nos garantiza que entonces las galaxias tuvieran la misma apariencia que ahora?.

Beatriz Tinsley estudió las características fotométricas y colorimétricas de las ga

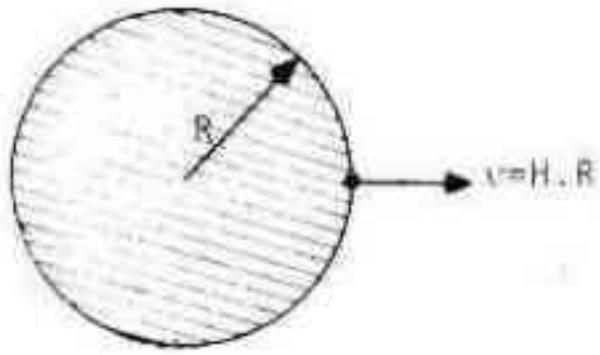


fig. 4

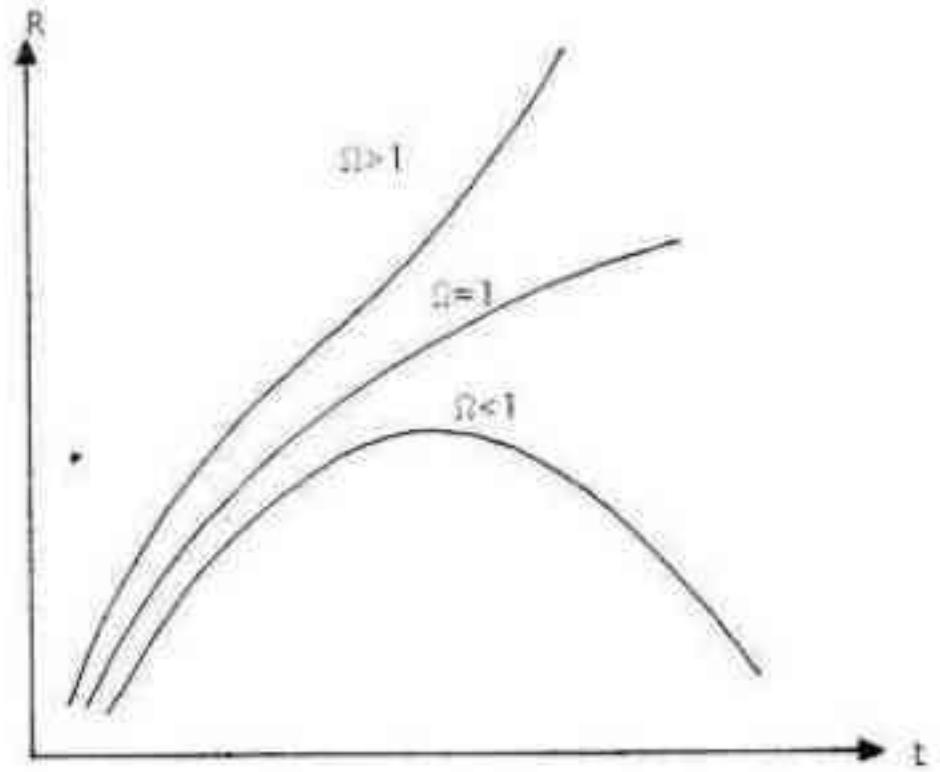


fig. 5

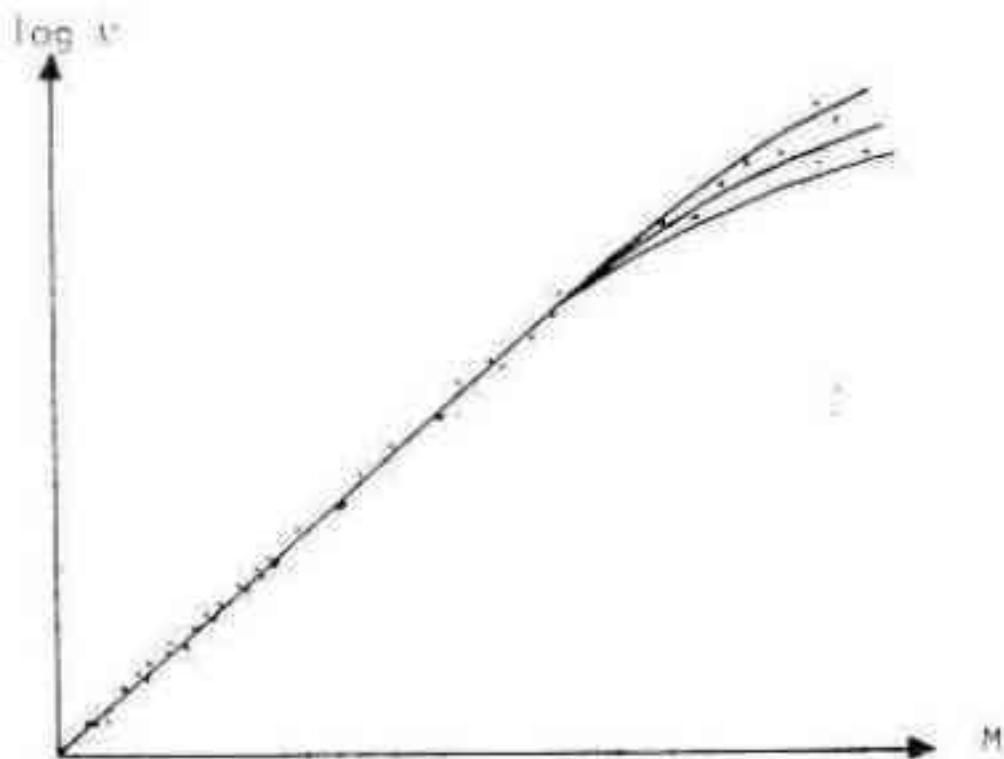


fig. 6

Galaxias a través de la evolución de su población estelar. Haciendo uso de sus resultados se pensó que se había superado esa dificultad pero se produce otro descubrimiento perturbador: las galaxias gigantes suelen hallarse en las zonas centrales de los cúmulos de galaxias, y se han obtenido pruebas de que en dichas regiones dos galaxias pueden chocar y unirse para formar otra más grande, que naturalmente ya no nos sirve para colocar en el diagrama, pero nosotros no podemos saber si la galaxia gigante que observamos se formó así o no; es como si hubiera una "ley de conservación de las dificultades".

Hay todavía otro camino que nos permite estimar  $\Omega$ . La formidable concentración de masa que representa un gran cúmulo de galaxias tiene que producir en sus proximidades una alteración en el ritmo de expansión del Universo, y observando la influencia que se produce en las galaxias cercanas (se ha hecho en nuestra galaxia y el cúmulo de Virgo), se puede hacer una estimación en valor relativo de la constante de Hubble, con respecto a la variación lineal. No se puede hallar el valor exacto de  $\Omega$ , pero este método confirma lo predicho por otras vías de que  $\Omega$  es menor que uno.

### FORMACION DE GALAXIAS

Pero hasta ahora no hemos tocado todavía el tema principal. En realidad los modelos vistos están contruidos en base a suposiciones de homogeneidad e isotropía; la misma radiación de fondo es homogénea. Sin embargo una mirada a nuestro alrededor nos muestra una multitud de concentraciones de masas locales en forma de galaxias, cúmulos de galaxias, etc.

Nos agradecería que el modelo fuera más fértil y explicara la formación de esas concentraciones. Lo que se hace es crear matemáticamente una pequeña "arruga" en las superficies del diagrama espacio-tiempo de la fig.2 y dejar luego que el proceso continúe y ver que pasa. Si la arruga se diluye y decae, el modelo es estable y, por consiguiente, estéril; si en cambio progresa, ello significa que la masa gaseosa que tenemos en un principio, reaccionaría condensándose y formando protogalaxias en cuyo seno se condensarían estrellas, y así sucesivamente.

Hay dificultades muy serias. Hay distintas líneas y escuelas que postulan diversas causas para este tipo de procesos. En cuanto apareció el modelo relativista se comenzaron a estudiar sus ecuaciones diferenciales y se verificó que es bastante lento para generar estructuras, a diferencia del modelo euclídeo, plano, que aplicado en las mismas plausibles condiciones genera concentraciones de masa con velocidad exponencial.

Pero en un Universo en expansión y que además tiene curvatura, todo ello trabaja en contra y vuelve el proceso más lento.

Se buscó entonces otro camino, suponiendo que el comienzo del proceso se halla en el plasma primordial. Por ejemplo, la velocidad de propagación de ondas de compresión, que vendrían a ser las ondas sonoras, es de  $1/3$  de la velocidad de la luz en el plasma; pero

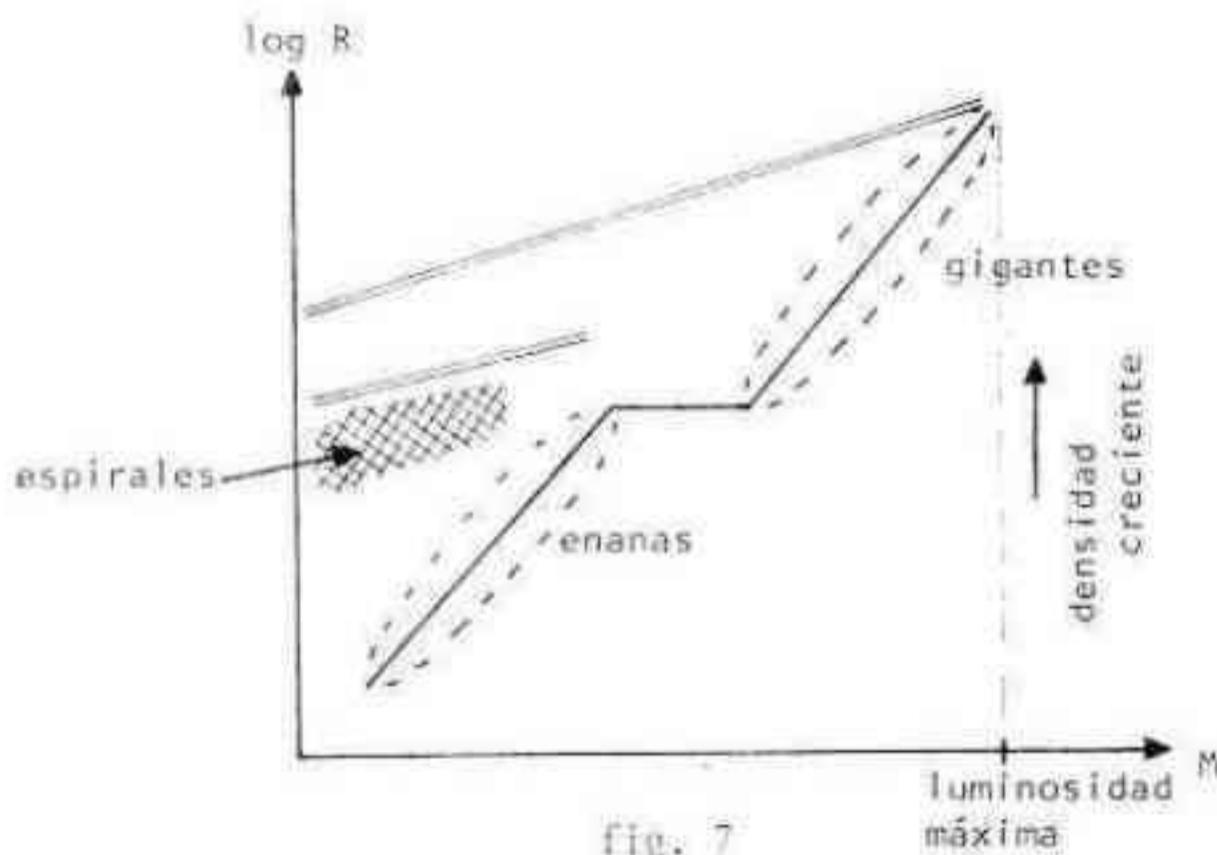
una vez que se recombina la materia, cae bruscamente al valor de la velocidad del sonido en el gas. Ese cambio brusco puede generar la inestabilidad y turbulencia: la condición supersónica es muy disipativa, produce ondas de choque que podrían crear las inestabilidades. El principal partidario de esta teoría es Zeldovich de la URSS.

La objeción de que estamos haciendo suposiciones sobre una zona no observable es válida, pero, después de todo, estamos haciendo muchas otras suposiciones sobre esa zona, como la síntesis de la materia por ejemplo.

Por el momento debemos aceptar que en un instante un poco superior a  $t=t_d$  ha habido "grumos" de materia que llamamos protogalaxias, aunque no sabemos bien como llegaron allí.

Pero en cambio hay una serie de cosas sucedidas con posterioridad a ese instante que si podemos comprobar: dada una nube protogaláctica, y su composición primordial, podemos sacar interesantes conclusiones. Las Propiedades globales de las galaxias parecen estar determinadas por el poder emisor del medio gaseoso que a su vez está condicionado por la composición del medio, y como éste contiene H y He, hay dos rangos de temperatura, - dos rangos de valores; parece que se forman por lo menos dos tipos de galaxias, muy parecidas, y aparentemente se verifica con la observación, sobre todo en el caso de las elípticas, ya que las otras rotan más rápidamente y esto "horronea" un poco las propiedades globales generales.

Hagamos un diagrama (fig.7) en el que vinculamos el logaritmo del radio y la magni-



tud absoluta de las galaxias elípticas; se puede demostrar que las gigantes se originan de protogalaxias suficientemente calientes para que predomine la emisividad del He (éste se ioniza a  $80.000^{\circ}$ ) mientras que las enanas se vinculan a protogalaxias en que la emisividad está dominada por el H, a temperatura del orden de los  $10.000^{\circ}$ .

Inclusive, si hacemos entrar en juego la rotación se puede demostrar que hay una cierta densidad límite bajo la cual están ubicadas las galaxias espirales.

Hay otro límite, originado en el mecanismo de enfriamiento debido al efecto Compton, inverso debido a la radiación de fondo, que actúa sobre el gas de electrones, enfriándolo, ya que la radiación de fondo tiene una temperatura más baja. Ese enfriamiento no favorece las inestabilidades y por consiguiente la formación de estrellas en las galaxias determinando un límite en la densidad máxima de las galaxias (en el diagrama, densidad - constante es una recta de pendiente 1/3). Y de allí resulta también una luminosidad máxima; se confirmaría así la idea de Sandage para la determinación de la constante de Hubble. Del límite superior se puede deducir además en que corrimiento al rojo comenzó la formación de galaxias:  $z = 10$ , y que cuando el proceso culmina, cuando la mayor parte de las estrellas se está formando,  $z$  está entre 3 y 5, y hay muchos astrónomos que piensan que estas etapas corresponden a los cuasares, interpretados como galaxias en la etapa más crítica y violenta de su vida.



En 1979, nuestra Asociación cumple su 50º Aniversario. Durante su transcurso se efectuará una "Exposición Astronómica Internacional", en la cual aparte del aporte de los Observatorios Nacionales y Extranjeros, esperamos nutrida colaboración por parte de nuestros asociados, presentando frutos de su trabajo: fotografías, instrumentos, etc.

Todos aquellos que deseen exponer o colaborar, agradeceremos se pongan en contacto con la Comisión Directiva.

# LA OBSERVACION DEL SOL

por el Dr. Angel Papetti

(3ª parte)

## FILTROS

La luminosidad de la imagen solar se reduce a valores adecuados mediante diversos accesorios que se interponen en el camino del haz luminoso, antes de llegar al ojo. Filtr<sub>os</sub>, de materiales diversos, se usan casi permanentemente con ese fin. \*

Frecuentemente se hará referencia a diferentes: "densidades de filtro". La densidad de un filtro es una medida de su capacidad para absorber radiación (luz, en este caso) y, el número que identifica dicha densidad, indica que fracción de la luz incidente pasa a su través, al tomarse como exponente negativo de una potencia de base 10.

Esto es:

Un filtro de densidad 1, deja pasar  $10^{-1}$  de la radiación incidente en el mismo, o sea,  $\frac{1}{10} = 0,1$

Un filtro de densidad 2, deja pasar  $10^{-2}$  de la radiación incidente en el mismo, o sea  $\frac{1}{10^2} = 0,01$

---

Un filtro de densidad 5, deja pasar  $10^{-5}$  de la radiación incidente en el mismo, o sea,  $\frac{1}{10^5} = 0,00001$  etc.etc.

Deben evitarse, en lo posible, los filtros de color azul o violáceo, que dejan pasar una fracción importante de radiación ultravioleta, perjudicial para la retina, dándose preferencia a los de tinte neutro o, mejor aún, verdoso, pues los neutros son atravesados por un porcentaje apreciable de radiación infraroja que también, a largo plazo, resulta perjudicial.

Al cambiar la altura del Sol sobre el horizonte en el transcurso del día o de las estaciones, o al modificarse el aumento por cambio de oculares, varía, necesariamente, la intensidad luminosa de la imagen solar. Por ello, deberá disponerse de un conjunto de filtros de densidades diversas, o de algún dispositivo de densidad variable, como la cu

na coloreada, también llamada, a veces, cuña fotométrica, porque una variante de la misma se utiliza en fotometría estelar.

Consiste (Fig. 1) de dos prismas iguales muy alargados y cementados con bálsamo de Canadá en sentidos opuestos de manera que el par forme una lámina de caras planas y paralelas; de este modo, los rayos emergentes son paralelos a los incidentes. Uno de los prismas es especialmente absorbente, para lo cual está densamente coloreado con un tinte neutro o, mejor, verdoso. El conjunto puede deslizarse dentro de una corredera que tiene el bonete del ocular, con lo cual se varía el espesor de la porción coloreada interpuesta entre la imagen y el ojo. En la cuña solar que fabricó Carl Zeiss, la absorción varía entre 2,5 y 15,5 magnitudes estelares, en uno y otro extremo de la misma.

## MÉTODOS DE OBSERVACION

### 1) USO DE FILTROS EN EL OCULAR

El método más sencillo y económico para observar el Sol, y también el menos conveniente, consiste en colocar en el ocular un filtro de densidad suficiente (3.6.4) que deje pasar entre  $\frac{1}{1000}$  y  $\frac{1}{10.000}$  de la luz que llega al mismo.

Debe hacerse notar, en primer lugar, que nunca debe emplearse este procedimiento con aberturas de objetivos mayores de 6 a 7 cm, según cual sea la altura del Sol sobre el horizonte. Con diámetros mayores, la concentración de radiación es suficiente para hacer estallar el filtro en unos pocos segundos, con el consiguiente riesgo para el observador si la rajadura tiene cierta amplitud. Si se adquiere un refractor usado de 8 cm. o más de diámetro, es normal encontrar que los filtros para Sol, con los que viene equipado el instrumento, están fracturados. Ello evidencia que su anterior propietario intentó observar con este método sin diafragmar adecuadamente el objetivo.

La restricción que se impone a la abertura del instrumento limita, consiguientemente, la resolución de la imagen. Por otra parte si, como es común, el filtro está montado en un bonete que se coloca detrás del ocular, este se calienta considerablemente y ello contribuye también, a deteriorar la calidad de la imagen. Las mismas consideraciones pueden hacerse si se emplea la cuña coloreada antes descrita que tiene, empero la ventaja de permitir la graduación de la intensidad de la imagen según varíe la altura del Sol.

Modernamente, es más común emplear filtros en monturas roscadas que se atornillan delante de la lente de campo del ocular, con lo cual se evita que éste se recaliente excesivamente.

De todas maneras, ya se emplee uno u otro tipo de filtro, cuando se observa con este método, especialmente con el filtro atrás, no deben usarse oculares con elementos cementados (tipo Kellner, ortoscópicos, Flossl, monocéntricos, Erfle, etc.) Ello signi

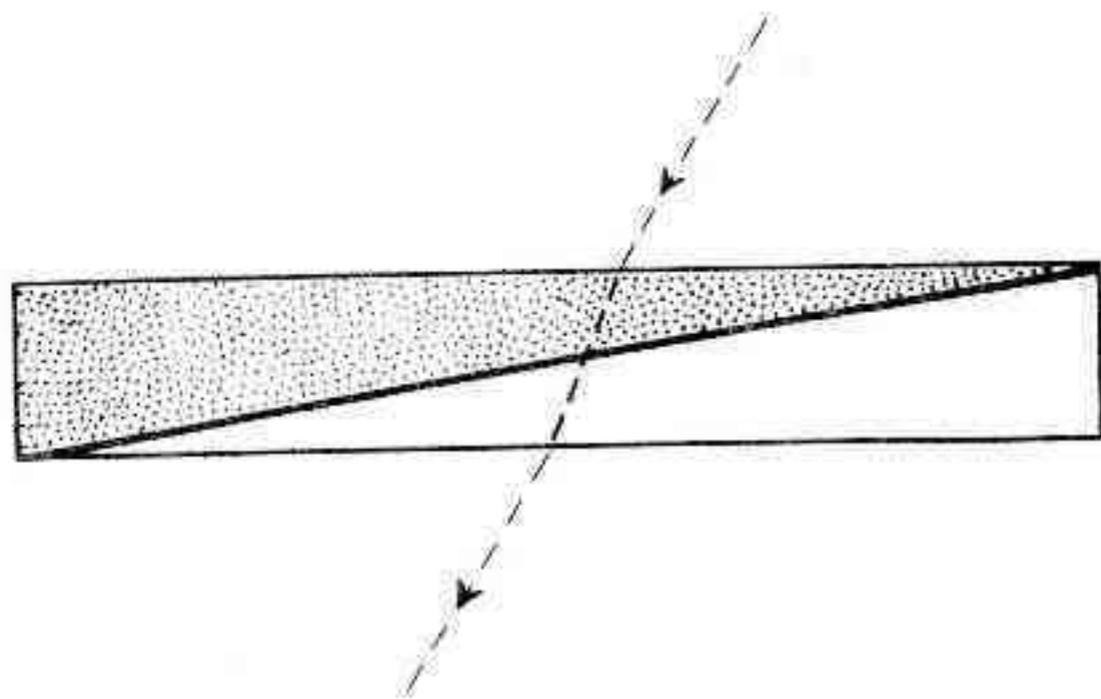


Fig. 1

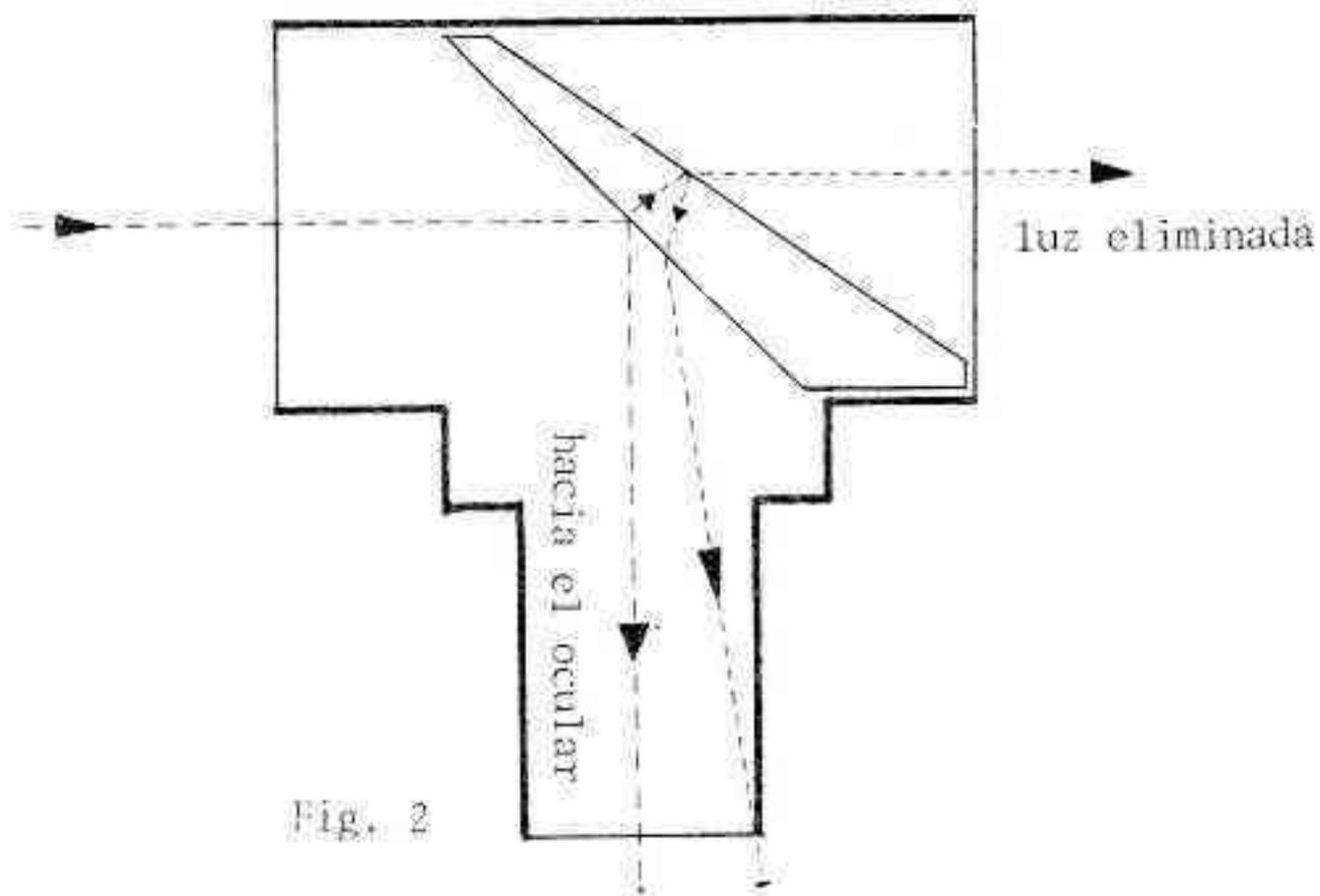


Fig. 2

fica que la elección queda limitada a oculares Huyghens o Ramsden, que son los más sencillos y, también, los que proporcionan las imágenes más pobres.

Conviene repetir aquí lo que ya mencioné en otro párrafo: deben evitarse los filtros azulados o violáceos, así como los de tonalidad neutra o los polarizantes que se usan en fotografía. Estos últimos son muy transparentes a la radiación infrarroja, que también puede dañar a la retina a largo plazo aunque, de momento, no se noten molestias.

## 2) USO DE HELIOSCOPIOS

Con el nombre genérico de helioscopios, se designan dispositivos, más o menos complejos, que eliminan en mayor o menor grado un porcentaje siempre sustancial de luz solar mediante el uso de espejos transparentes, polarizantes, u otros recursos; se describirán aquí los más comunes.

### a) HELIOSCOPIO DE HERSCHTEL

Se consiguen mejores imágenes que con el método anterior si, antes de entrar el haz de luz en el ocular, se lo refleja sobre un espejo sin platear o aluminizar. En cada reflexión de este tipo, alrededor del 95 % de la luz incidente atraviesa el espejo refractándose, y sólo un 5 % se refleja hacia el ocular. Si se emplea como espejo una lámina de vidrio de caras paralelas, las reflexiones internas sobre la segunda cara producen una molesta imagen "fantasma" del Sol, próxima a la imagen principal.

Para que esta imagen parásita o fantasma se forme fuera del campo del ocular, se da al espejo transparente la forma de una cuña de arista muy aguda, que constituye el llamado prisma de Herschel (Fig.2).

De todos modos, el 5 % reflejado hacia el ocular exige un ulterior debilitamiento del haz luminoso para que la imagen pueda observarse con comodidad. En este caso, basta con un filtro de densidad 2,0 ó 2,5, es decir, que deje pasar entre  $\frac{1}{100}$  y  $\frac{1}{300}$  de la luz que llega al ocular.

Un helioscopio de este tipo puede construirse con un prisma de reflexión total, del tipo empleado comúnmente como prisma cenital en los refractores, si al haz de luz se lo hace reflejar externamente sobre la cara hipotenusa, en lugar de utilizarse la reflexión interna, como en el prisma cenital. (Fig.5). No es esta la solución ideal, porque no siempre logra suprimirse por completo la imagen parásita. \*\*

Mejor resultado proporcionan los pentaprismas, que pueden conseguirse con relativa facilidad como elemento de rezago proveniente del desarme de telémetros u otros instrumentos. (Fig.4). En este caso, se producen dos reflexiones que, aunque son internas, se hacen con ángulos de incidencia menores que el ángulo límite que corresponde a la reflexión total. Como en cada reflexión se elimina un 95 % de la luz incidente, el haz reflejado hacia el ocular tiene una intensidad aproximada de sólo un 0,25 % de la luz original

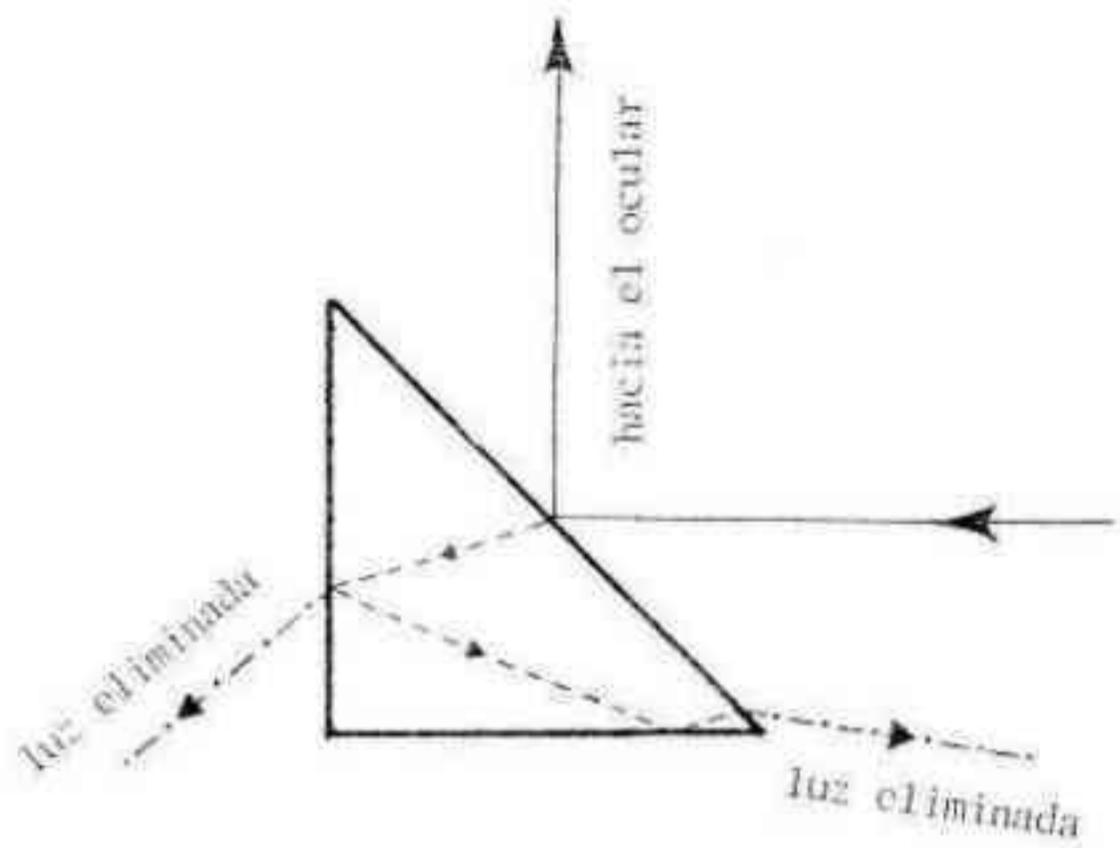


Fig. 5

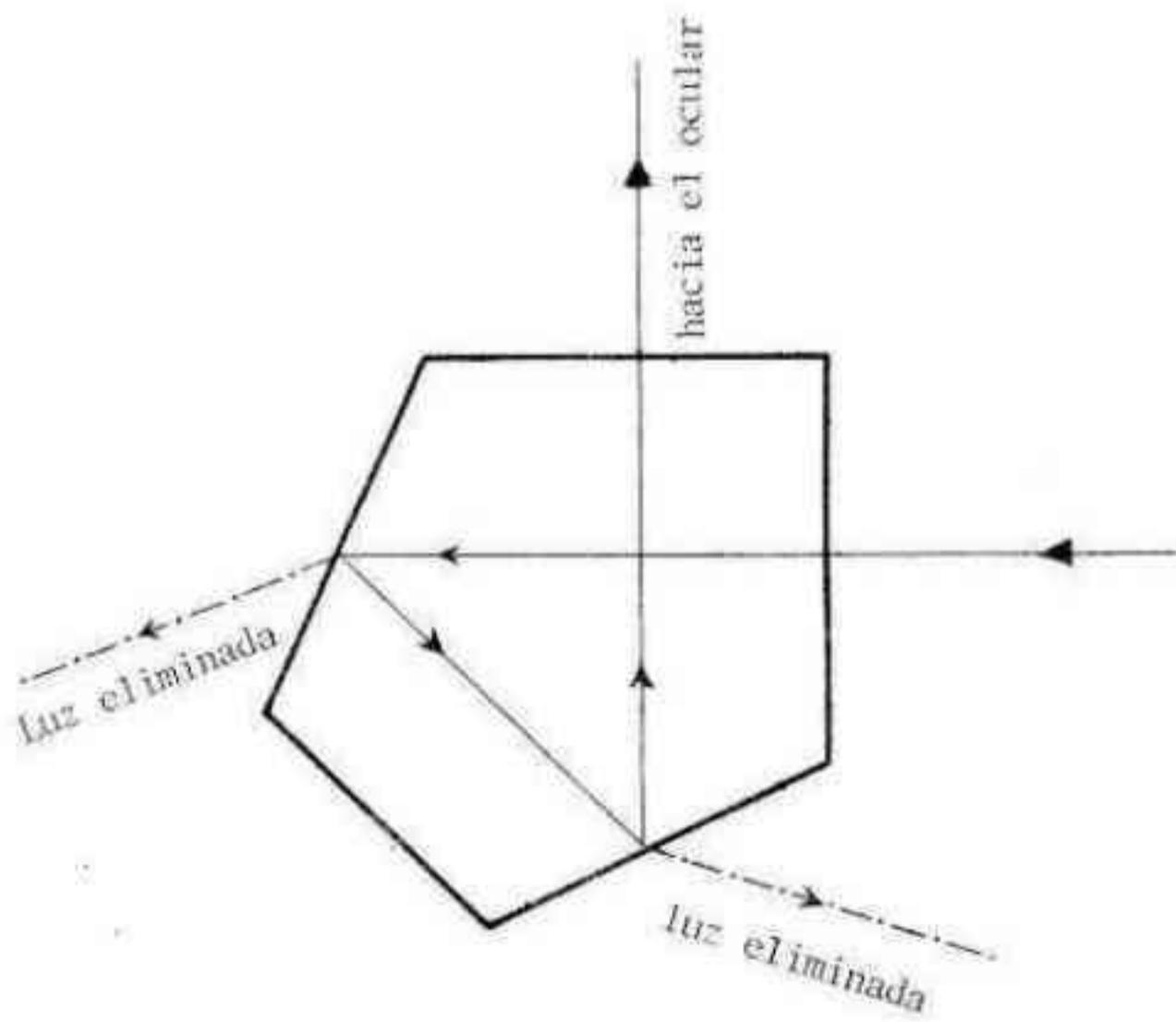


Fig. 4

Aún así, será necesario todavía un ulterior debilitamiento de la imagen, aunque bastará aquí un filtro de densidad entre 1,0 y 1,5 (que transmitan entre  $\frac{1}{10}$  y  $\frac{1}{30}$  de la radiación incidente), según sea la altura del Sol sobre el horizonte.

Con estos dos tipos de helioscopios pueden emplearse oculares con componentes cementadas, sin peligro de fundir el bálsamo de Canadá.

### B) HELIOSCOPIO DE COLZI

Otro de los dispositivos para observar el Sol, más elaborado y cómodo que los descritos, es el helioscopio ideado por el Padre Agustín Colzi (Fig.5).

En éste la luz incide a 45°grados sobre un prisma de Herschel P que, como ya se ha visto, elimina el 95 % de la misma refractándola y dirigiéndola- en este caso, hacia un espejo E que la desvía para alejarla del observador. La luz residual penetra en un prisma de reflexión total de vidrio (crown) C, cuya cara hipotenusa está en contacto con una cajita L llena de un líquido (en general, aceite de vaselina o de clavo) cuyo índice de refracción es casi igual al del vidrio, de modo que gran parte de la luz penetra en el líquido y es eliminada a través de la membrana semitransparente M. La imagen, así doblemente debilitada, puede observarse sin necesidad de filtro alguno y, como en los dos helioscopios antes descritos, pueden emplearse sin peligro oculares bien corregidos, con elementos cementados.

Una de las grandes ventajas del dispositivo de Colzi es que no resulta alterado por los filtros el color de la imagen que se observa en su tono natural.

Otra de sus ventajas es que, dentro de ciertos límites, puede graduarse la intensidad de la imagen.

En efecto, el sistema compuesto por el prisma de vidrio y la caja líquida puede rotarse con respecto al prisma de Herschel alrededor del haz h. Como, después de la reflexión sobre la cara superior del prisma de Herschel, la luz queda parcialmente polarizada, cruzando en mayor o menor grado los planos de dicha cara y el de la cara hipotenusa se logra graduar la extinción producida por la segunda reflexión en el prisma de crown.

El debilitamiento de la imagen es máximo cuando esos planos están cruzados a 90°, es decir, cuando el haz emergente H es perpendicular al plano de esta página.

Un resultado similar al del dispositivo de Colzi se obtendría, si se reemplaza el sistema prisma-caja líquida por una segunda cuña de Herschel. Pero, usando la caja líquida adosada al prisma de crown, se tiene la posibilidad de elegir un líquido con un índice de refracción tan próximo como se quiera (por lo menos, en teoría) al del vidrio, con lo cual puede reducirse a voluntad el porcentaje reflejado hacia el ocular por la cara hipotenusa del prisma.

### C) HELIOSCOPIO POLARIZANTE

Si la incidencia sobre la primer superficie reflectora (prisma de Herschel), en lu-

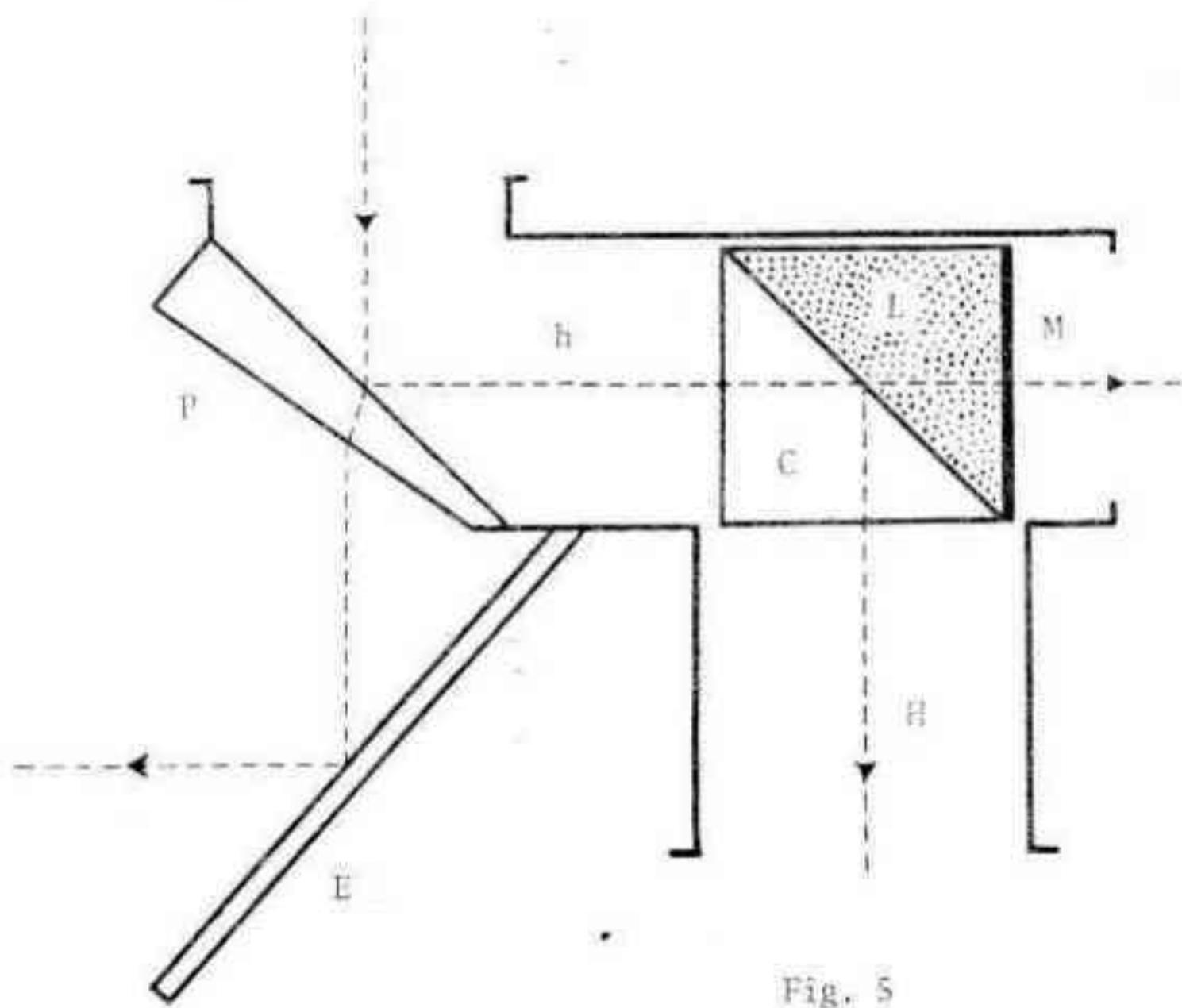


Fig. 5

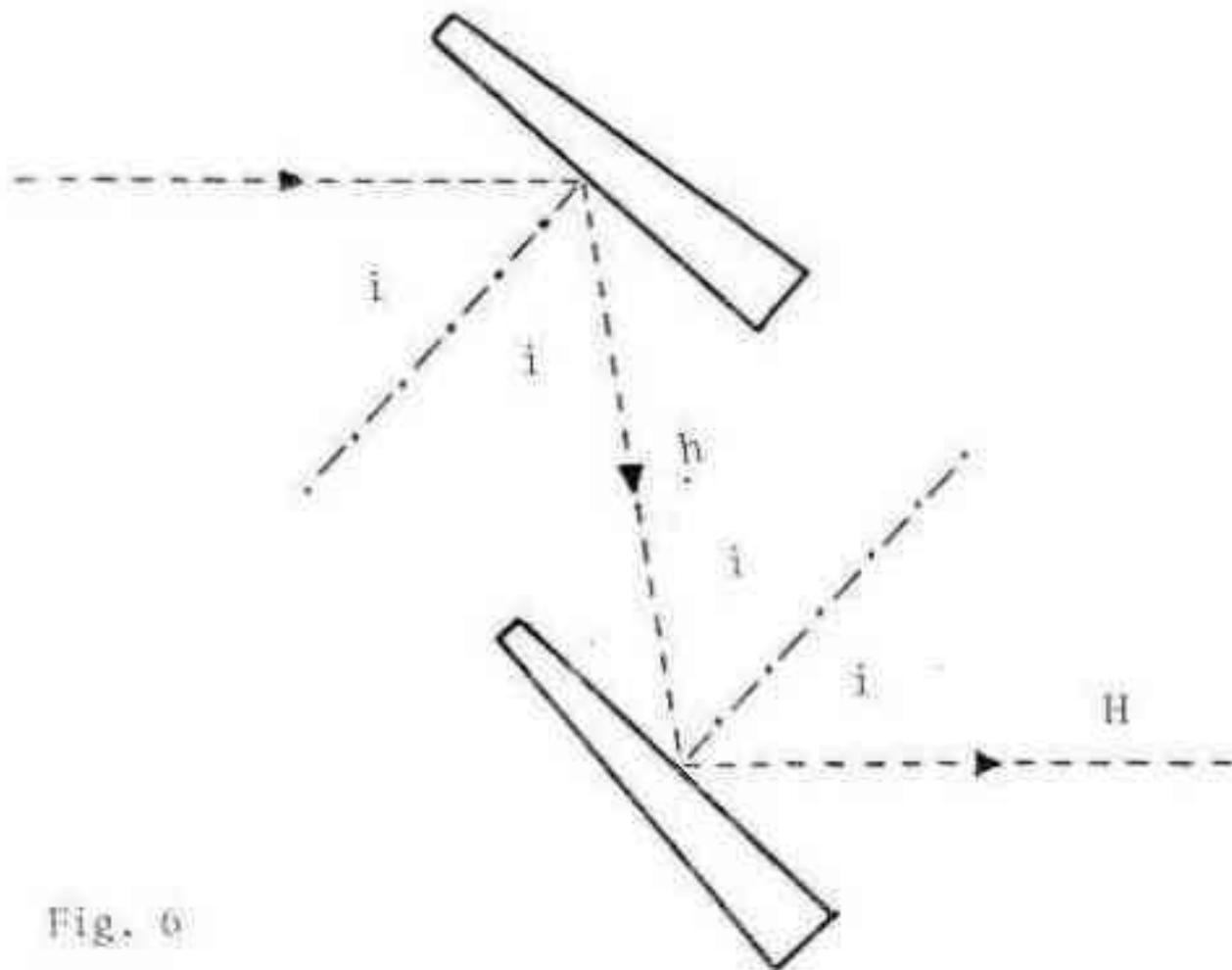


Fig. 6

gar de producirse a  $45^\circ$ , se hiciera con un ángulo cuyo valor está dado por la llamada Ley de Brewster, el haz reflejado H (Fig.6) estaría completamente polarizado rectilíneamente. Para que esto ocurra, de acuerdo con la ley de Brewster, el ángulo de incidencia  $i$  debe satisfacer la condición:

$$\text{tang } i = n$$

donde  $n$  es el índice de refracción del vidrio que se emplea en el prisma de Herschel. Como  $n$  en general, está próximo a 1,50, el ángulo para la polarización total es, aproximadamente, de  $56^\circ$ , pues,

$$\text{tang } 56^\circ = 1,50$$

Si el rayo de luz, así totalmente polarizado, experimenta una segunda reflexión con una incidencia del mismo valor, se podrá graduar la intensidad del haz emergente H hasta lograr su extinción total, rotando el segundo espejo alrededor del haz h. La extinción será total cuando los planos de ambas superficies reflectoras estén cruzados a  $90^\circ$  es decir, cuando el haz H sea perpendicular al plano del papel.

En este principio \*\*\*, se basa el llamado helioscopio polarizante o de polarización que fuera fabricado otrora por Porro, Merz, Cooke - Troughton y Zeiss.

Este helioscopio participa de las mismas ventajas que el de Colzi, con la posibilidad adicional de conseguir la extinción total de la imagen. Además no está integrado por componentes líquidos, como la caja de Colzi que, en muchos casos, exige un cambio del aceite de la misma al descomponerse y colorearse con el transcurso del tiempo

CONTINUARA.

---

\* Los primeros observadores no estudiaban el Sol sino cuando estaba muy próximo al horizonte o a través de nieblas o nubes suficientemente densas y, aún así, tomaban ciertas precauciones; por ejemplo, no lo observaban directamente, sino después de su reflexión sobre una superficie de agua o un espejo poco bruñido. El jesuita alemán Christoph Scheiner fue el primero, en 1611, en servirse de vidrios de color que colocaba en el ocular.

Esas precauciones, eran, en general, insuficientes, y Galileo y Cassini murieron ciegos.

\*\* En los años anteriores a la 2ª Guerra Mundial, la firma inglesa Cooke, Troughton & Sims fabricó un dispositivo combinado prisma cenital-prisma solar. Consistía en un prisma "de ángulo recto", que podía ser invertido dentro de su montura, de manera de presentar hacia el objetivo, ora su cara hipotenusa, ora su cara cateto. En el primer caso, se producía una reflexión externa sobre la cara hipotenusa, y el prisma actuaba como una cufia de Herschel; en el segundo, se producía una reflexión interna sobre la misma cara, y el prisma servía como cenital.

Sir J. Herschel fue el primero en sugerir la idea de utilizar la polarización de la luz para construir oculares destinados a la observación específica del Sol (helioscopios).



## OCULARES

RAMSDEN: con montura  $\varnothing$  23 mm.

$f = 4$  mm.

$f = 7$  mm.

$f = 14$  mm.

$f = 24$  mm.

ERFLE: con montura  $\varnothing$  23 mm.

$f = 12$  mm. (campo  $85^\circ$ )

PLOSSL: con montura  $\varnothing$  28 mm. y  $\varnothing$  50 mm.

$f = 25$  mm.

$f = 50$  mm.

OCULAR ESPECTROSCOPICO:

con montura  $\varnothing$  23 mm.

$f = 24$  mm.

METALIZADO DE ESPEJOS

ENVIOS AL INTERIOR

Ludovico Hordij

Luis Viale 23

HAEDO C.P. 1706

TE: 659-6609

# EL RADIOINTERFEROMETRO

Por el Ing. Augusto E. Osorio

Se considera al radiointerferómetro como una nueva herramienta para explorar el espacio con mayor poder de resolución que los radiotelescopios comunes que, en este sentido son inferiores a los telescopios ópticos.

Para mejorar el poder de resolución de los radiotelescopios se recurre por analogía a una propiedad de las ondas luminosas que fueron estudiadas en 1800 por el físico inglés Young (1773-1829) que anunció la teoría ondulatoria de la luz,

Young demostró las interferencias de las ondas luminosas haciendo pasar un haz de luz por una estrecha rendija y sucesivamente por otras dos rendijas, paralelas y equidistantes de la primera.

Análogamente, en un interferómetro de dos antenas direccionales, que esquemáticamente se muestra en la Fig. 1, se instalan estas antenas separadas por una línea base "d", las que se interconectan por medio de un cable, en cuyo punto medio se conecta el receptor R y la salida del mismo a un medidor de potencia M que registra los niveles de ésta.

Suponiendo que de una fuente distante de diámetro angular pequeño, llegan los rayos R1 y R2, que pueden ser considerados paralelos, se tendrá geoméricamente que la diferencia de la trayectoria "l" de las dos antenas a la fuente es:

$$l = d \operatorname{sen} \theta$$

y la correspondiente diferencia de fase del ángulo  $\theta$  entre las señales inducidas en A y B es:

$$\theta = 2\pi d \operatorname{sen} \theta / \lambda$$

en la que  $\lambda$  corresponde a la longitud de onda considerada.

Teniendo en cuenta que la dirección  $\theta$  a la fuente cambia con relación a la línea

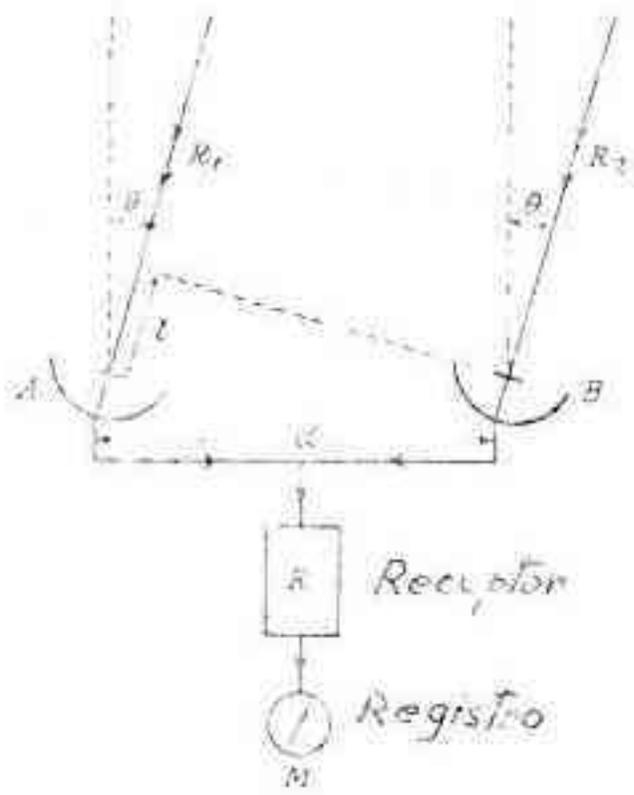


Figura 1

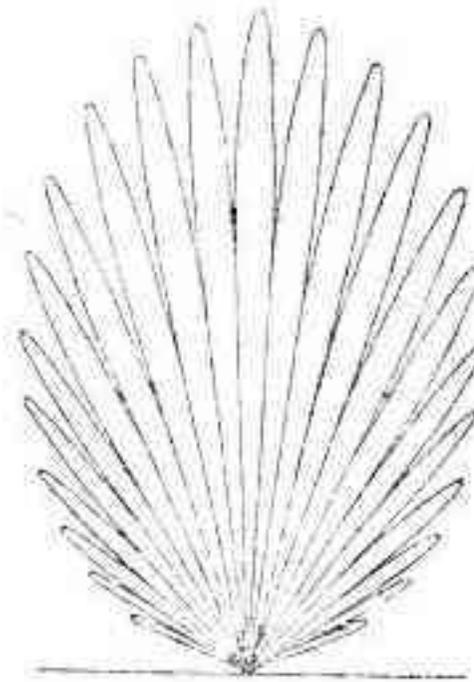


Figura 2

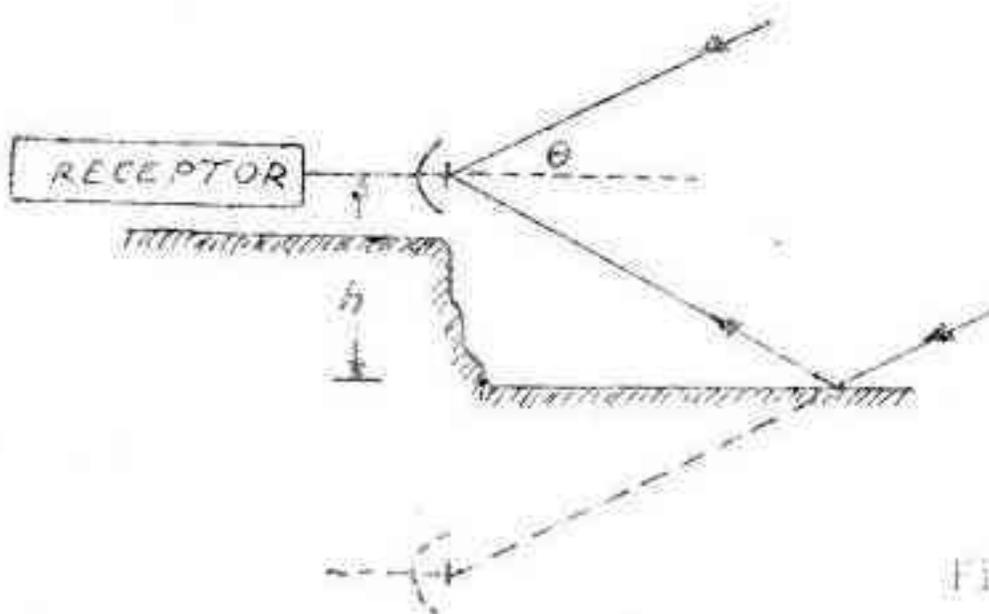


Figura 3

base, debido a la rotación de la Tierra, también variarán las señales captadas por el receptor por medio de las dos antenas que alternativamente estarán o no en fase. Por lo tanto, cuando  $\theta = \pi, 3\pi, 5\pi, 7\pi$ , etc. se cancelarán las señales que naturalmente no se obtendrán a la salida del receptor. En cambio  $\theta = 2\pi, 4\pi, 6\pi$ , etc., se sumarán las señales y se obtendrá la máxima salida del receptor.

El valor aparente de la potencia  $P'$  proveniente de la fuente, a la salida del receptor, se determina por la fórmula:

$$P' = P \left\{ 1 + \cos \left( \frac{2\pi d \theta}{\lambda} \right) \right\}$$

en la que  $P'$  expresa el valor aparente de la potencia de la fuente;  $P$  potencia disponible en una de las antenas, siendo  $\theta$  pequeño y  $d$ , la línea base.

Por medio de un diafragma polar, como se muestra en la Fig. 2, se puede representar la recepción del interferómetro con respecto a una fuente determinada de emisión constante. Este diafragma de recepción está compuesto por numerosos lóbulos angostos resultante de la combinación del diafragma polar de las dos antenas.

El espesor angular de un lóbulo  $\Delta \theta$  depende de la relación de la longitud de onda  $\lambda$  y la longitud de la línea base "d" y se expresa por la fórmula:

$$\Delta \theta = \lambda / d$$

en la que  $\Delta \theta$  es el ángulo de máximas y mínimas sucesivas. El ancho angular de los lóbulos no son iguales en toda su configuración y la fórmula se aplica a los lóbulos correspondientes a la dirección perpendicular a la línea base.

Se puede conseguir un ancho del haz efectivo  $\lambda/d$  separando las dos antenas en la línea base "d" y de esta manera es posible obtener lóbulos muy angostos, que son los que se necesitan en radioastronomía. Así, por ejemplo, con una línea base de unos 5,5 Km, el ancho angular de los lóbulos sería alrededor de un minuto de arco para una longitud de onda de un metro.

Observando la Fig. 2 se deduce que usando esta técnica se obtendrán más de un lóbulo estrecho cuyo valor puede ser o no importante según la naturaleza de la o las fuentes observadas. La orientación del lóbulo principal con respecto a la línea base depende de la longitud relativa que conectan las dos antenas al receptor. En el caso de la Fig. 2 en la que las dos longitudes son iguales, el lóbulo central se encuentra en ángulo recto con la línea base. Se puede variar en azimut los haces de exploración cambiando la longitud de los dos alimentadores o intercalando un desfasador en uno de ellos.

Generalmente la línea base se orienta de Este a Oeste a fin de efectuar mediciones de densidad de flujo y ubicar las fuentes. Con esta disposición al interferómetro se

denomina de paso de meridiano, pudiéndose variar a la declinación deseada ajustando el ángulo de elevación. La salida del receptor se registra gráficamente a medida que los lóbulos exploran el espacio según la rotación de la Tierra.

#### INTERFEROMETRO DUAL CON UNA SOLA ANTENA FISICA

La forma más simple de obtener un interferómetro dual con una sola antena es aprovechar la reflexión de un espejo como, por ejemplo la superficie del mar instalando una antena parabólica en lo alto de un acantilado, como se muestra en la Fig. 3. Fundamentalmente es similar al interferómetro óptico denominado de Lloyd en el que se aprecia la reflexión de la luz en una superficie de índice de refracción mayor que el del medio en el cual se propaga inicialmente.

El haz de exploración de la antena se dirige horizontalmente hacia el lugar de donde surgirá la fuente que al aparecer producirá una interferencia entre el rayo directo y el reflejado por el mar, como se detalla en la Fig. 3, con la diferencia que una de las antenas se reemplaza por la antena imagen (en línea punteada), de modo que la distancia de la línea base "d" equivale a la distancia entre la antena física y la imagen de la Fig. 3 o sea  $2h$ .

La reflexión causa un cambio de fase de  $\pi$  radianes, siendo la máxima cuando ésta se produce entre una diferencia de los haces de  $\pi$ ,  $3\pi$ , etc. en lugar de  $0$ ,  $2\pi$  etc. En este sistema la fuente aparece repentinamente sobre el horizonte, siendo la potencia media recibida por la antena, el doble que la captada en ausencia del mar.

#### RADIOINTERFEROMETRO DE ONDAS MULTIPLES

El radioastrónomo Christiansen diseñó un radiointerferómetro para captar ondas múltiples con el objeto de estudiar detalladamente la distribución de brillo sobre el disco solar en una longitud de onda aproximada de 20 centímetros. Es posible también efectuar observaciones en ondas de mayor longitud, hasta de un metro, pero en ondas decimétricas se obtienen mayores detalles. Algo así como usar un pincel más fino para pintar detalles.

El tamaño de una antena que tuviera un lóbulo de exploración del orden de  $0,1$  del diámetro aparente del Sol estimado en  $32'$ , que correspondería a un disco de  $6$  mm de diámetro colocado a  $60$  cm de distancia de nuestros ojos, debería tener unos  $200$  metros de diámetro para ondas de  $20$  cm. Evidentemente es impracticable su construcción por las dificultades técnicas y elevado costo, pero Christiansen resolvió el problema utilizando  $32$  antenas parabólicas de  $2$  metros de diámetro, alimentadas en fase y espaciadas a distancias iguales a lo largo de una línea orientada de Este a Oeste de  $217$  metros de longitud. La disposición general y la parte central del diagrama direccional se detallan en la Fig. 4, (a) y (b). Existe un máximo central, siendo  $\theta = 0$  y otros

máximos valores de  $\theta$  dados por  $d \sin \theta = \lambda, 2\lambda, \text{ etc.}$  (ver Fig. 4 (a) y (b)). El ancho de la principal máxima corresponde aproximadamente a la relación a  $\sin \theta = \lambda$ . El diagrama direccional total está compuesto por una serie de segmentos equidistantes, como se muestra en (c) de la última figura.

Con los 32 elementos extendidos a lo largo de una línea de 1000 longitudes de onda la máxima principal tendrá  $3'$  de arco,  $0,1$  del diámetro solar y separados  $1,7^\circ$ . Según la rotación de la Tierra el Sol pasa sucesivamente por la máxima correspondiendo a máximo brillo y que se aprecia en los gráficos obtenidos a la salida del receptor.

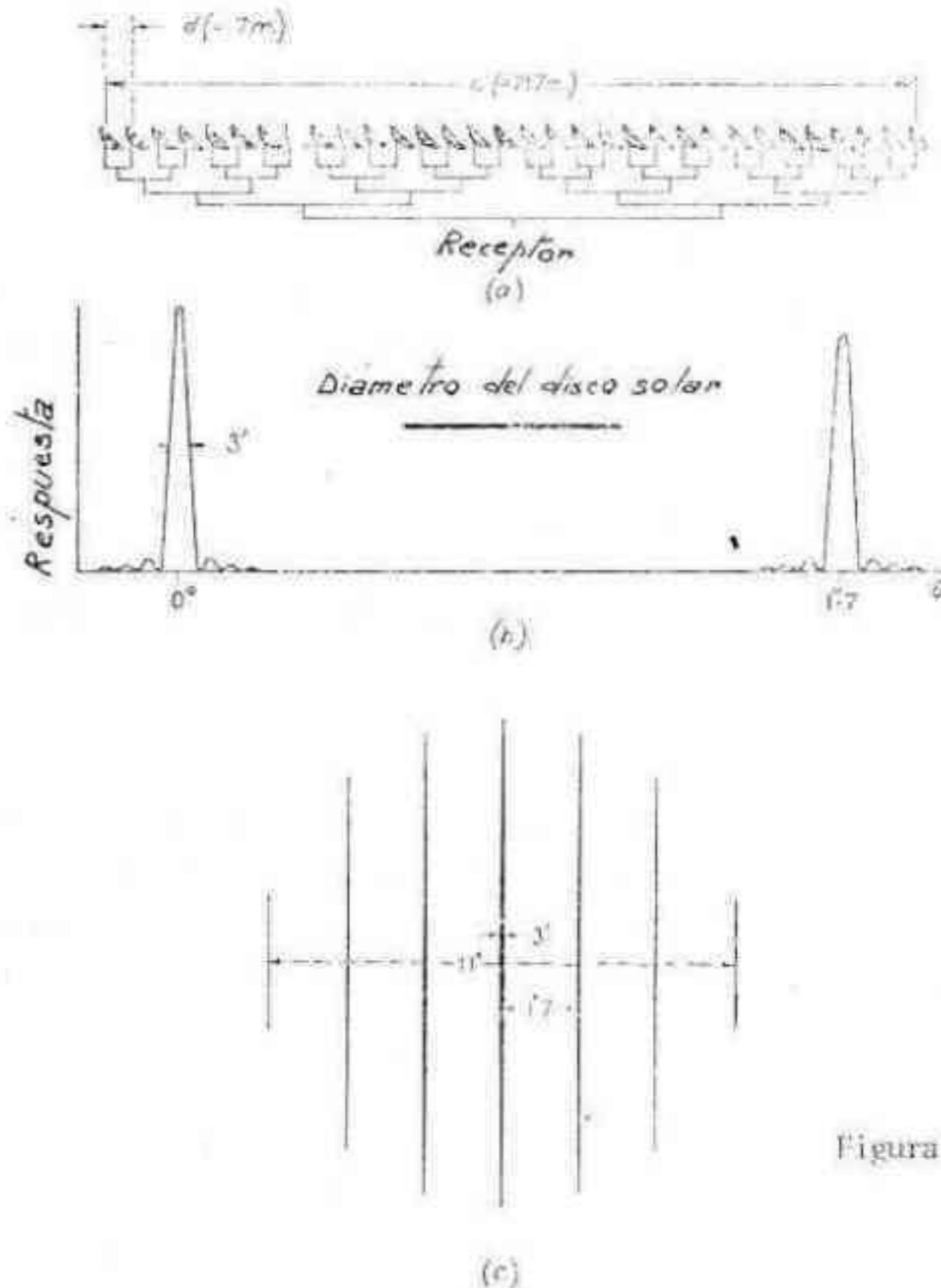


Figura 4

Figura 4 (Referencias)

Radiointerferómetro Christiansen ( $\lambda = 21 \text{ cm}$ ). (a) Sistema de alimentación de las 32 antenas parabólicas. (b) Diagrama direccional de la región central. (c) Área del cielo de la que se recibe una radiación que excede el nivel medio

# NOTAS PARA EL AFICIONADO

ÓPTICA E INSTRUMENTOS ASTRONÓMICOS  
Conducida por la Subcomisión Taller de Óptica

## CONSIDERACIONES RESPECTO DE LA CONSTRUCCION DE UN TELESCOPIO TIPO CASSEGRAIN

(Parte 2°)

En esta entrega trataremos los aspectos relacionados con el pulido y control de los espejos que componen el sistema. La primera elección a realizar corresponde a la distancia focal del espejo primario, la que en gran medida determina la escala del instrumento. Desde el punto de vista de lo compacto del tubo será deseable reducirla al mínimo; no obstante las dificultades de control crecen enormemente a medida que disminuye  $F/D$ . En el instrumento de nuestro consocio Jorge Luis Ferro que estamos describiendo se optó por un  $F/D = 3,35$ . Esta elección si bien resultó en un telescopio sumamente compacto y estéticamente atractivo, representó un notable esfuerzo y paciencia en el "asferizado" del espejo principal y en su control. Resultaría más aconsejable no disminuir de un  $F/D = 4$  o incluso 5 si deseamos evitar laboriosas horas de parabolizado y control. Las restantes características geométricas del telescopio de J.L. Ferro las detallamos en el siguiente cuadro. Debe recordarse que se trata de una versión Dall-Kirkham, con secundario esférico y primario elíptico.

$D_1: 200 \text{ mm}$	$R_2: 313 \text{ mm}$	$\gamma: 5,9$
$F_1: 670 \text{ mm}$	$P: 130 \text{ mm}$	$\mathcal{F}: 3953 \text{ mm}$
$R_1: 1340 \text{ mm}$	$P': 767 \text{ mm}$	$\mathcal{F}/D_1: 19,765$
$F/D_1: 3,35$	$e: 227 \text{ mm}$	$k_1: 0,779$
$D_2: 42 \text{ mm}$	$d: 540 \text{ mm}$	$k_2: 0$

Tabla de Características Geométricas

El instrumento resulta tener así una distancia focal efectiva de 3953 mm y un  $F/D \approx 20$  en un tubo de escasos 700 mm de largo.

### TRABAJO Y CONTROL DEL ESPEJO PRIMARIO

El desbastado del primario es totalmente convencional con los primeros abrasivos; una vez que con el grano 40 ó 60 se ha logrado el radio de curvatura adecuado, se pro

cede con los esmeriles subsiguientes a suavizar la curva y eliminar picaduras. Aproximadamente al llegar al grano 220 ó 280 se procede a realizar la perforación central del espejo mediante un " sacabocado " de latón adaptado al mandril de una agujereadora de banco, utilizando carborundum 120 como agente de ataque, agua como refrigerante y una velocidad de husillo del orden de las 300 r.p.m. La perforación debe realizarse desde la cara óptica hacia el dorso, al que se le habrá pegado mediante breca y resina (50 % de c/u) un vidrio de 6 a 10 mm de espesor para evitar el estallamiento al final del corte. Debe eliminarse en la herramienta un disco de vidrio central de diámetro igual al de la perforación a los efectos de evitar un borde interno rebajado. El subsiguiente esmerilado continua normalmente. Dado que es necesario obtener un radio de curvatura lo más próximo al valor que sea posible, es conveniente en caso de utilizar un esferómetro con bolillas de apoyo, aplicar la fórmula exacta para la determinación del radio de curvatura, fórmula que no despreja el radio de las bolillas de contacto. La fórmula es

$$R = \frac{r^2}{2h} + \frac{h}{2} + a$$

donde:

- R : Radio de curvatura a medir
- h : Lectura del dial
- r : Semidiámetro de la base del esferómetro
- a : " " de las bolillas de apoyo

Volveremos más adelante sobre esta fórmula al describir un esferómetro de alta precisión ideal para el control del radio del espejito secundario. El proceso de pulido también es convencional, teniendo nuevamente la precaución de eliminar de la torta un círculo central de diámetro igual al de la perforación del primario.

El control del primario se realiza por el método descrito en Revista Astronómica N° 203, pag. 14, con la precaución de elegir una máscara del tipo A. Couder donde la zona central resulte eliminada (Fig. 1). En el caso de un Dall-Kirkham como el que estamos describiendo deberá tenerse presente el cálculo del coeficiente  $k$  que define el elipsoide. El espejo de J. L. Ferro con un  $k = 0,78$ , una abertura  $F/D = 3,5$  y una aberración máxima de 2,9 mm, demandó 500 horas de parabolizado a lo largo de varios intentos en los que el espejo se resistía a aumentar su aberración en más de un 70 % del valor necesario. Finalmente tras numerosas sesiones de control se arribó a un elipsoide dentro de los criterios de tolerancia. Las dificultades encontradas en esta etapa crítica avalan lo expuesto al comienzo del artículo acerca de una elección más moderada del  $F/D$ .

Debe destacarse la importancia de arribar a una curva satisfactoria, ya que toda im-

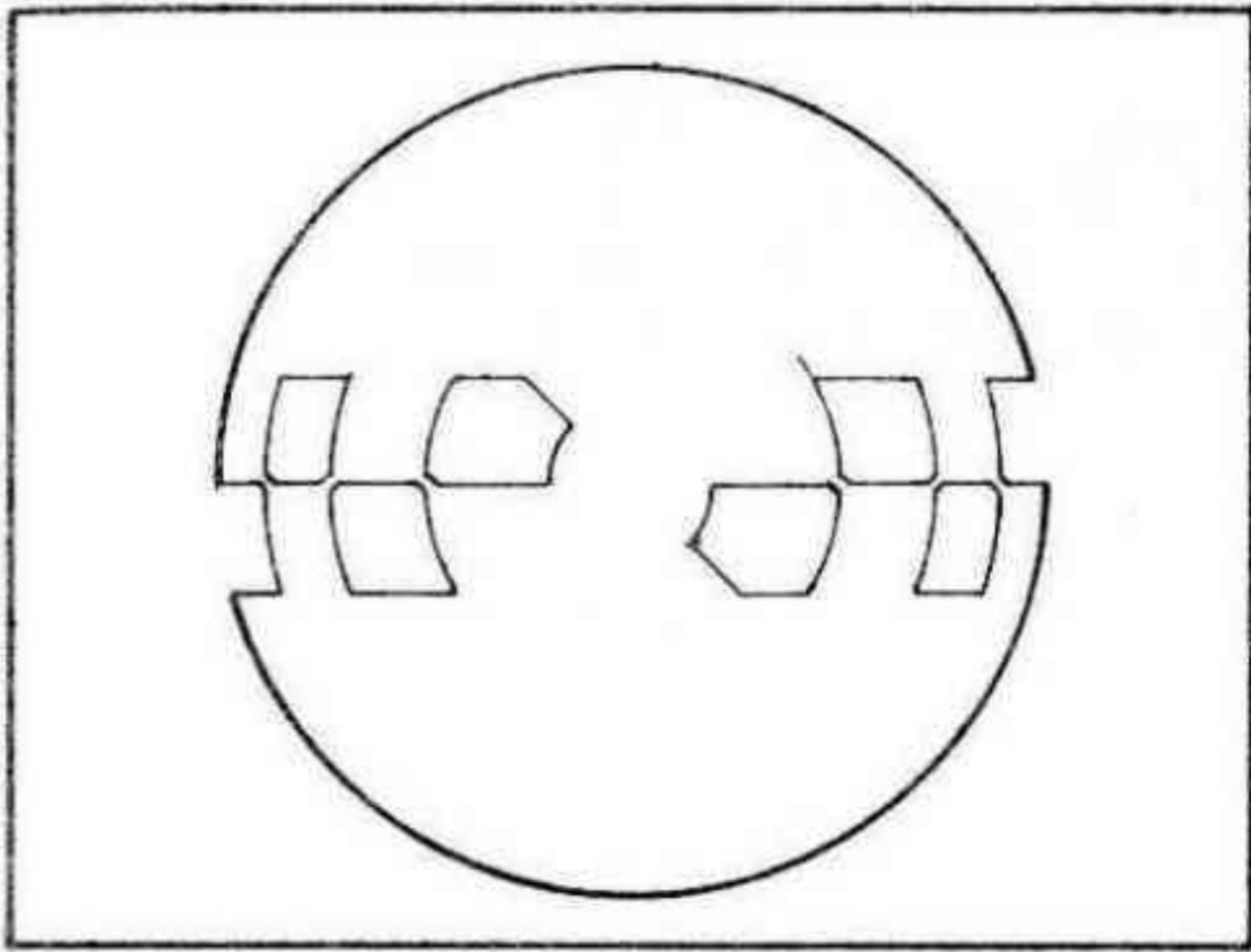


Fig. 1

(Máscara de Control)

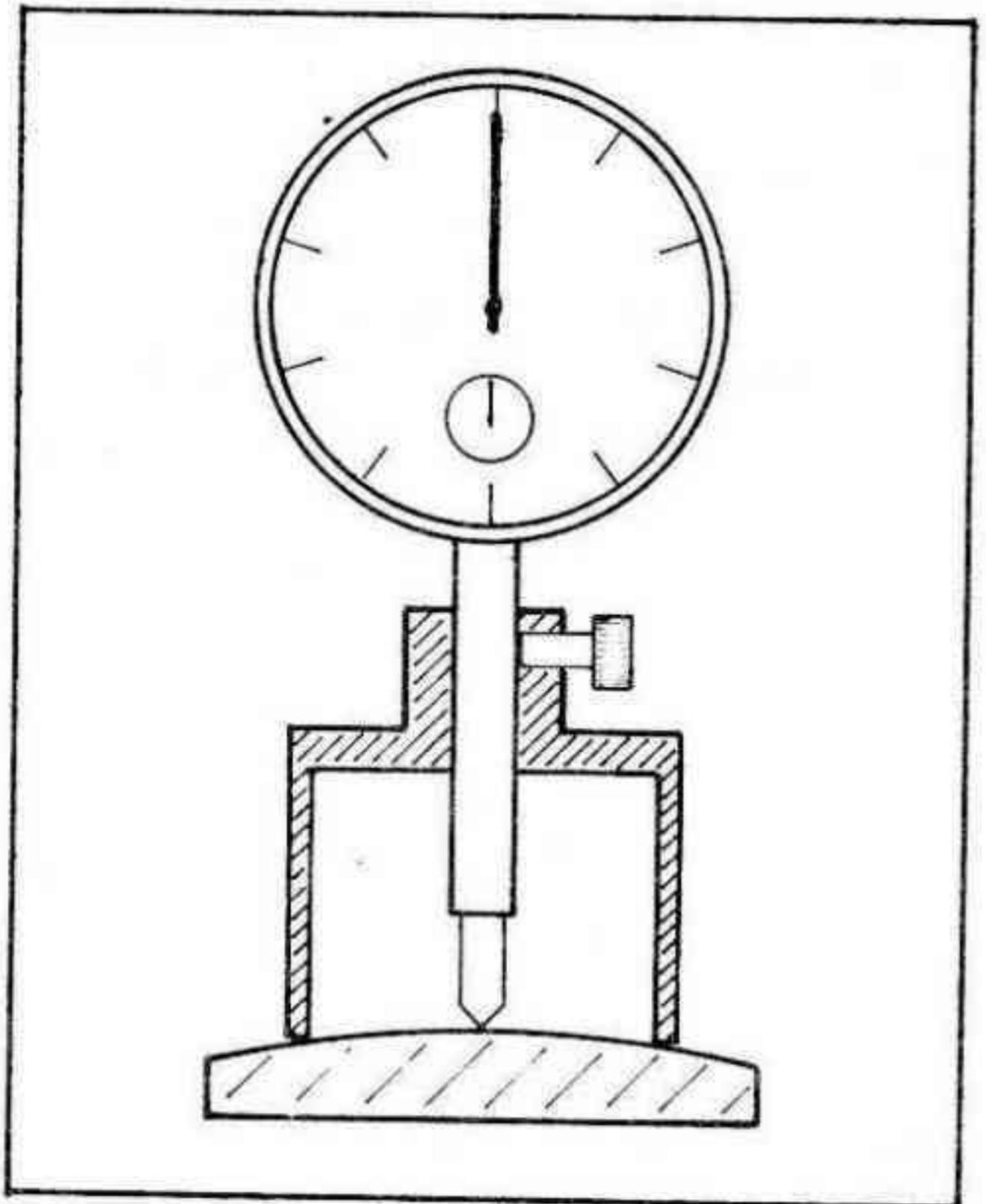


Fig. 2

(Esferómetro de Precisión)

perfección del primario será aumentada por el secundario, el que solamente a través de una circunstancia fortuita muy improbable, podría compensar defectos propios del primario; al igual que en un reflector tipo Newton, el espejo primario es el "corazón" del telescopio y no deben escatimarse esfuerzos en lograr una curva bien por debajo de los límites de tolerancia.

#### TRABAJO Y CONTROL DEL ESPEJO SECUNDARIO

Como mencionamos en la primera parte de esta serie de artículos, la dificultad crucial en la realización de un telescopio tipo Cassegrain radica en el control del espejito secundario. Además del libro de Texereau anteriormente citado (la segunda edición francesa) existen numerosas referencias bibliográficas, principalmente en forma de artículos en la revista norteamericana "Sky & Telescope" y en obras de recopilación como "Amateur Telescope Making", las que brindan un cúmulo de información acerca de procedimientos de trabajo y de control. A menudo métodos recomendados en un artículo son desaconsejados en otra referencia, todo lo cual torna aún más confuso el panorama para un aficionado carente de experiencia. Ante la falta de antecedentes en el taller de la Asociación, J. L. Ferro debió experimentar diversas técnicas hasta dar con métodos eficaces. No sin haber pasado por una serie de fracasos iniciales, finalmente arribó a métodos que brindaron resultados satisfactorios. Describiremos aquí los procesos de trabajo y de control finalmente empleados. No quiere decir esto que otros aficionados no obtengan mejores resultados mediante otras técnicas, simplemente pretende describir los procedimientos que dieron resultados positivos en nuestro Taller de Óptica y que pueden ser seguidos con la seguridad de su eficacia.

Los intentos de trabajar desde el comienzo con un espejito del diámetro final resultaron infructuosos, ya que al llegar a la etapa del control interferencial, invariablemente el espejito y su patrón cóncavo tenían sus curvas notablemente distanciadas. Se optó entonces por el método de trabajar el espejo en un diámetro aproximadamente doble al final y proceder al corte una vez controlada la curva. Esto obliga a utilizar vidrio totalmente destensionado si no queremos encontrarnos con sorpresas desagradables después del corte. Siendo en el caso analizado las dimensiones finales del espejito 42 mm de diámetro y 313 mm de radio, se partió de dos discos de vitrea de 15 mm de espesor y 100 mm de diámetro. Se los desbastó y esmeriló hasta el radio nominal, el que fue controlado con un esferómetro como el que se aprecia en la Fig. 2. El cuerpo es de bronce, y el indicador lee centésimas de mm. Es importante que las aristas estén torneadas a filo, sin bisel, a los efectos de tener una circunferencia de contacto muy bien definido y que corresponda al diámetro interior de la tacita. También resulta imprescindible que las operaciones correspondientes al frentado y torneado interno y externo sean realizadas juntamente con la perforación central sin retirar la tacita del torno a los efectos de garantizar que el agujero esté perfectamente perpendicular al

plano que determina el borde de la tacita. De resultar posible lo ideal sería poder realizar el trabajo en acero inoxidable, aunque el costo pueda resultar varias veces superior. Debe procederse a medir los diámetros interior y exterior con micrómetros adecuados a los efectos de determinar los mismos con una precisión de 0,003 mm.

Para medir el radio de curvatura del espejito, se calibra el esferómetro a cero sobre un espejo ópticamente plano, y se efectúa la lectura sobre el espejito convexo, utilizando luego la fórmula dada anteriormente pero teniendo en cuenta que ahora no hay holillas de contacto; luego:

$$R = \frac{r^2}{2h} + \frac{h}{2}$$

Podemos despejar el valor de la flecha que corresponde a un radio de curvatura determinado, con lo que obtenemos:

$$h = R - \sqrt{R^2 - r^2}$$

utilizando el esferómetro descrito se trabaja hasta el último esmeril fino (W7) procurando obtener el valor nominal del radio de curvatura. Se procede entonces a pulir la herramienta cóncava contra una torta de brea realizada en un tercer disco de vidrio o madera. No es necesario un pulido completo, bastan un par de horas para que el espejo refleje lo suficiente para un control interferencial. Cuando el patrón herramienta refleje adecuadamente, se procede a controlar su curva en el Foucault y efectuar los eventuales retoques necesarios como para obtener una curva impecable. En el caso de un Dall-Kirkham como el que tratamos, se llevó al patrón a una curva esférica; en caso de ser un Cassegrain clásico habrá que obtener un hiperboloide de revolución, de la aberración adecuada y controlado mediante una máscara del tipo A. Couder, el que deberá resultar satisfactorio al menos en la región central útil. Completado el patrón cóncavo, se procede a pulir el secundario convexo contra otra torta realizada sobre un vidrio auxiliar. Al cabo de un par de horas de pulido se procede al primer control interferencial mediante una lamparita de neón situada en el centro de curvatura, próximo al cual deberá situarse el ojo del observador. (Fig.3). De lo que se observe en este primer control dependerá la acción futura, dependiendo la posición posterior de trabajo de si el espejito resulta más cóncavo o más convexo que la curva del patrón. El trabajo continua con controles periódicos hasta obtener un grado de pulido perfecto y una curva en tolerancia al menos en la región central útil. El control interferencial debe mostrar líneas rectas y paralelas similares a las observadas al controlar interferencialmente un espejito plano. Partiendo de un patrón cóncavo perfecto controlado mediante el Foucault, entonces todo apartamiento de la rectitud de las líneas debe ser atribuido al espejito secundario, Si las líneas presentan irregularida-

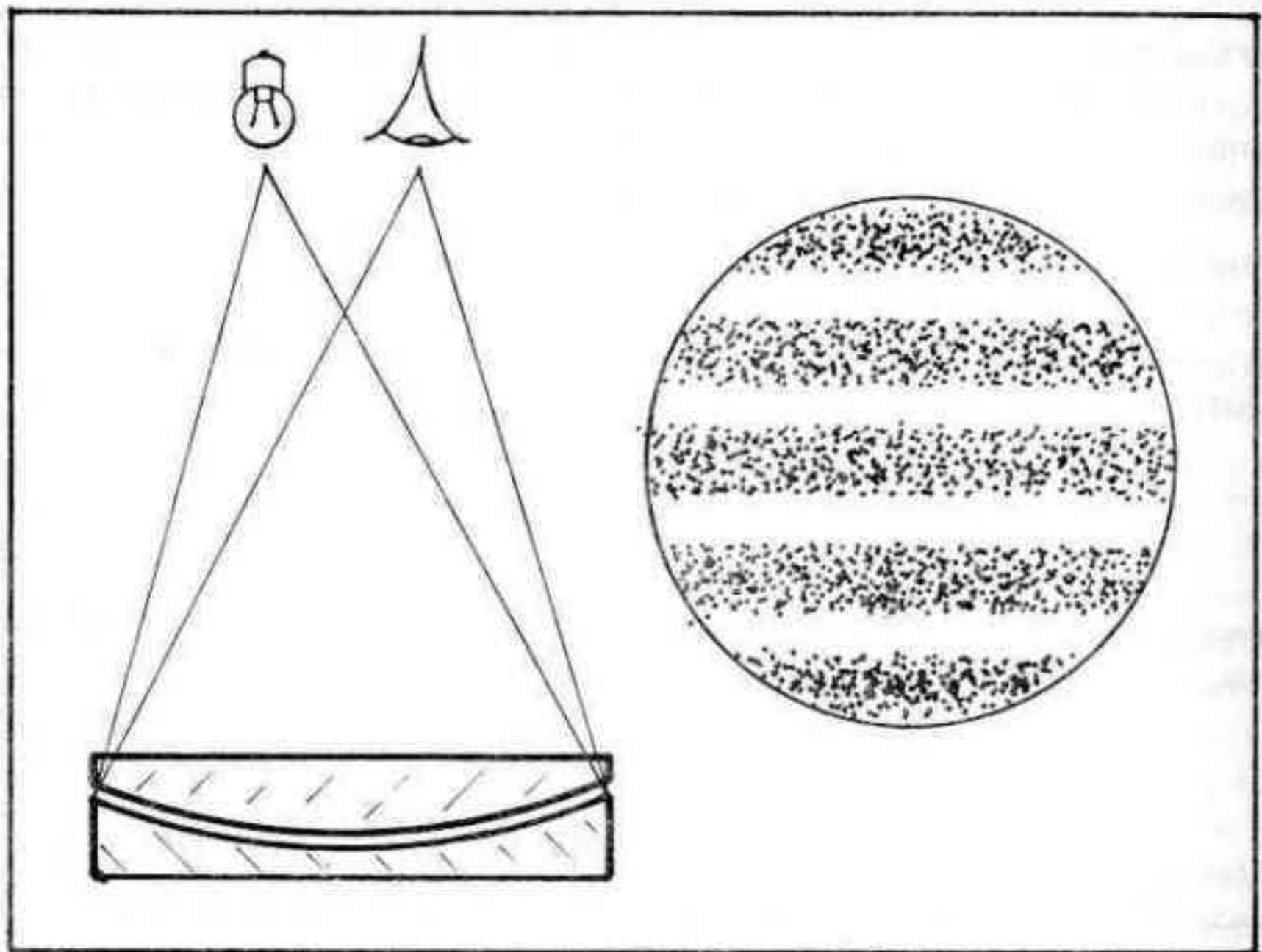
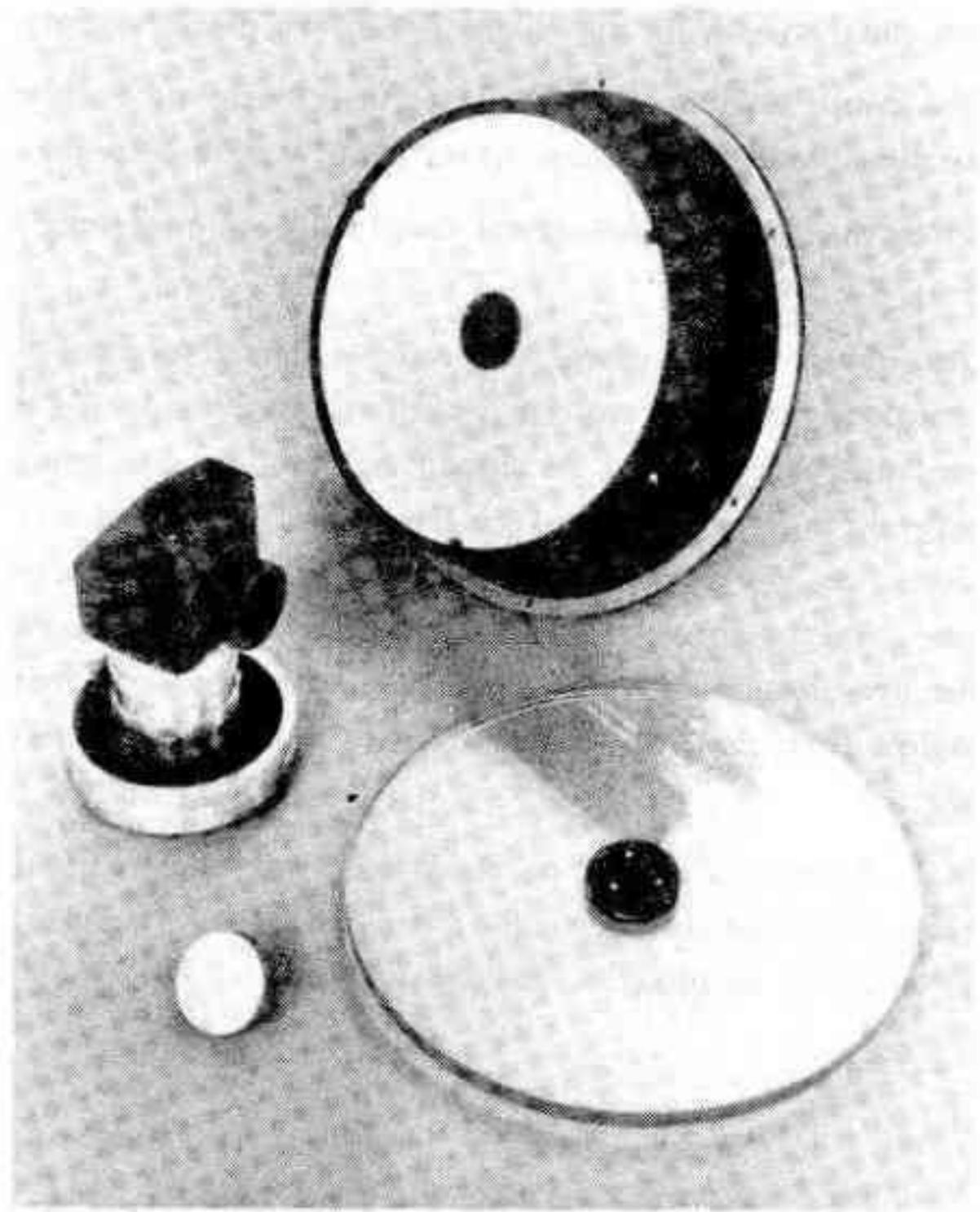


Fig.5 Control interferencial-  
 Líneas rectas correspondientes  
 a espejo y patrón compatibles

des, estas corresponden a depresiones o elevaciones centrales o anulares del espejito que seguramente obedecen a una "torta" no muy bien prensada. Si las líneas resultan suaves pero curvas, entonces ambos espejos tienen curvas esféricas (en la versión Dall-Kirkham) pero de radios de curvaturas ligeramente diferentes. En general puede aceptarse una diferencia de este tipo mientras no exceda unas dos o tres franjas en el diámetro útil, ya que si la diferencia es mayor tiende a "enmascarar" otros defectos más graves que pasan desapercibidos. El aficionado meticulouso debería entonces esmerarse en acotar la diferencia de radios a un mínimo. La forma de diferenciar un apartamiento de tipo cóncavo de uno convexo es la misma que en el caso de los espejos planos. (Ver el Telescopio del Aficionado, Jean Texereau, HIDEBA).

Luego del último control se procede a cortar el espejito a su diámetro definitivo, ya sea por el método del "sacabocado" o bien mediante un "pinzado" grueso y un posterior redondeado mediante un procedimiento similar al usado en dar forma al espejito secundario de un telescopio tipo Newton (Ver Revista Astronómica N°193, pag.22).



Espejo principal en su celda, lámina de cierre con soporte del secundario, espejito convexo y sistema de portaocular con espejo cenital.

Cualquiera sea el método de corte adoptado, deberá procurarse proteger debidamente la cara óptica de la acción de los abrasivos utilizados al efecto. Una manera segura, consiste en darle varias capas de pintura en aerosol, o mejor aún pintura asfáltica en una capa gruesa, la que luego del corte es fácilmente removida con "thinner".

Finalmente mediante una piedrita de asentar de carborundum de grano fino puede hacerse manualmente un pequeño bisel de 0,5 mm de espesor para evitar astilladuras.

Con estas indicaciones hemos completado lo referente al control óptico de los espejos.

Como dijimos previamente es probable que aficionados entusiastas deseen experimentar otras técnicas de trabajo y control. Dentro de los procesos de control, resulta interesante y preciso el de autocolimación, aunque requiere contar con piezas ópticas de referencia y un banco óptico versátil. Para secundarios de telescopios grandes (primario de 500 mm o más) resulta muy atractivo un método aparecido en *Sky & Telescope* que consiste en controlar la curva convexa del secundario a través de su cara posterior previamente tallada y pulida a un radio de curvatura adecuado. Probablemente en alguna entrega futura tratemos este método que reúne ciertas ventajas muy interesantes.

En la tercera y última parte de esta serie de artículos sobre telescopios tipo Cassegrain analizaremos las cuestiones relativas al montaje de los elementos ópticos y a los cuidados especiales que requieren.

Redacción: Alejandro Di Raja (h)

Fotografías: Jorge Luis Ferro



# NOTICIAS DE LA ASOCIACION

## SOCIOS NUEVOS

4376	José Luis Cossarini	4383	Claudio Ejden
4377	Miguel José Ruffo	4384	Mario Kacowicz
4378	Carlos Alberto Colazo	4385	Analia Barrantes
4379	Oscar Luis Rigiroli	4386	Néstor Enrique Barrantes
4380	Juan Carlos Peralta	4387	Atilio Messuti
4381	Guillermo Gabriel Zotta	4388	Angel Arturo Aguiar
4382	Carlos Vidal		

## JOSE LUIS PENA (1892 - 1978)

El 1º de mayo de 1978 dejó de existir, a la edad de 86 años, nuestro socio fundador y honorario don José Luis Pena, cuya colaboración y apoyo, en diversos momentos de nuestra vida institucional, contribuyeron eficazmente al logro de importantes objetivos relacionados con el progreso de nuestra Asociación y el cumplimiento de sus fines estatutarios.

Autodidacta de sólida formación y vasta cultura, fruto del esfuerzo disciplinado e inteligente a lo largo de una vida laboriosa, coexistió en Pena, junto con la obstinada lucha por sus ideales políticos, una inextinguible curiosidad intelectual y ansias de saber y capacitarse, que sin poseer títulos, lo habilitaron para el desempeño eficiente de importantes funciones, en el curso de su carrera política.

Lector incansable hasta los últimos momentos de su vida, su conocimiento de varios idiomas y su espíritu inquisitivo, le permitieron acceder a diversas ramas del conocimiento, particularmente en el ámbito de la ciencia, el arte, la economía y la música, temas que fluían constantemente, a través de su conversación cordial, en las autorizadas opiniones de una inteligencia siempre alerta.



JOSE LUIS PENA (1892 - 1978)

Desde muy joven militó en el partido socialista bajo la guía de maestros como Juan B. Justo y Nicolás Repetto; fue diputado nacional por esa agrupación durante los períodos 1924/28 y 1932/36 y concejal de la Ciudad de Buenos Aires en 1938/42, y 1958/62, oportunidad en que ejerció la vicepresidencia del Consejo Deliberante. Así mismo integró el directorio del Banco de la Nación Argentina desde 1963 a 1966.

Le cupo también destacada actuación en el cooperativismo. Fue presidente de la Cooperativa "El Hogar Obrero" desde 1927 a 1929 y desde 1932 a 1933, y miembro de su consejo consultivo hasta el fin de sus días.

Su interés por la ciencia y particularmente por la Astronomía fue impulsado y compartido a través de la amistad que lo unió a José H. Porto, miembro entonces de nuestra Comisión Directiva y funcionario del Consejo Deliberante. Ambos tuvieron destacada intervención en las gestiones que culminaron con la cesión, por parte de la Comuna, de la manzana de Parque Centenario en la que se construyó nuestro edificio social (cf. Revista Astronómica, Tomo XI, n°7, noviembre-diciembre 1939).

A Pena se debe también, en gran medida, un valioso aporte a la cultura popular. Por su iniciativa, unánimemente apoyada por el Consejo Deliberante, surgió el proyecto para la construcción del Planetario "Galileo Galilei", firmado por él y los Concejales Roberto Etchepareborda y Armando T. U. parodi, de la Ciudad de Buenos Aires. Integró en representación de dicho cuerpo, la comisión que se constituyó al efecto e intervino en el estudio, preparación y sanción de la respectiva Ordenanza.

Con José Luis Pena desaparece un gran amigo de la Astronomía, cuyo nombre estará siempre asociado a los mejores logros de nuestra institución. Figura patriarcal cuya opinión era escuchada con respeto y simpatía en nuestras asambleas, ya analizando y comentando el balance, en su carácter de revisor de cuentas, o formulando atinadas reflexiones y sugerencias acerca de la marcha de nuestra entidad.

Sin duda, Pena será siempre recordado por su excepcional calidad humana y valores espirituales; por la probidad y rectitud con que ejerció las diversas funciones que le cupo desempeñar, pero, esencialmente por su fe incontrastable en los beneficios que la instrucción y la cultura podían aportar a sus conciudadanos, inquietud que constituyó uno de los principales objetivos de su accionar político.

La reafirmación de estos principios, tan estrechamente vinculados a la finalidad de nuestra institución, en un mundo y una época que parece olvidarlos o subestimarlos constituye el mejor homenaje que podemos rendir a su memoria.

Carlos E. Gondell



# NOTICIERO ASTRONÓMICO

A cargo del Dr. Angel Papetti

## Asociaciones de Galaxias

Un equipo de investigadores de la Universidad de Princeton, encabezado por el Dr. Peebles ha concluido un estudio relacionado con la modalidad de asociación de las galaxias del universo.

El referido estudio se basa en los datos que proporcionó el malogrado astrofísico Zwicky, de gran renombre por sus investigaciones en el campo de las galaxias, cuyos recuentos pueden considerarse completos hasta la magnitud 15. Los datos de Zwicky fueron luego complementados por los de Shane y Wirtanen, cuyos recuentos para la misma región del cielo llegan hasta la magnitud 19, y por los resultados obtenidos por Rudnicki y sus colaboradores de la Universidad de Cracovia, que completaron su censo hasta la magnitud 20,5 para una región del cielo de seis grados cuadrados.

Estas investigaciones han demostrado que las galaxias tienden a formar pequeños grupos que, a su vez, forman cúmulos más grandes, y así sucesivamente. Una organización "jerárquica" de este tipo fue sospechada desde hace ya mucho tiempo, por Vaucouleurs y Abell.

El equipo de Princeton pudo demostrar esta modalidad de agrupamiento, mediante un método estadístico que tomó en cuenta el efecto de recubrimiento entre cúmulos de galaxias que están situados a diferentes distancias pero que se proyectan sobre la misma línea visual.

Por otra parte, estos estudios muestran que esta modalidad de asociación ya no se cumple cuando se alcanzan distancias superiores a los 60 millones de años luz, pues, a partir de ese orden de distancias, el universo presenta la distribución homogénea e isotropa que postulan las teorías cosmológicas corrientes.

Este modo de agrupamiento de las galaxias queda, desde un punto de vista cualitativo, satisfactoriamente explicado mediante la teoría cosmológica que supone una gran explosión inicial (teoría del "big-bang"), pues las pequeñas heterogeneidades en la distribución de materia en esa fase inicial del universo, resultaron incrementadas por

las interacciones gravitacionales que se oponían a la expansión y dieron lugar, así, a la formación de diferentes cúmulos de galaxias.

Subsisten, no obstante, discrepancias entre la teoría y la observación, pues los modelos cuantitativos del universo exigen una densidad de materia de 10 a 30 veces mayor que la que se observa actualmente.

### EL GRAN TELESCOPIO ESPACIAL

En 1983 será puesto en órbita un gran telescopio espacial de 2,40 m de diámetro. Será utilizable durante 15 años y, durante ese lapso, será traído periódicamente a tierra para reacondicionarlo y, luego, reubicado en su órbita, mediante la llamada "lanzadera espacial".

Como el costo de este instrumento y su operación será sumamente elevado, resulta interesante analizar las razones que justifican la instalación de un telescopio en órbita alrededor de la Tierra, por encima de su atmósfera.

1) se evitará la turbulencia atmosférica que tanto deteriora las imágenes y limita la resolución teórica de un instrumento. Desde el suelo, en general, no puede obtenerse una resolución superior al segundo de arco, mientras que, en el vacío (o casi), un objetivo de figura perfecta está limitado solamente por el efecto de difracción y, por lo tanto, su capacidad resolutive depende de la relación  $\lambda/D$  entre la longitud de onda de la luz y el diámetro del objetivo. Un espejo de 2,40 m permitirá distinguir detalles separados por 1/10 de segundo de arco.

2) se podrá evitar la iluminación parásita de fondo de cielo producida por la luminiscencia de la alta atmósfera y que perjudica el estudio de objetos celestes muy débiles. Persistirá, no obstante, una parte de esa iluminación parásita, originada en luz zodiacal.

3) Se evitará la absorción de luz por la atmósfera con lo que se ganará en luminosidad de las imágenes y, lo que es más importante, se podrá observar en longitudes de onda inaccesibles desde el suelo: en el infrarrojo y en el lejano ultravioleta.

Por ejemplo, en el ultravioleta, se podrá llegar hasta los 900 angströms. En longitudes de onda aún más cortas, aparece la absorción producida por el hidrógeno interplanetario e interestelar.

### "CIUDAD SOLAR" EN AUSTRALIA

A 35 Km de Brisbane, en Queensland, Australia, se proyecta levantar, para 1990, una ciudad para 15.000 habitantes cuyos 4.000 edificios utilizarán el Sol como fuente de

energía. La construcción de esta moderna " heliópolis " se hará en doce años y costará unos 250 millones de dólares australianos.

La Universidad de Queensland ha diseñado ya un prototipo de casa solar que generará su propia electricidad; los controles estarán asegurados por 24 instrumentos registradores instalados en diferentes lugares del prototipo. Esta casa solar será un centro de demostraciones y experimentos de aplicaciones domésticas de esta fuente de energía, todo lo cual permitirá evaluar los aspectos económicos vinculados con el proyecto.

#### UN GLOBULO CONSPICUO EN EL SACO DE CARBON

Mediante el estudio de dos fotografías (en el azul y el infrarrojo) obtenidas con el telescopio Schmidt de 1,20 m de Siding Spring, Australia, se han catalogado 27 glóbulos oscuros en el Saco de Carbón, muchos de los cuales ya se habían descubierto. El más denso y perfecto de ellos tiene un diámetro de alrededor de 0' (0,3 parsecs) y corresponde al n°2 de la lista de Tapia. El examen en las dos placas de las imágenes estelares vistas a través de este glóbulo (en la placa tomada con luz azul se ven muy pocas estrellas) ha permitido estimar que su masa es de, por lo menos, 10 masas solares y se admite que pudiera ser de hasta 25 masas solares.

De acuerdo con los estudios más recientes, los más pequeños entre los grandes glóbulos (como el Barnard 335) tienen radios de unos 0,3 parsecs y masas equivalentes a unas 25 masas solares. Los mayores glóbulos de este grupo (como el Barnard 5) tienen radios de alrededor de 1,2 parsecs y masas que llegan hasta 800 masas solares.

El glóbulo objeto de este informe, es algo más pequeño y menos masivo que el Barnard 335.

Los glóbulos más pequeños, al colapsar, se transforman en estrellas simples o, más probablemente, en sistemas estelares múltiples, mientras que los glóbulos de gran masa pueden generar modestos cúmulos estelares.

La mayor parte de los glóbulos del Saco de Carbón están colapsando, probablemente, en estrellas simples o múltiples.

El tiempo necesario para colapsar en una proto estrella o en un modesto proto cúmulo es, tal vez, inferior a un millón de años.

#### " LA PRIMERA " OJEADA " A LOS ANILLOS DE URANO "

Como se sabe, el 10 de mayo de 1977, durante la ocultación de una estrella por el planeta Urano, se descubrió que está rodeado por un sistema de anillos, al igual que

Saturno, pero, hasta ahora, estos muy débiles anillos de Urano no habían podido ser observados ni fotografiados con ningún telescopio.

Ahora, sin embargo, K. Matthews, G. Neugebauer y P. Nicholson, del Instituto de Tecnología de California, anunciaron que han obtenido la primera fotografía directa del sistema de anillos en luz solar reflejada por éstos. Esta fotografía fue el resultado final de un complejo procedimiento mediante el cual numerosos barridos fotométricos de Urano fueron transformados por una computadora en una imagen de tipo televisivo. Durante este proceso, debió eliminarse electrónicamente la imagen del planeta, dejando sólo la de los anillos. La foto obtenida muestra que los anillos rodean al planeta por completo, aunque no ha logrado resolver los anillos individuales, sino que los ha fusionado a todos ellos en una sola banda anular de contorno elíptico.

La muy baja reflectividad de los anillos de Urano indica que no son de hielo (como los de Saturno), sino que, son probablemente de constitución rocosa.



## SYNTESIS FOTOGRAFICA

División: OPTICA ASTRONOMICA

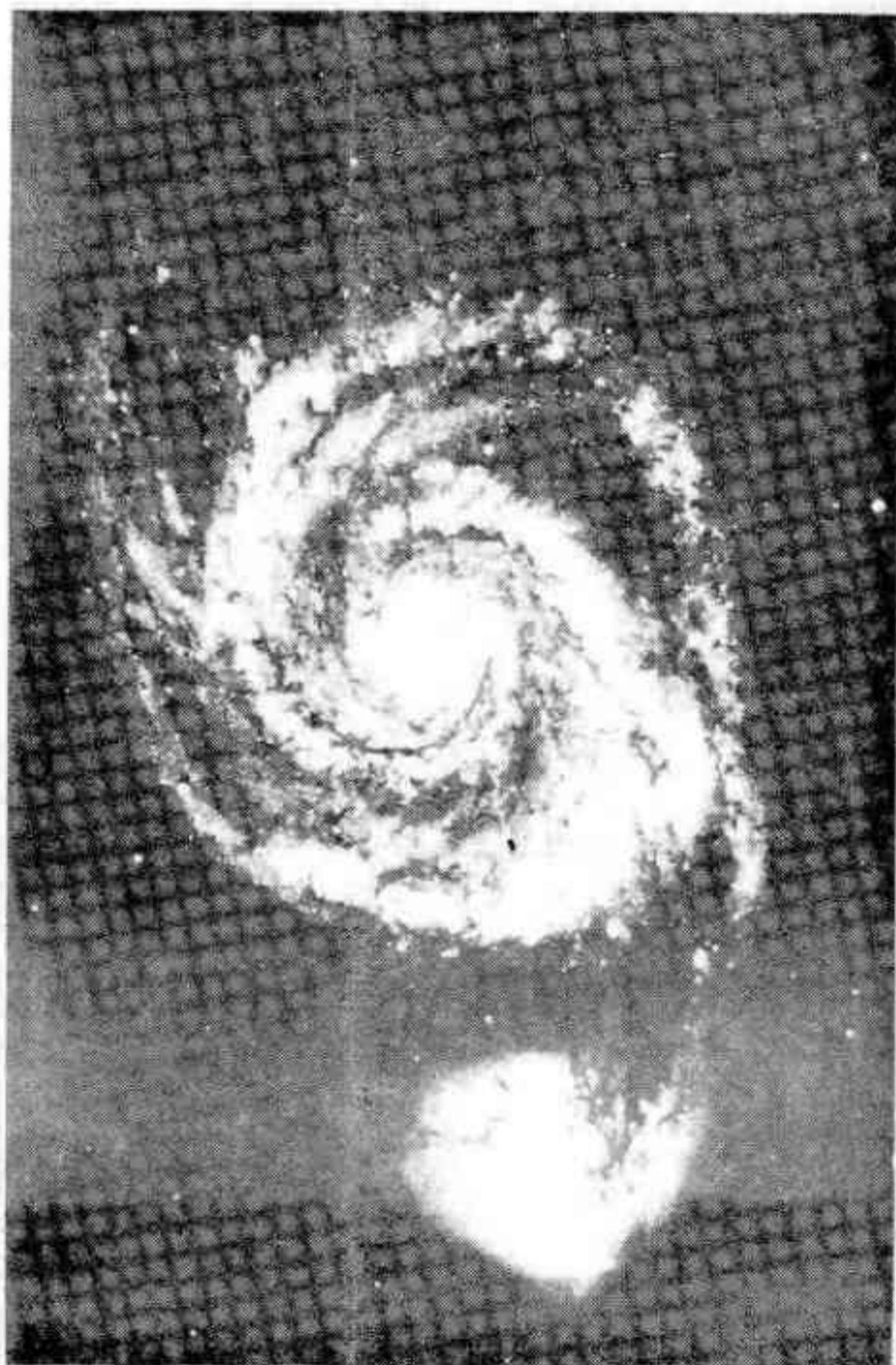
Importación directa de TELESCOPIOS para el amateur o el profesional, a pedido.- Accesorios.-

Refractores "MEADE" y "ASTROLA" de 2,4"; 3,1"; 4" y 6"  
Reflectores y Cassegrains hasta 24", "ASTROLA".

REFLECTORES "MEADE" de 6" y 8" F/8 y F/6 completos con motor de 220V/50c, círculos graduados y oculares

C.M.CUENCA 2264. OLIVOS

TE: 791-4218



GALAXIA "REMOLINO" (NGC 5194 - M 51)  
en Canes Venatici - Esta es una de  
las fotos murales de 50x60 cm; que  
están en venta en nuestra sede so-  
cial. Preguntar en secretaría.